İnsan Düşüncesinde YERKÜRE

Yerbilim'e
Bir Tarihsel
Bakış

David Oldroyd

TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI
2. Basım

İnsan Düşüncesinde Yerküre

Yerbilim'e Bir Tarihsel Bakış

David Oldroyd

TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 186

İnsan Düşüncesinde Yerküre - Yerbilim'e Bir Tarihsel Bakış
Thinking about the Earth: A History of Ideas in Geology
David Oldroyd

Çeviri: Ülkün Tansel

© David R. Oldroyd 1996
© Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 2003

Bu yapıtın bütün hakları saklıdır. Yazılar ve görsel malzemeler, izin alınmadan tümüyle veya kısmen yayımlanamaz. Türkçe yayın hakları Kesim Ajans aracılığı ile alınmıştır.

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'nın seçimi ve değerlendirilmesi TÜBİTAK Yayın Komisyonu tarafından yapılmaktadır.

ISBN 975 - 403 - 316 - 1

1. Basım Ocak 2004 (2500 adet)
2. Basım Ocak 2004 (2500 adet)

Yayınlar ve Tanıtım Daire Başkanı
Şefik Kahramankaptan

İşletme Müdürü
M. Kemal Bostancıoğlu

Yayına Hazırlayan: Mustafa M. Dağlı
Grafik Tasarımı: Cemal Töngür
Sayfa Düzeni: Birsen Kızıldağ

TÜBİTAK
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara
Tel: (312) 427 33 21 Faks: (312) 427 13 36
e-posta: kitap@tubitak.gov.tr
İnternet: kitap.tubitak.gov.tr

Ziraat Matbaacılık A. Ş. - Ankara

İnsan Düşüncesinde Yerküre

Yerbilim'e Bir Tarihsel Bakış

David Oldroyd

Çeviri
Ülkün Tansel

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

İçindekiler

Sözlükçe I
Giriş 1

I. Bölüm 11
Söylencelerin Sarmaladığı Yaşam Dolu Bir Dünya:
Antik Çağ, Ortaçağ ve Rönesans Döneminde
Yerküre Üstüne Düşünceler

II. Bölüm 65
Yerküre Üstüne 'Mekanik' Kuramlar ve
Doğa Kaynaklı Tanrıbilim

III. Bölüm 91
Yerbilimde İlk Adımlar: Evrenin Oluşumunu
ve MineralBilimini Bir Yana Bırakış

IV. Bölüm 131
Sıcaklık, Ateş ve Su Üstüne Düşünceler

V. Bölüm 165
Uzaklık ve Yükseklik Ölçümlü Yeryüzü Haritasının
Yapımı: Toprak Üzerinde Egemen Olmanın Koşulu

VI . Bölüm 197
Yerbilimde Zaman ve Yerbilimsel Değişimin Hızı

VII. Bölüm 219
İklim, Buzullaşma ve Yeryüzünün Yontulması

VIII. Bölüm 253
Dağların Oluşum Süreci ve Yerkürenin 'Elektrosu'

IX. Bölüm 291
Kayalar ve ve Kayaların Oluşumu Üstüne Düşünceler: Magma, Migma ve Ötesi

X. Bölüm 337
Ölçüm Araçları Yardımıyla Düşünmek: Yersarsıntıları, İlk Deprembilim Çalışmaları ve Yerkürenin Saklı İç Yapısı

XI. Bölüm 371
Kutuplar ve Kıtalar mı Geziniyor; Yoksa Büyüme mi Var?

XII. Bölüm 419
Bazı Daha Tümel Düşünme Yolları

XIII. Bölüm 455
Sonsöz Yerine Bazı Düşünceler

Önerilen Kaynaklar 463
Notlar 471
Kısaltmalar 503
Kaynakça 505
Dizin 541

Sözlükçe

Agonistik alan: Sözcüğü sözcüğüne 'yarış alanı' demektir. Bilimsel bilgi toplum ilişkisini inceleyen kimi yazarlarca, bilim insanları topluluğunun mahiyeti ve işlevini betimlerken, benzetme amacıyla kullanılmıştır.

Akarsu sekisi: Bir akarsu vadisinde, düzlük ve dik yamaçtan oluşan basamak. Bir akarsunun üzerinde aktığı yerkabuğunun düzenli aralarla yükselmesi sonucu vadi boyunda bunun gibi bir dizi yapı meydana gelebilir.

Albit: Plajioklaz feldispatlardan (sodyum/kalsiyum alüminyum silikatlardan), sodyum alüminyum silikat ($NaAlSi_3O_8$) içerikli biri.

Alçıtaşı (Jips): Çok rastlanan bir monoklinik mineral olan sulu kalsiyum sülfat; alçı üretiminde kullanılır.

Alpin Orojenezi (Alp dağ-oluş süreci): Triyas sonlarında başlayıp günümüze değin süren, özellikle Alplerde görülen kıvrılmalı-kırılmalı bir dizi yerkabuğu devinimi.

Amfiboller: Siyaha çalan, değişen oranlarda demir magnezyum içeren bir mineral ailesinin adı. En sık karşılaşılan çeşidi hornblend. Amfibollerin ayırıcı niteliği, birbirine göre 120° açılı konumda iki dilinim dizgesine sahip olmaları. Kaya örneklerini tanılamada bu nitelik işe yarar. (Piroksenlerle karşılaştır.)

Andezin: Albit ($NaAlSi_3O_8$) ile anortit'in ($CaAl_2Si_2O_8$) katı çözeltisi sayılabilecek, yüzde 50 ile 70 arasında albit'ten oluşan plajioklaz feldispatlardan biri.

Andezit: Başlıca andezin ile piroksen, hornblend ya da biyotit gibi demir ve magnezyum içeren minerallerden oluşan bir dış püskürük kaya.

Ani Yıkım: Yerkürenin yüzey koşullarında birdenbire meydana gelen şiddetli değişiklik.

Ani Yıkımcılık: Geçmişteki yerbilimsel değişimlerin birdenbire patlayan tufanların sonucu olduğu söyleyen öğreti: Günümüz yerküresi üstündeki koşulların ille de geçmiştekilere benzemediği; geçmişin kapısını açacak anahtarın bugünde olmadığı düşüncesiyle uzaktan akraba. En aşırı biçimiyle, doğa yasalarının her zaman aynı olmadığı öğretisi.

Anortit: Plajioklaz feldispatlar dizisinin kalsiyum alüminyum silikat'tan ($CaAl_2Si_3O_8$) oluşan üyelerinden biri.

Antiklinal Bkz. Yerkemer.

Aragonit: Kalsiyum karbonatın ($CaCO_3$) kristalleşmiş (ortorombik) biçimlerinden biri.

Arazi: Belirli bir kaya ya da kaya kümesinin yaygın biçimde kapladığı alan ya da yüzey; bağlantılı bir 'tabaka serisi', oluşuklar kümesi, ya da oluşuk dizgesi; kara kütlesinin diğer parçalarıyla tabla tektoniği etkinliği sonucu birleşmiş bir kara kütlesi parçası; örneğin, tabla tektoniği kuramına göre bir 'mikro-tabla'...

Ardıl akaçlama (Consequent drainage): Bir arazinin yüzeyinde yer devinimleri sonucu sonradan olma eğimi gütmüş akaçlama örüntüsü.

Arkeen: Önceleri ('çok eski' anlamında) Kambriyen dizgesinden daha eski kayaları adlandırmada kullanılan bir terimken, bugün Prekambriyen'in erken alt-bölümlerinden birine verilen ad.

Asit/baz nitelikli: Püskürük kayalar silis (silisyum dioksit) içeriğine göre sınıflandırılabilir. Üçte ikiden çok silis içerenlere 'asit nitelikli' denir. Silis içeriği düşük (yarıdan az) olanlar 'baz nitelikli' ya da 'ultrabazik' olarak adlandırılır. Bunların dışındakiler ara nitelikliler olarak sınıflandırılabilir.

Astenosfer: Taşkürenin hemen altında, yerküreyi saran dış kabuklardan biridir; buradaki malzeme zayıf ve yumuşamış olduğu için yerkabuğunun yüzer durumdaki bü-

yük blokları arasında denge (izostazi) sağlamaya dönük yükselip alçalamalara olanak verir. Astenosferde magma oluşabilir.

Aşırı belirlenmiş kuramlar: Gözlemsel kanıtların bir varsayımın doğru olması gerektiğini zorladığı; ama, nedeninin açıklanamadığı durumlar. Örneğin, yerbilimsel kanıtlar bir Buzul Çağı'nın yaşanmış olduğunu düşündürebilir; ama, Buzul Çağı'nın niçin meydana geldiğini yeterli biçimde açıklayan bir kuram ortaya konamayabilir.

Azoik kayalar: Sözcüğü sözcüğüne 'dirimli içermeyen' anlamına geliyor. Önceleri tabakalı Prekambriyen kayalardan söz ederken kullanılırdı; sonraları arkaik zaman ya da erken Prekambriyenle sınırlı olarak kullanıldı. Bugün artık hemen hiç kullanılmıyor.

B dalgaları: Yersarsıntılarından kaynaklanan 'basınç dalgaları'. Bu tür dalgaların titreşimleri, dalganın iletilme yönüne koşuttur. (Birincil dalgalar)

Başkalaşım (Metamorfizma): Sıcaklık, basınç, nem ya da kimyasal ortamın etkisiyle, tam erime olmaksızın bir kayanın dokusunda ya da kimyasal bileşiminde meydana gelen değişmeler. Şistler ve gnayslar, bölge ölçekli başkalaşım etkinliklerinin sonuçlarına önemli örneklerdir.

Batimetrik ölçme: Göl, deniz ve okyanusların derinlik ölçümü taraması.

Batolit: Çoğu kez granitten oluşan büyük iç püskürük kaya kütlesi. Genellikle magmatik sokulum kayalarından olup yüzey aşınması sonucu açığa çıkarlar.

Bazalt: İnce taneli, siyaha çalan, çoğunlukla dayk, ya da lav akıntıları biçiminde rastlanan püskürük kaya. Bazaltlar kalsiyumlu plajioklaz ve piroksenler (en çok ojit) içerirler; pek çok bazaltta ayrıca olivin de bulunur.

Benioff-Wadati kuşağı: Kırık düzlemi üzerinde meydana gelen yersarsıntılarından dolayı ayırt edilebilen, dalma-batma olayının sürmekte olduğu büyük bir kırık kuşağı.

Bilimötesi (Metascience): Bilimi, tarihsel, düşünsel ya da toplumsal-siyasal bir bakışla incelemek; ya da bu bakışların birleştiği bir açıdan ele almak.

Bindirme: Küçük açılı bir ters kırık.

Birinci Zaman: Artık kullanılmaz olmuş bir terim. Bugün Prekambriyen dediğimiz zamanı adlandırmak için geçmişte kullanılmaktayken; sonra Paleozoik'i de içine alacak biçimde genişletilmiş; daha sonra, bugün Paleozoik dediğimiz zamanın adı olmuştur. (Bundan dolayı bir zamanlar Paleozoik, Mesozoik ve Tersiyer yerine sırasıyla Birinci Zaman, İkinci Zaman ve Üçüncü Zaman denmekteydi.)

Biyocoğrafiya: Canlı organizmaların yeryüzünde dağılımını inceleyen bilim dalı.

Biyojeokimya: Kimyasal elementlerin dirimküredе dağılımı ve sabitleşmesi üzerinde dirim süreçlerinin etkilerini ele alan yerkimyası dalı.

Biyosfer: Yerkürenin yüzeyinde ya da yüzeyine yakın, dirimin bulunduğu kuşak; ya da, yerküredeki bütün canlı organizmalar.

Bowen tepkime serileri: Erimiş magmanın soğuyup katılaşması sırasında oluşan bir mineral dizisi. Bu mineral dizisi, belirli evredeki bir mineralin daha sonraki ayrımlaşma (differentiation) süreci sırasında erimiş magma ile tepkimeye girmesiyle ortaya çıkarak dizinin daha alt sıralarında yer alan bir mineralin oluşmasına yol açar.

Buz yalağı: Sert, sağlam kaya içinde bulunan çukurluk ya da kazan biçimli oyulmalar. Bu çukurluklar bazan göl durumunu alır ve çoğu buzulların etkinliği sonucu oluşmuştur.

Buzultaş (Boulder clay): Buzul etkinliğinin ürünü olan ve buzullar çekildiğinde arda kalan, tabakalanmamış ya da az tabakalanmış; boyutlanmamış mil ve kum birikmeleridir; birikme içinde, kum tanesinden iri kaya parçalarına varıncaya değin gömülü parçalar bulunur.

Buzultaş (Moren): Bir buzulun taşıyıp yığdığı, tabakalanmamış ve boyutlanmamış tortul.

Çekişme-yüklü (kuram-yüklü) gözlemler: Gözlemlerin ancak 'gözün gördüğü'nden öte, kuram-yüklü (çekişme-yüklü) olarak yapılabileceği düşüncesi.

Çevrim izleği (Cyclothem): Bir tortulanma çevrimi süresince oluşan çeşitli tabakalar dizisi.

Çözümleyici: Mikroskop altında incelenmekte olan kaya, ya da mineral ince kesitinden geçen polarize ışığı, kısa ve uzun köşegenlerine koşut titreşimlere ayıran (önceleri bir Nicol Prizması, bugün Polaroid süzgeç) araç.

Dağ-oluş süreci (Orojenez): Dağ sıralarının aşınmadan daha çok, özellikle kıvrımlanma ve bindirmelerle oluşması. Bir dağ oluşum devri, ya da süreci.

Denizel seki: Deniz aşındırması sonucu oluşmuş kıyı düzlüğü.

Dalım/eğim: Bir tabakanın ya da benzer tabakalı yapının, yatay düzlemle yaptığı en büyük açı.

Dalma-batma: Tabla tektoniği kuramına göre, okyanus kabuğunun kıtasal kabuk altına ve yerkürenin derinliğine batması olayıdır.

Dayk: Kaya kütlelerini, ya da bitişik kayaların yapılarını kesip geçen tabaka biçimli bir iç püskürük kaya. Çevresindeki tabakalar aşınıp gittiği zaman bir 'duvar' gibi ortaya çıkmasından dolayı böyle adlandırılmıştır. Eğer dayk'ın içerdiği malzeme çevredeki kayadan daha kolay günleniyorsa, bir hendek oluştuğu da görülebilir.

Deizm: Tanrı'nın varlığına, indirilen kitap nedeniyle değil, akıl yoluyla inanmak; 'doğa dini'. Kimi zaman 'ortalıkta bulunmayan mülk sahibi' diye de adlandırılan Tanrı anlayışı.

Deniz dibi yayılması: Tabla tektoniği kuramına göre, bazalt nitelikli malzeme yerkürenin derinliklerinden yükselerek okyanus ortası sırtlar boyunca iki yana yayılır ve kıtalar birbirinden uzaklaşırken deniz tabanı sürekli tazelenir.

Denkeğri profili: Bir akarsunun denkeğri profiline sahip olması demek, yatağının her noktasında ne taşıdığı tortul yükünün dibe çökmesine, ne de yatağını aşındırmasına olanak veren, ancak yükünü taşıyabildiği eğime ulaşmasıdır.

Derinlik kayaları (Plütonik): sözcüğü, yerkürenin derinliklerine ilişkin, anlamı taşır. Derinlik kayalarının derinliklerde yavaş soğuma ve katılaşma sonucu oluştukları ve bundan dolayı iri billurlu oldukları düşünülmektedir.

Devingencilik (Mobilizm): Kıtaların birbirine göre konumlarının zaman içinde değiştiğini söyleyen öğreti. .

Devoniyen: Silur ve Karbonifer arasında yer alan ve yaklaşık 408 milyon yıl önce başlayan bir Paleozoik dizgesi.

Dilinim (Cleavage): Hem mika gibi minerallerde ve hem de kayağantaş gibi kayalarda görülen; birbirine koşut, sık aralıklı belirli düzlemler boyunca tabakalara ayrılma eğilimi.

Diluviyalizm: Yerküre yüzeyinin büyük (yıkım doğuran) tufanlardan özellikle Nuh Tufanı'ndan büyük ölçüde etkilendiğini söyleyen öğreti.

Dinamo-metamorfizm: Kaya yamulmalarının, en çok da kıvrılma, kırılmanın neden olduğu başkalaşma (metamorfizma).

Direksiyonalizm (Tek-yöncülük): Yerbilimsel değişimlerin, çevrimsel bir örüntü izleyerek; ya da tümüyle rasgele bir biçimde değil de, 'yönlendirilerek' (örneğin belirli bir yönde) geliştiğini söyleyen öğreti. Ama bunu söylemekle birlikte, ille de yönlendirici (belki de tanrısal) bir dış etken düşüncesi anıştırılmaz.

Diyapir: Yerkabuğundaki çeşitli malzemeler arasında yoğunluk ayrımı dolayısıyla yerin dibinden yerkabuğunun içine erimiş durumda sokularak tortul tabakalarını yarıp geçmiş, sonradan soğuyarak katılaşmış, damar ve kütle durumundaki delip geçen yapı kayaları; ya da, alttan sokulmanın üstte neden olduğu bir kıvrım/kabarma.

Diyapirizm: Devingen bir kayanın (örneğin kaya tuzunun) yükselerek üzerindeki daha yoğun ve kırılgan kayayı yarıp geçme süreci; ama aynı zamanda üstte kemerleşme ya da kubbeleşme meydana getirmesi.

Diyastrofizm: Yerkabuğunda kıtalar ve okyanus havzaları düz araziler ve dağlar, kıvrımlar, kırıklar doğmasına neden olan süreç ya da süreçler.

Diyorit: Derinlerde oluşmuş ve çoğunlukla ara plajioklaz feldispat ve hornbilend yanısıra az miktarda kuvars, biyotit (kalıverengi mika) ya da bir piroksen içeren kaba taneli bir püskürük kaya.

Doğalcı dinbilim: Vahiye değil de, akıl yürütme ve/ya da gözleme dayalı dinbilim.

Doğrultu atımlı kırık: Toplam devinimin kırık düzleminin doğrultusu yönünde olduğu kırık.

Doğrultu: Eğimli bir tabaka, ya da bir kırık gibi herhangi bir yapısal düzlem ile bir yatay düzlemin kesişmesinden elde edilen doğrunun yönü. Doğrultunun yönü, eğimin yönüne tam diktir.

Dolerit: Kalsiyum plajioklaz, ojit ve olivin gibi mineraller içeren, rengi siyaha çalan, orta boy taneli, çoğu kez lifli dokuda (iç püskürük) sokulum kayaları. Doleritin kimyasal bileşimi bazaltınkine denk gelir.

Dolomit: Ağırlıklı olarak kalsiyum magnezyum karbonat (dolomit minerali) içeren bir tortul kaya.

'Druse': Kaya içlerinde bulunan ve iç yüzeyi minerallerle kabuk bağlarcasına kaplanmış bir boşluğa eski Almanca'da verilen ad.

Dur-kalklı denge kuramı: Evrim kuramının Gould ve Eldredge'ce önerilen bir değişik biçimi. Bu kurama göre, türler uzun süreler (stasis) boyunca değişmeden kalabilir; ve ardından, evrimin daha hızla ya da 'patlamalarla' sürdüğü aralıklar olabilir.

Durumu kurtarmak: Bilim kuramlarına bir bakış açısını betimleyen Ortaçağ terimi daha sonra 'araççılık= enstrümantalizm' adıyla anılacaktır. Bu görüşe göre, bir kuramın gerçeği, ya da dünyanın gerçekte nasıl olduğunu betimlemesi gerekmez; yeter ki, önceden kestirebilmeye ve gözlemlerin kavranabilir biçimde eşgüdümüne olanak sağlasın. Ptolemaios'un (Batlamyus) gezegenlerin devinimlerini betimleme ve kestirebilmede kullandığı ilmekler ve taşıyıcı çemberler dizgesi bunun iyi bir örneğidir: O gerçek fiziksel dünyayı betimlemek savında değildi. Ortaya koyduğu bir tür matematiksel (geometrik) hesap cetveliydi.

Eklojit: Başlıca garnet (çoğunlukla almandin pirop), hornblend ve piroksenden (çoğunlukla omfasit'den) oluşan, dokusu taneli bir başkalaşmış kaya. Bileşimi, büyük bölümüyle gabro'yu andıran kayanın yerin derinliğinde ve çok yüksek basınç altında oluştuğu düşünülüyor.

Eksik belirlenmiş kuramlar: Bazı gözlemleri açıklamada birden çok kuram (ya da varsayımın) kullanılabildiği ve gözlemlerin, yeğlenecek kuram ya da varsayımı belirlemede yetersiz kaldığı durumlar.

Embriyotektonik: Yerkabuğunun, özellikle sıradağların tektonik gelişimini anlatmak üzere Argand'ın kullandığı bir terim.

Enstatit: Kül rengi beyazdan zeytin yeşiline ve kahverengiye çalan renklerde, demir/magnezyum silikatlar içeren bir piroksen türü.

Eozoön: Arkeen devri kayalarında bulunduğuna inanılan dirim kalıntılarına, on dokuzuncu yüzyılın bir döneminde verilmiş ad.

Eş sarsıntı eğrileri: Bir depremde, yerküre üzerinde eş şiddette sarsılan yerleri birbirine bağlayan çizgiler haritası.

Fasiyez: Bir tortul kaya kütlesinin, tortulanma koşullarının göstergesi olan bileşimi, tabakalanışı ve fosil içeriği gibi yönleri bakımından genel görünümü. Püskürük kaya kütlelerinde, bir bölümün geri kalan bölüme benzemediği durumlarda püskürük kayalar için de kullanılır. Örneğin, bir granitin dış bölgelerinde porfirsi fasiyez sergilediğinden söz edilebilir. Başkalaşım sürecinde belli basınç-sıcaklık rejimlerini nitelemek üzere 'başkalaşım fasiyezi' teriminin de kullanıldığı olur.

Fay (Kırık): Yerkabuğunda meydana gelen bir kırılma. Kırılma sonucu birbirinden ayrılan bölümler kırılma düzlemi boyunca kayar, birbirlerine göre yer değiştirirler.

Feldispatlar: Kayaların yapısında bolca bulunan ve kalsiyum, sodyum ve potasyumlu alüminosilikatların oluşturduğu bir mineral kümesi: Başlıca türleri ortoklas (potasyum alüminyum silikat) ve plajioklazdır (kalsiyum alüminyum silikatla başlayıp sodyum alüminyum silikata değin uzanan aralıkta anortit, bitovnit, labradorit, andesin, oligoklas ve albit minerallerinden oluşan dizinin bölümlemesi rasgele belirlenmiştir).

Fiksizm (Durağancılık): Belirli bir yerbilimsel dönem boyunca kıtaların birbirine göre konumlarının sabit kaldığını savlayan ve örneğin Stille ile ilişkilendirilen öğreti.

Fiziko-mitoloji: Söylencelere, gerçekte olmuş fiziksel olayların simgesel tutanakları gözüyle bakan araştırma dalı. Örneğin, söylence üretmiş kültürlerde bir yanardağ püskürmesi, tanrıların kapışması olarak anımsanabilecektir.

Fiziko-teoloji: Örgüsü bilimle içiçe geçmiş dinbilim; ya da tam tersi. Örneğin: Musa yerbilimi.

Flötz kayalar: Kabaca, Yaşlı Alacalı Kumtaşı'nın üstündeki tortul tabakalara denk gelen, birbirine koşut, yaklaşık yatay duruşlu tabakalara Werner'in verdiği ad.

Fluviyalizm: Belli başlı yeryüzü yapılarının akarsuların aşındırıcı etkinliği sonucu meydana geldiğini söyleyen öğreti.

Foliyasyon (Yapraklanma): Ayrıma uğrayan minerallerin değişik bileşimde katlar oluşturması sonucu başkalaşmış kayalarda görülen şeritli ya da bantlı yapı. Terim ayrıca, daha genel anlamda, başkalaşmış kayalardaki koşut yapılı dokuyu (şistoziteyi) anlatmakta kullanılır.

Fosil (Taşıl): Yer kazılarak çıkarılan her şey; ama, günümüzde, doğal nedenler dolayısıyla yerkabuğunda korunup saklanmış hayvan ya da bitki kalıntıları anlamına geliyor.

Foyait: Bir tür nefelin-siyenit.

Gabro: Siyaha çalan, kaba taneli, baz nitelikli, bileşimi bakımından ince taneli bazalta denk bir püskürük kaya. Kalsiyumlu plajioklaz ile ojit ve olivin gibi mineraller içerir.

Gaia: Eski Yunan tanrılarından biri. Ayrıca, yerkürenin kimi bakımlardan canlı, kendi kendini onaran bir organizma gibi davrandığını söyleyen kuramında/varsayımında kişileştirme yapmak amacıyla Lovelock'un kullandığı bir isim.

Geçiş kayaları (Transition series): Werner'in adlandırma dizgesinde (bugün Kambriyen, Ordovisiyen ve Siluriyen yaşlı olarak belirtilen) kireçtaşı, 'trap' ve grovakları içeren ve ilk yığıntı yataklarını oluşturan kayaların, dünyanın heryerini kaplayan evrensel bir okyanusta meydana geldiği varsayılıyordu. Bu geçiş kayaları granit ve gnays gibi billurlaşmış 'ilkel kayalar' ile Flötz kayalar (Yaşlı Alacalı Kumtaşı) arasında yer alıyordu.

Geçişli kırıklar (Transform kırıklar): Bir okyanus sırtından magma taşmasıyla bağlantılı olarak ortaya çıkan bir dizi doğrultu atımlı kırık.

Gezegenimsi: Güneşin çevresinde mini bir gezegen gibi dolanan küçük, katı bir cisim. Kimi kuramcılara göre gezegenler, gezegenimsilerin bir araya yığılmasıyla oluştu.

Gnays: İçinde katlar oluşturmuş ya da göz göz ayrılmış taneli mineraller ile, katlar oluşturmuş ya da göz göz ayrılmış yassı malzemenin almaşık sıralandığı, kabaca granit bileşiminde, iri taneli bir başkalaşmış kaya türü. Bazı gnayslar, kuvars ve feldispat içeriği zengin açık renkli katlarla ve biyotit (kahverengi mika) ya da hornblend (amfibol) içeriği zengin koyu renkli katların almaşık sıralamasından ayırt edilir.

Gnostiklik: Agnostiklerin (bilinemezcilerin) sahip olduğu inanç dizgesi: İlk Hristiyanlar arasında, ruhsal şeylere ilişkin olağanüstü bilgilere sahip olduklarını savlayan ve kutsal metinleri gizemci felsefe yoluyla yorumlamayı amaçlayan bazı sapkın mezhepler.

Gondvana: Hindistan, Avustralya, Antarktika ile Güney Amerika'nın ve Afrika'nın güney bölgelerini içine alan eski bir varsayımsal kıta. Varsayıma göre, Gondvana'nın Karbonifer sonrasında parçalanmasıyla, parçaları birbirinden uzaklaştı.

Granit: Genellikle, açık renkli, iri taneli, derinde oluşmuş püskürük kayalar. Kuvars ve potasyum/sodyum feldispat içeriği zengindir; çoğunlukla mika da içerirler.

Granitleşme: Tortul taşların, çoğu kez açıklanamayan bir süreç yoluyla granite dönüşmesi.

Graptolitler: Paleozoik yaşlı kayalarda fosillerine rastlanan, soyu tükenmiş bir omurgasızlar kümesi. Bu organizmalar yığınak halinde bir yere bağlı olarak yaşardı. Herbir polip (çok ayaklı), dayanak işi gören ortak bir dikme üzerinde sıralı küçük yüksüklere (thecae) yerleşmişti. Dıştan bakınca fosiller bir kıl testere parçasını andırırlar. Başlangıçta böyle anılmalarının (graptos=yazı, lithos=taştan yapılma) nedeni kimi zaman kiltaşı içinde yazı görünümünde olmalarındandır.

Grinalit: Prekambriyen demir taşlarında rastlanan demir silikat.

Grovak: Almanca Grauwacke sözcüğünden yakıştırma, ince taneli bir 'kil' bağlayıcı arasında biraz daha irice, köşeli kuvars ve feldispat tanecikleri içeren koyu renkli 'grit' ya da kumtaşının adı.

Guyot: Tepesi oldukça düz bir alan durumuna gelmiş, bir denizaltı dağı.

Günöte ve günberi noktalarının erkene kayışı: Günöte ve günberi noktalarının -başka bir deyişle yıl içinde, gündüz ve gecenin birbirine eşit olduğu iki günün- güneşin gökküre üzerinde takım yıldızları arasında izlediği görünür yolun oluşturduğu büyük çember üzerinde yer değiştirmesidir. Bu devinim, yıldızlara göre yerkürenin dönme ekseninin çok yavaş olarak binlerce yıllık çevrimlerle dönüyor olmasından kaynaklanmaktadır. İlkçağ'da bir çevrime 'büyük yıl' adı veriliyordu ve 26.000 yıl sürdüğü sanılıyordu.

Havyar taş (Oolit): Görünümü balık yumurtasını andıran, araları dolgulu küçük kalsiyum karbonat bilyacıklarından oluşan bir tür kireçtaşı.

Hematit: Önemli demir cevherlerinden biri olan, kırmızı, kırmızımsı kahverengi ya da siyah renkli bir demir oksit.

Hersiniyen Dağ-oluş Süreci: Paleozoik'in sonuna doğru, bir olasılık Devon sonunda başlayıp Perm sonuna değin süren ve yerkabuğunda bir dizi kıvrılma-kırılmalara yol açan (diyastrofik) devinimler. Orta Almanya'nın orman kaplı sıradağları bu sırada oluştu.

Hipabisal kayalar: Çok derinlerden sokulan erimiş, kızgın magmanın yeryüzüne ulaşamadan yerkabuğunun içine yer yer sokulup kalarak, orada soğumasından meydana gelen katılaşım kayaları.

Humboldtçu bilim: Alexander von Humboldt'un önayak olduğu türde çalışmalar için Susan Cannon'un önerdiği ad. Gökbilim ile yerküre fiziği ve dirimbilimini, coğrafyacı gözüyle mercek altına alan bu çalışma türü, pek çok değişken arasındaki niceliksel ilişkileri keşfetmeye çalışıyordu. Veriler, o değişkene ilişkin eşdeğer eğrilerini taşıyan haritalara işlenerek sunuluyordu. Ölçme araçlarıyla yapılan niceliksel saptamalara önem veriliyordu.

'Ichor': Kendisi granit magması kökenli olan ve kayaları granite dönüştürme yeteneğine sahip (özsuyu) akışkanı karşılamak üzere Sederholm'un ortaya attığı terim.

İ dalgaları: Yersarsıntılarında, titreşim deviniminin dalganın iletim (yayılma) yönüne dik olduğu 'kesme dalgaları'. (İkincil dalgalar)

İkincil kaya: Bir zaman, Werner'in Flötz dizileri (tabakalanmış kayalar) için kullanılmış almaşık terim. Aynı zamanda Mesozik yaşlı kayalar için de kullanılıyordu. Artık kullanılmıyor.

İlkel kayalar: Eskiden yerküre üstünde en önce oluştuğuna inanılan gnays türü kayaları adlandırmak için kullanılan, artık kullanılmaz olmuş bir terim.

Jeodezi: (Yer ölçme bilgisi) Yer yüzeyinin büyük parçalarının biçimlerini ve alanlarını belirlemenin yanı sıra yerkürenin bütün olarak biçimini belirlemek amacıyla kullanılan uygulamalı matematiğin bir dalı.

Jeognozi: Werner'in, yerküreye ilişkin bilimsel araştırmalar karşılığında kullanmayı sevdiği terim. Daha kurgusal olduğu düşünülen yerbilim terimi yerine, karşıt nitelikleri belirlemeye dönük bir kullanımı amaçlıyordu: Werner okulunun, kaya ve mineraller araştırmasına verdiği ağırlığı ve tabakabilimi paleontolojik ilkeler yerine taşbilim ilkeleri doğrultusunda geliştirme girişimlerini vurguluyordu.

Jeomanyetik tersyüzler: Yerkürenin manyetik alanında geçmişte, zaman zaman meydana geldiği anlaşılan, tümden yön değiştirmeler.

Jeosenklinal Bkz. Yertekne.

Jura: Triyas ile Kretase arasında yer alan ve yaklaşık 213 milyon yıl önce başlayan, bol fosilli Mezozoik dizgesi.

Kaledoniyen Dağ-oluş Süreci: Alt Paleozoik devrinde meydana gelmiş ve İrlanda'dan, İskoçya'ya oradan da İskandinavya'ya değin uzanan dağ dizgesi oluşumunun yanısıra, Kuzey Amerika'nın Atlantik kıyısındaki dağların oluşumuna yol açmış büyük çaplı bir dizi yerküre devinimi.

Kalıntı mıknatıslanma: Mıknatıslanmayı sağlayan alan sıfıra indikten sonra da yitmeyip kalan mıknatıs özelliği.

Kalkan alanlar: Yerkabuğunda, uzun süreler duraylı kalabilen kıtasal kütleler.

Kalsit: Kalsiyum karbonatın ($CaCO_3$) billurlaşmış biçimlerinden (heksagonal-rombohedral) biri.

Kambriyen: Paleozoik'i meydana getiren dizgeler içinde en yaşlı olanıdır (başlangıcı 570 yıl önceye, ya da belki daha erkene dayanır); fosilleri günümüze kalabilmiş ilk sert parçalı organizmalar bu dizgede bulunur.

Karbonifer: Devon ile Perm arasında yer alan ve yaklaşık 362 milyon yıl önce başlayan Paleozoik dizgesi.

Katılaşım kayaları/Püskürük kayalar (*Igneous rocks*): 'Ateş gücüyle oluşmuş' bir kaya -örneğin, erimiş, ya da yarı erimiş bir durumdayken katılaşarak...

Kıtaların kayması varsayımı: Yerkürenin yüzeyinde kıtaların yavaş yavaş kaydığı düşüncesi; okyanus tabanında yerkabuğunun yumuşaklığı nedeniyle kıtaların, suda yüzen buzdağı benzeri yer değiştirmesi.

Kimyasal yerbilim: Yerkürenin tarihini, geçmişte meydana geldiği varsayılan kimyasal tepkimeleri göz önünde bulundurarak açıklamaya çalışan bilim dalı.

Kireçtaşı: Başlıca kalsiyum karbonattan oluşan bir tortul kaya.

Kladistik yöntem: Evrim dirimbilimcilerince ya da paleontologlarca kullanılan bir sınıflandırma yöntemi. Bu yönteme göre, organizmalar paylaştıkları, kökel, ortak özelliklere göre sınıflandırılıyor.

Klorit: Yeşilimsi boyada, pul pul, bünyesinde su taşıyan alüminyumlu, demirli ve magnezyumlu silikat bileşikleridir. Sık rastlanan bir mineral kümesidir.

Kondritler: Olivin ve piroksenden oluşan ince taneli bir zemine gömülü; çeşitli malzemeden -başlıca demir ve/ya da nikel ve peridotit'ten- küçük toplar içeren taş görünümlü göktaşları.

Kömür içeren kaya dizilimi (Coal Measures): Özellikle Karbonifer Dizgesi'nde, kömür yatakları içeren tabakalar.

Kraton: Yerküre yüzeyinin (örneğin Kanada Kalkanı gibi) büyük ve görece devinimsiz bölümü.

Kretase: Mezozoik dizgeleri içinde, en genç olanıdır; Jura'nın ardından gelmiş ve 208 milyon yıl önce başlamıştır. Avrupa'da içerdiği kireç birimiyle yakından tanınır.

Kurama batmış gözlemler: Yapılan gözlemin, gözlemcinin kuramlarına bağımlı bulunduğu görüşü: Görme olayının retinaya düşen görüntüden öte bir şey olduğu.

Kuvars: Doğada en bol bulunan silis (silisyum dioksit türü). Biçimli, saydam billurlarına 'kaya kristali' denir. Kuvars, asit nitelikli püskürük kayaların ana bileşenidir ve kum tanecikleri çoğunlukla kuvars kırıntılarıdır.

Kuvaterner: Tersiyer sonrası yerbilim zamanı. Pleyistosen ve Holosen (Yakın) dönemlerine ayrılır.

Lakolit: Tortul tabakalar arasına zorla sokularak, üstteki tabakaların kubbe biçiminde kabarmasına yol açmış; kesitten yaklaşık mantar görünümlü bir katılaşmış kaya kütlesi.

Lavrasya: Yaklaşık Karbonifer sonunda parçalanarak günümüz kuzey yarıküre kıtalarını oluşturduğu varsayılan bir kuzey yarıküre kıtası.

Limnolojik itiraz (Tatlı su itirazı): Vadi içlerinde göllere rastlandığı gerekçesiyle, vadileri akarsuların oyduğu düşüncesine yapılan itiraz. (Limnoloji=Tatlı suların fiziksel ve dirimbilimsel durumlarını inceleyen bilgi dalı.)

Litoloji (Taşbilim): Kayaları ve taşları (içerdiği fosilleri değil) inceleyen bilim dalı; ya da, kayaların (ince kesitler değil) küçük el örnekleri aracılığıyla görünüşlerine bakılarak incelenmesi.

Litosfer Bkz. Taşküre

Loksodromizm: Kerte doğrultuları üzerinde seyir sanatı; rüzgâr yönünün sabit olması durumunda, sabit bir yönde seyredebilmek için pusulada tutturulması gereken sabit açı (kerte). Humboldt bu terimi, yerkürenin kavisli yüzeyinde sabit bir yön tutturmuş sıradağlardan söz ederken kullandı.

Love dalgaları (*Q dalgaları*): Esnekliği olmayan iki katı ortam arasındaki sınır boyunca yayılan enine dalga; olası yüzey dalgalarından biri.

Lös: Çok ince taneli, türdeş, sarımsı, kül renkli, rüzgârın savurup getirdiği bir yığılmadır; çimentosu milden oluşan bir taştır.

Mafik: Başlıca magnezyum ve demir (magnezyum ve ferro) içeren minerallerinden oluşmuş; ya da, siyaha çalan, baz nitelikli, ferromagnezyen mineraller içeren kayalar.

Magma: Yerkürenin derinliklerinden kaynaklanan ve billurlaşarak katılaşım kayaları oluşturan erimiş akışkan, ya da kızgın hamurumsu kütle. Katılaşma sırasında ya da sonrasında kaçmış olabilecek, akışkanlığı artıran uçucular ve artık sıvılar içerir. Dolayısıyla, kayanın kimyasal bileşimiyle, içinden türediği magmanın kimyasal bileşimi birbirinden ayrı olabilir.

Magma ayrımlaşması (Differentiation): Bir ana magmadan değişik püskürük kayaların doğması.

Magma sokulumu (/oyulgusu/oyuntusu/özümlemesi): Magma yığınlarının, magma kazanının tavan ya da duvarlarında parçalanmalara yol açacak biçimde sokulumu; kopan kitlelerin erimiş magma içine gömülmeleri ve sonuçta magma kazanının büyümesi.

Magmacı: Dünyadaki granitin büyük çoğunluğunun bir dönemde erimiş kızgın magma biçiminde bulunduğu düşüncesinin savunucusu.

Mekanik felsefe: Tüm olguların madde ve devinime indirgenerek açıklanabileceğini; mekanik modellerin ya da benzetmelerin öteki açıklama biçimlerinden daha akla yakın ve bilimsel açıdan daha yararlı olduğunu; ve de evrene dev bir düzenek olarak bakılabileceğini söyleyen görüş.

Mezozoik: Triyas, Jura ve Kretase dizgelerini kapsayan yerbilimsel zaman.

Metasomatizm: Bir kayanın yapısındaki mineral ya da bir bileşenin, dış kaynaklardan gelen malzemenin neden olduğu tepkimeler sonucu, değişik kimyasal bileşimdeki bir başkasıyla yer değiştirme süreci.

Migma: Magmanın özelliklerinin tümünü, ya da bir bölümün taşıyan, ama granitleşme sürecinin ürünü bir malzeme.

Migmatist: Granitin çoğunun erimiş magmanın doğrudan kristalleşmesi ile değil de, granite dönüşme süreci sonunda meydana geldiği görüşünün yandaşı.

Migmatit: Granit nitelikli magmanın şistsi yaprak kayaların yaprakları arasına şırınga edilir gibi sokulmasıyla meydana gelmiş gnays türü karma kayalar.

Mika: Bir düzlem boyunca kusursuz dilinim özelliği dolayısıyla tabaka kâğıt yapısı sergileyen mineraller: Özellikle biyotit ('kahverengi mika') ile muskovit ('beyaz mika')...

Mobilizm Bkz. Devingenlik

Mohorovicic süreksizliği: Manto ile yerkabuğunu birbirinden ayıran ve sarsıntı dalgalarında kesikliklere neden olan bir süreksizlik.

Musa yerbilimi: Yerkabuğuna ilişkin gözlemleri, yerkürenin kökeni ve erken dönem tarihi üstüne Eski Antlaşma'da, sözüm ona Musa'nın anlattıklarıyla bağdaştırma peşinde bir yerbilim türü.

Nefelin: Kaya yapıcı bir sodyum potasyum alüminyum silikat minerali. Billurlaşma yapısı heksagonal dizge içinde yer alır.

Neptüncülük: Yerkabuğundaki bütün kayaların ilkin, çökelme yoluyla suda yığıldığını; ya da çökeldiği varsayılan kayaların aşınma-taşınmasından doğan tortulların birikmesinin ürünü olduğunu ileri süren Werner'in kuramlarıyla bağlantılı öğreti.

Nicol Prizması: Tek düzlemde titreşen ışık (polarize ışık) üretmek amacıyla William Nicol'ca bulunmuştur. Bir kalsit billuru, ışığın çifte kırılmasını sağlayacak ve iki ışından yalnızca 'olağanüstü' ışını geçirecek biçimde kesilip yapıştırılmıştır; geçen ışın tek düzlemde titreşen (polarize) ışıktır. On dokuzuncu yüzyılın kayabilim araştırmalarında kullanılan mikroskoplarda 'polarizör've 'analizör' adıyla iki Nicol Prizması kullanılıyordu.

Normal kırık (fay): Kırık düzlemi üzerinde tabakaların aşağıya doğru yer değiştirdiği kırıklar. Bu olay, basıncın toplamda en yüksek değerinin yatay değil de, dik yönlü olması durumunda meydana gelir. (Ters kırıkla karşılaştırın.)

Obsidiyen Bkz. Volkan camı

Ofitik doku: Feldispat (plajioklaz) kristallerinin piroksen içinde, çoğunlukla ojit tanecikleri arasında gömülü olduğu doleritlerin dokusu için kullanılan bir terim.

Ojit (Augite):Demir-magnezyum içeren mineral dizilerinden piroksen ailesinin sık rastlanan yeşil, kahverengi ya da siyah renkli üyesi.

Olivin: Yeşil, kahverengi-yeşil, ya da sarı yeşil renkte, ortorombik yapıda bir mineraller kümesi (demir magnezyum silikat).

Oluşuk (Formation): Ardarda bir dizi tabakadan meydana gelen bir taş-tabaka (lithostratigraphy) birimidir; harita yapımında ya da tanımlamada kolaylık sağlar. Lyell'in tanımına göre oluşuk, ister köken, yaş bakımından, isterse bileşim bakımından ortak özellikleri olan herhangi bir kaya takımıdır. Dana, oluşuğu bir yerbilim devrinde oluşmuş, birbiriyle ilişkili bir tabaka kümesi olarak tanımlar.

Oolit Bkz. Havyar taş

Ordovisiyen: Kambriyen ile Silur arasında yer alan, yaklaşık 505 milyon yıl önce başlamış bir Paleozoik dizgesi.

Orojenez Bkz. Dağ-oluş süreci

Oroklinal: Yerkabuğunda bir dağ sırasının ilk oluşumundan sonra, yatay yer değiştirme dolayısıyla aldığı yay biçimi.

Oyulgu (/oyuntu/sokulum/özümleme [Stoping]): Yerkabuğu kütlelerinin, ya da yüzey kayalarının çevreleyen magma içinde batması ya da çıkması.

Öhemerizm (Euhemerism): Söylencelerde geçen tanrıların, tanrılaştırılmış insanlar olduğu görüşü; ya da, söylenceleri yorumlarken, onlara kuşaktan kuşağa aktarılmış gerçek tarih olayları gözüyle bakan yöntem.

Ön-alan ve arka-alan: Bunlar Suess'in kullandığı iki terimdir. Kıvrımlanmış sıradağlarda şu kuşaklar ayırt edilebilir: Esnek olmayan, belvermeyen, kıvrımlanmamış kütleler 'ön-alan'a *girer*; bunun ardında, kıvrımlanma kuşağı *yer* alır; etkinliğin azalarak söndüğü, ya da bir kırıkta son bulduğu kuşak 'arka-alan'dır. 'Ön-alan' terimi, aynı zamanda, tekne dibi tortullarının sıkışmaya uğrayınca üstüne doğru yürüdüğü bloku; ya da, üstüste binmiş, aşmış kıvrımların önündeki bölgeyi tanımlamak için kullanılır.

Öncel akaçlama: Bir bölgede yer yükselmesi meydana gelmeden önce biçimlenmiş akaçlama örüntüsünün, yer devinimleri sırasında ve sonrasında (aşındırmanın yükselmeye denk bir hızla ilerlemesi nedeniyle) değişmeden kalması.

Östazi: Deniz yüzünün dünya çapında yükselip alçaldığı varsayımı.

Ötektik nokta (/Birerim noktası): Bir karışımın en düşük erime noktası: Karışımın bileşenlerinin, katı çözelti oluşturmamak koşuluyla, bu en düşük erime noktasını sağlayacak oranlarda bir araya gelmesi.

Paleetiyolojik: Geçmişteki olguları bugün geçerli neden sonuç ilkeleriyle, bugünkü durumu da uzak geçmişte etkin olmuş nedenlerle açıklamaya çalışan bilim dallarına Whewell'in verdiği ad.

Paleontoloji (Grekçe paleios= eski): Fosilleri araştıran bilim dalı.

Paleozoik: (Avrupa'da) Prekambriyen'i izleyen ve Kambriyen, Ordovisiyen, Silur, Devon, Karbonifer ve Perm dizgelerini içine alan, yaklaşık 570 milyon yıl önce başlamış yerbilim devri.

Pallasit: Yaklaşık yarı yarıya metal ve silikatlardan oluşan bir göktaşı türü.

Pangaea: Wegener'in ortaya attığı kıtaların kayması kuramına göre, parçalanarak bugünkü kıtaları meydana getirdiği varsayılan büyük kıta.

Panthalassa (/Pantalasa): Büyük bir varsayımsal okyanus.

Pantokrator: Evreni ölçüp biçen ve yaratan tanrı.

Peridotit: Olivin ile diğer demir ve magnezyum içerikli (/mafik) mineraller bakımından varsıl, ama feldispatlar bakımından yoksul, olağanüstü baz nitelikli derinlik kayaları için kullanılan genel bir terim.

Permanentizm (Kalıcılık öğretisi): Yerbilim devirleri boyunca kıtaların birbirine göre konumlarının aynı kaldığını savlayan öğreti.

Permiyen: Paleozoik dizgeleri içinde en genç yaşlısıdır; Karbonifer'i izlemiş ve yaklaşık 286 milyon yıl önce başlamıştır.

Petrografi: Kayaların dizgesel biçimde tanımı ve sınıflandırılmasıyla uğraşan bilim dalı.

Petrojenez: Kayaların, özellikle püskürük kayaların kökenini araştıran kayabilim dalı.

Petroloji (Kayabilim): Kayaların sınıflandırılması, kökeni, uğradığı değişimleri ele alan bilim dalı.

Pirit: Demirli Pirit ('Enayi altını'). Pirinç sarısı renkte, billurları kübik yapılı FeS_2. Önemli bir kükürt cevheri.

Piroksen: Demir-magnezyum içerikli, genellikle rengi siyaha çalan bir mineral kümesi. En yaygın olanı, baz nitelikli püskürük kayalarda görülen ojit (augite). Piroksenlerde çoğunlukla, birbirine aşağı yukarı dik iki dilinim dizgesi görülür. Bu özelliklerinden dolayı, arazide karşılaşılan örnekleri tanımak kolaydır (amfibollerle karşılaştır).

Plajioklaz: Feldispatların önemli bir kümesini oluşturan sodyum/kalsiyum alüminasilikatlar dizisi: Albit, oligoklas, andezin, labradorit, bitovnit ve anortit.

Pleyistosen: Yakın dönemin hemen öncesinde, 1,6 milyon yıl önce başlamış bu yerbilim dizgesi süresince yerkürenin büyük bölümü buzlarla kaplıydı.

Plütonik Bkz. Derinlik kayaları.

Plütonculuk: Granit türü kayaların, yerkürenin derinliğinde magmanın soğuması ve katılaşması sonucu oluştuğunu söyleyen öğreti.

Polarize ışık mikroskobu: Kayaların tanımlama ve sınıflandırılmasında kullanılan bir mikroskop. İncelenecek ince kesitin üzerine yerleştirildiği bir döner tabla ile polarizör ve analizör (çözümleyici) prizmalarla donatılmıştır. Işığı çift kırabilen mineraller, bu yoldan incelendiğinde, herbiri kendine özgü renk ve görüntüler sergiler ve bu özellikler tanılamayı kolaylaştırıcı olabilir.

Polarize ışık: Elektromanyetik titreşimlerin 'zora koşulmasıyla' elde edilen ışıktır. Bu koşullarda elde edilen (düzlemcil) polarize ışıkta, titreşimler tek bir düzlemde yol alır.

Polarizör: Bir kaya inceleme mikroskobunda bulunan Nicol Prizması (ya da polaroid filtre). Işık, incelenmekte olan ince kesite gelmeden önce bu prizmadan geçer. Kaya ya da mineraller incelenirken gerekli olan polarize ışık mikroskobun bu bölümünde elde edilir.

Porfir: İnce taneli bir bağlayıcı içinde büyükçe, iyi biçimlenmiş billurların yer aldığı, orta incelikte ya da ince taneli püskürük kaya.

Pozitivizm (Olumluculuk): Gerçeklikleri ve gözlenebilen olguları bilginin temeli sayan felsefe dizgesi.

Prekambriyen: Kambriyen'den önce gelen, aynı zamanda kayaların oluşumunu da içine alan, çok uzun yerbilimsel dönem. Eskiden, Kambriyen öncesi kayaların fosil içermediği sanılıyordu ve bu yüzden yerkürede yaşamın başlamasından önceye tarihleniyordu; ama, artık Prekambriyen'de kavkısız fosillere rastlanmış bulunuyor.

Propilit: Hidrotermal etkilerle değişime uğramış andezitler vb. kayalar için kullanılan bir terim. Değişim sonucu feldispatlar, albit, epidot, kalsit, klorit gibi minerallerle; ve demir-magnezyum içerikli (/mafik) mineraller de, klorit epidot, pirit ve demir cevherleriyle yer değiştirmiştir.

Raleigh dalgaları: R dalgaları. Türdeş, esnek bir katı maddenin yüzeyi boyunca iletilen yüseysel sarsıntı dalgası.

Riyolit: Asit nitelikli, ince taneli, bileşimi granitinkine denk bir püskürük kaya.

'Salik': Kuvars ve feldispat gibi silis ve/ya da alümina bakımından varsıl 'asit' nitelikli minerallerin topu için kullanılan bir terim. Kayalardan söz ederken, bu tür mineraller 'felsik' adını alıyor.

Senklinal Bkz. Yertekne.

Sial: Yerkürenin, kıta altlarına rastlayan ve başlıca silis ve alüminadan oluşan üst kabuğu. Tavanda granitimsi bileşimle başlayıp tabanda gabromsu bileşimle son bulur.

Siderit: Şalibdit. Bir miktar magnezyum ve manganez içeren bir demir karbonat minerali.

Silis: Silisyum dioksit, SiO_2.

Siluriyen: Ordovisiyen ile Devon arasında yer alan ve yaklaşık 438 milyon yıl önce başlamış bir Paleozoik dizgesi.

Sima: Yerkabuğunun, kıtaları oluşturan sial altında, bazalt ya da peridotit bileşimli kayalardan oluşan, özellikle silis ve magnezya içeren altbölümü.

Sismik: Yersarsıntıları ya da yerküre titreşimlerine ilişkin.

Sismograf: Depremyazar. Sarsıntı dalgalarını kaydeden araç.

Sismogram: Depremyazarın çizdiği çizgiler.

Sismometre: Depremölçer. Sarsıntı dalgalarından bilgi elde etmeye yarayan araç.

Siyenit: Kimyasal bileşimi asit ile baz arası, ortoklas gibi alkali nitelikli feldispatlar ve hornblend ya da kahverengi mika gibi bazı koyu renkli mineraller içeren, iri taneli bir püskürük kaya. Küçük miktarlarda kuvars ve plajioklaz da içerdiği olur.

Soret ilkesi: Bir çözeltinin değişik noktaları arasında sıcaklık ayrımı varsa, düşük sıcaklıktaki noktada çözünenin yoğunluğu daha yüksektir. Dizgenin dengeye kavuşması, ancak her yerde sıcaklığa uygun yoğunluğun sağlanmasıyla gerçekleşir.

Stoacılık: İÖ 300 dolayında Zeno'nun kurduğu felsefe okulu. Mutluluğun yolunun, birincil iyilik sayılan erdemlilikten geçtiğini vurgular. Stoacı öğretide evren anlayışı heptanrıcı (panteist) idi; evrende düzeni ve uyumu sağlayan 'evrensel-us' idi.

Stoping: Bkz. Oyulgu.

Stratigrafi: Bkz. Tabakabilim.

Şist: Belirgin yapraklanma sergileyen, orta-iri taneli bir başkalaşmış kaya. İçerdiği mika (pul pul) ve amfibol (çöp çöp) gibi bol miktarda eşit boyutlu mineral tanesinin genel yönelimi doğrultusunda çatlayıp yarılmaya yatkın yapıda.

Şistus: Hutton'un şistten grovaka çeşitli kayalar için, her niyete kullandığı bir terim.

Tabakabilim (Stratigrafi): Yerkürenin kabuğunda yer alan tabakalanmış kayaları, oluşum, kimyasal bileşim, ardışım ve bağıntılaşım bakımından inceleyen yerbilim kolu.

Taban düzeyi: Akarsuyun yatağını aşındırabileceği en alt düzey: Bu, temelde deniz düzeyidir. Taban indirme, yeryüzünün taban düzeyine dek aşındırılmasıdır.

Tabla tektoniği: Yerkürenin genel yapısal özelliklerini açıklayan bu kurama göre, yerkürenin yüzeyinde, yanal olarak yer değiştirebilen büyük yerkabuğu 'tablalar'ı vardır. Yanal devinimin, alttaki yumuşak malzeme ve mantodaki konveksiyon akımlarından ileri geldiği varsayılmaktadır.

Taşküre (Litosfer): Yerkabuğu; yeryuvarlağını saran kabuğun en dışı.

Tekdüzenlilik: Çeşitli anlamları yanında, aynı zamanda bir yöntembilim ilkesi olan 'bugünkü doğa olayları ve yasalarının geçmişte olanları aydınlatabileceği' ilkesini de içeriyor. Doğa yasalarının tekdüze olduğu; geçmişteki koşullar ve süreçlerin aşağı yukarı bugünkünün benzeri olduğu ve yerbilimsel değişikliklerin, ani yıkımlar, ya da 'tufan'la kesintiye uğrayarak değil, yavaş yavaş ve duraksız sürüp geldiği varsayımı.

Tekne(leşme) (Syncline): Tabakaların, içbükey yüz en üstte bulunacak biçimde kıvrımlanması.

Tektonosfer: Yerkürede kabuk devinimlerinin meydana geldiği kuşak.

Ters kırık (fay): Kırık düzleminin bir yanındaki tabakalarda yukarı doğru devinim meydana getirecek biçimde etkili olan sıkıştırma kuvvetlerinin neden olduğu kırık. (Normal kırıkla karşılaştırın.)

Tersiyer: Bkz. Üçüncü Zaman.

Tetis: Avrupa ile Afrika arasında yer alan ve Tersiyer öncesinde Güney Asya boyunca uzanan, doğu-batı uzanışlı bir su yolu.

Tomografi: Tıptan alınma bir terim. Yerkürenin yüzeyinde değişik noktalara yerleştirilen depremyazarlar yardımıyla, sarsıntı dalgaları çözümlenerek, yerkürenin içinin üç boyutlu görüntüsünü elde etme yöntemine; ya da, sismik veriler çözümlenerek yerkürenin üç boyutlu yapısının haritasını çıkarma yöntemine yerbilimde verilen ad.

Tortulanma çevrimi: Tortulların, denizel ve karasal ortamlar arasında, kimi zaman havaküre ya da canlı organizmalar üzerinden geçerek) çevrimlendiği düşüncesi.

Trahit: Biyotitli, hornblendli ya da piroksenli alkali feldispatlardan meydana gelmiş bir dış püskürük kaya. Bir siyenitin türev eşdeğeri.

Trap: Almanca'da ve İsveççe'de 'basamak' ya da 'merdiven' anlamına gelen sözcük, siyaha çalan dayklar ve çoğunluğu bazalt olan akıntı kayalarını adlandırmak üzere alınmış. (Kimi yerlerde art arda gelen lav akıntıları basamak ya da merdiven görünümü alabiliyor.)

Triyas: Mezozoik zamanının ilk dizgesi; Perm ve Jura dizgeleri arasında yer alıyor ve başlangıcı 248 milyon yıl önceye uzanıyor.

Tuz, Kükürt ve Civa kuramı: On altıncı yüzyılda ve on yedinci yüzyılın başlarında çok yaygın bir kuram. Bu kurama göre madde, ona niteliklerini kazandıran üç temel ilke içermekteydi; ya da, belki üç temel ilkeden oluşmaktaydı. Örneğin maddeye yanıcı niteliğini katanın kükürt olduğu sanılıyordu.

Uyumazlık: Genç tabakaları yaşlı tabakalardan ayıran ve yaşlı tabakaların genç tabakalardan genellikle daha dik eğimli olduğu bir aşınma yüzeyi.

Üçüncü Zaman (Tersiyer): Eski bölümlemede kayaların yaşının Birinci, İkinci Üçüncü zaman olarak ayrıldığı dönemden kalma bir ad. Bugün, bir 'serinin' oluşma zamanı anlamına gelen devreler bakımından Paleosen, Eosen, Oligosen, Miyosen ve Pliyosen devrelerinden meydana geliyor. Kretase'den sonra gelen Tersiyer devri 65 milyon yıl önce başladı ve 63 milyon yıl sürdü.

Üst üste yerleşim (/Süperpozisyon) ilkesi: Bir tabaka ardışımında altta olanların daha yaşlı, üstte olanların daha genç olduğu ilkesi. Tabakaların biçimsel bozulmaya uğradığı, ya da bindirme geçirdiği yerlerde ilke uygulanamayabilir.

Vikariyans biyocoğrafyası: Oluşan coğrafya engelleri yüzünden organizma topluluklarının birbirinden ayrı düşmelerini ve bunun sonucunda evrim yoluyla ayrımlaşmalarını konu edinen araştırma dalı; ya da, coğrafya engelleri oluşması sonucu ortaya çıkan tür ayrılıklarının araştırılması.

Volkan camı (Obsidiyen): Kimyasal bileşimi riyoliti andıran, içbükey kırılma yüzeyleri veren, yanardağ kökenli, koyu renkli cam.

Vulkancı: Derinlik kayalarının kökeni konusunda Hutton'ın öğretilerini savunan ve bazaltların Werner'in öngördüğü üzere çözeltilerden çökelmeyip püskürük kökenli olduğu görüşüne bağlı kişi.

Walther yasası: Belli bir tortulanma alanında, belli bir taş-tabaka birimine bağlı, düşey ardışımlı tabakalar derece derece değişerek, bir başka litolojik tabakaya geçtiği gibi; bu tabakalar arasında yana doğru da bir geçiş vardır. Başka bir deyişle, herhangi bir yerdeki düşey geçişi doğuran tortulanma koşullarında değişimin, yana doğru bir uzantısı da vardır. (Ayrıntılı bilgi için bkz. s. 507)

Whig Parti gözüyle tarih yazımı: On dokuzuncu yüzyıl tarihçilerinden, Whig parti yandaşı olan kimi tarihçilerin yazdığı türden tarih. Bunların gözünde tarih, temelde

ilerlemeyle geçerek bugünkü noktaya ulaşmıştır. Bilim tarihi yazımına uygulandığında, bugünün bilgisinin doğruluğunu kabul edip, geçmişteki bilimi çağcıl bilgiyle karşılaştırarak yargılar. Bu nedenle de, bilimi çağı dışında değerlendirme durumuna düştüğü söylenmiştir.

Yarık vadi: Birbirine koşut iki yarık ya da doğrultu atımlı kırıklar arasında kalan bir şeridin aşağı çökmesiyle meydana gelmiş bir vadi.

Yaşlı Alacalı Kumtaşı: Devon dizgesinin Avrupa'daki kara fasiyesini oluşturan, konglomera (çakıl kaya), kırmızımsı kiltaşı ve kumtaşlarının ardışık dizilimi.

Yeni Alacalı Kumtaşı: Britanya ve Avrupa'nın başka yerlerinde Perm veTriyas dizgelerinin büyük bölümünü meydana getiren, ve çöl koşullarında oluşmuş bir dizi kırmızımsı kumtaşı.

Yerkabuğu: Yerkürenin dış tabakası. Önceleri içteki erimiş malzemeyi sardığı düşünülürken; şimdi taşküre, sial, Mohorovicic süreksizliği üstünde kalan malzeme, tektonosfer gibi çeşitli biçimlerde tanımlanıyor.

Yerkemer (Anticline): Tabakaların dışbükey yüzünün en üstte olduğu kıvrımlanma.

Yerküreye ilişkin genetik kuramlar: Yerkürenin zaman içinde, önceden saptanmış bir yolda; ya da, kimyasal ve fiziksel ilkelere uygun olarak işleyen, önceden kestirilebilir belirli bir sürece göre değiştiği düşüncesine dayanan kuramlar.

Yerküreye tarihselleştirmeci yaklaşım: Yerkürenin bugünkü durumuna ulaşmasına neden olan sıradışı olay ve süreçlerin tarihini belirleme çabalarından ortaya çıkan anlatı; buna bağlı olarak, yerbilimsel olguların tarih kavramlarıyla açıklanması.

Yertekne (Geosyncline): Uzun bir zaman boyunca çökerek içinde tortulların biriktiği büyük ve uzun bir 'tekne'. Tekne tabanında yığılan tabakalar daha sonra kıvrımlanarak sıradağları oluşturmuşlardır.

Yükselti kraterleri kuramı: On dokuzuncu yüzyıl başlarında von Buch ve başkalarınca benimsenmiş bir kuram. Bu kuram, yerkürenin yüzeyinde dağların derinden gelen malzemenin sokulmasıyla kabarcık gibi çıktığını varsayıyordu.

Zeytinyağı gibi ayrılma (Liquation): Bir karışımın eritilmesi durumunda, karışımın bileşenlerine ayrılması; ortak bir çözelti içindeki, (yağ ve su gibi) iki karışmayan sıvının -sözgelimi magmadan olabileceği gibi- çözeltiden ayrılması.

Giriş

Güney Pasifik'te Vanuatu Adalar denizinin, kuş uçmaz kervan geçmez adalarından Tanna'da yaşamımın ilk etkin yanardağını gördüğümde 55 yaşındaydım; yıl 1991. Doğrusu, daha önce Yeni Zelanda, Japonya ve İtalya'da başka yanardağlar görmüş ve birkaçına tırmanmıştım. Fransa'da Massif Central, Edinburgh'da Kale Kayası gibi dolaştığım bir sürü dağ tepe oldu. Yerbilimcilerin, gezi kılavuzlarının, haritaların ve yerbilim kuramlarının buyurduğuna göre bunlar ölü ya da uyuyan yanardağlardı. Yeni Zelanda'da geçirdiğim yedi yıldan sonra, fokurdaya fokurdaya kükürt kokulu buharlar salan çamur havuzları artık benim için oldukça bildik, hatta sıradan görüntülerdi. Ama Tanna gibisiyle hiç karşılaşmadım. Nefes kesiciydi demek bile kıyısından geçebilirdi ancak. Sözcüğün tam anlamıyla, korku ve saygı salmıştı içime.

Yasur Dağı'nı görmeye gidenler, lav akıntısının oluşturduğu koninin yüzeyinden kolayca tırmanırlar. O sırada karanlık çökmektedir. Kimi kayalar boşlukları dolayısıyla öylesine hafiftir ki, insan kocaman süngerimsi bir kayayı tek eliyle başından yukarıda tutabilir. Eğer rüzgâr kişiye doğru esiyorsa, dayanılmaz, leş gibi bir koku taşıyacaktır; ama, kulakların bunca çarpıcı bir biçimde etkileneceği akla gelmez. Sanki kişi art arda gelen dev dalgaların sıra sıra kayalıkları dövdüğünü duymaktadır; oysa, duyulan dağın karnındaki akışkan lavın çalkantısıdır. Yanardağın boğazının (kraterin) kıyısından bakıldığında, ortalık aydınlıkken görülecek çok birşey yoktur: Yalnızca uçurumun dibinde birkaç ışık lekesi, arada sıra, belli belirsiz bir lav kaynamasıyla birlikte derinden derine duyulan büyük uğultu... Ama karanlık çökerken tüm görünüm değişir. Kısa süren tropikal alacakaranlığın ardından, ışık saçan bir koca kazan erimiş kayanın, yanar-

dağın olağanüstü büyüklükteki iç yamaçlarını aydınlattığı görülür. Sonra, yer sarsıntıları sürer ve çağıltı artarken, zaman zaman kor kırmızı maddenin fıskıye biçiminde yükseklere fışkırdığı görülür ki, dünyanın en güzel havai fişek gösterisi yanında hiç kalır. Ama aklımda yer eden en baskın düşünce, duyumsama ya da algılama, fokurdayan erimiş madde yığınından başka birşey olmadığı anlaşılan, yeryuvarlağının derinliklerine yakından bakabildiğim ya da şöyle bir göz atabildiğimdi. Ve gerçekten de, bütün bunların niçin böyle olduğuna ilişkin hiçbir bilgim yoktu. Belki birşeyleri soyut anlamda biliyordum; ama bildiklerim, insanın kendi kişiliğini, evinin içini bilmesi türünden ya da bir bisikletin nasıl gittiğini, iş yerinin yolunu ya da mektup yazmayı bilmesi türünden değildi. Yasur Dağı maddenin yüreğinde saklı gizi, dünyamızın ve evrenimizin doğasının niteliğini açıklıyordu.

Tanna Adası, dünyada Batı 'uygarlığının' ayağının hemen hiç değmediği bereketli ve erinçli noktaların sonuncularındandır. 1991 yılında, Tanna'da oturanlardan yalnızca on biri Avrupa'lıydı. Ada bereketli ve yeşillikler içindedir; mercan denizinde balıktan geçilmez. Yerlilerden çoğunun Batı dünyasıyla az ya da çok bir ilintisi vardır. Bu ilintinin kurulmasında küçük ölçekli alım-satımın, günlük uçak seferinin, radyonun, okulların ve bir küçük hastanenin payı vardır. Ama kimileri geleneksel yaşam biçimini seçmiştir. Ottan örülme eteklik ya da kamış koruyucudan başka bir şey giymezler; domuz ve yerelması dışında para birimi kullanmazlar. Gördüğümüz kabile dansçıları dans ederken özel bir tempo uyarınca ayaklarını yere vuruyor ve bir tür zikir çekiyorlardı. Bütün köy dansa katılıyordu ve çocukların dans eden büyüklerine benzemeye çabalamalarını görmek ilginçti. Böylece yetişiyorlardı. Dans ve kuşkusuz bizim gözleme ayrıcalığını yakalayamadığımız diğer dinsel törenlerin (ritüeller) amacı köyün bireylerinin, birbirine tutkun ve başarılı bir toplum kümesine dönüşmelerini sağlamaktı.

Aralarındaki tutkunluğu (dayanışmayı) yaratan güçlerden biri de söylenceden aldıkları güçtü. Tam söylemek gerekirse,

Tanna Adası'nın yerlileri Yasur Dağı'nın kökeni konusunda aşağıdaki öyküye inanıyorlar:

> Evsiz barksız bir boşta gezen, Tanna Adası'nın dört bir yanını dolaşıp yerleşebileceği bir yer aradı. Kükürt körfezinin yakınlarında Savai ve Mounga adında iki kadınla karşılaştı. Kadınlar, çoğu kadın gibi, eteklik ve sepet örüyordu. Adam, yanardağın yakınında boş bir çukur gördü; oraya kıvrılıp dinlenmek için izin istedi. Çukura girince üşümemek için kıvranıp durdu. Debelendikçe kül yığışmaya başladı. Bunu gören kızlar korkudan kaçtı. Kaçarken bıraktıkları etekliği almak için geri döndüklerinde yenice oluşmuş küle batıp çıkamadılar. O gün bu gündür gömülü kaldıkları yerde, iki küçük krater kaldı (Douglas ve Douglas, 1990, s. 91).

Böyle bir söylencenin bize inandırıcı gelmediği açık; ama, sanırım cengellerdeki köylülere akla yakın geliyordu. En azından, bilinmez olanı bildikleri şeylerle açıklamaktaydı.

Oymak toplumlarının ortak özelliklerinden biri de böyle yüzlerce söylence ve masala sahip olmaları. Bu söylence ve masalların çok önemli bilgilendirici ve toplumsal bir işlevi var: Kavranamaz olanı kavranabilir yapmaya yardımcı olurlar; kimi zaman aktardıkları bilgilerle yaşamı kolaylaştırır ya da insan davranışında doğru-yanlış olanı gösterirler ve toplumsal dayanışmayı yaratırlar. Kamış koruyucusuyla ortalıkta gezinen hangi ufaklık bu söylenceyi saçma bulduğunu söyleyebilir? Bu, dışlanmasına yol açacaktır. Daha beteri, akıldan bile geçirilmeyecek şeyler düşündüğü için, aklından zoru olduğu sanılıp ona göre davranış görecektir.

Bu noktalar üzerinde biraz uzunca durmamın bir nedeni, (okuyucunun da aklına gelmiş olabileceği gibi) Tanna'da karşılaştığım 'canlı' yanardağın beni derinden etkilemiş olmasıdır. (Ayrımsanmış olacağı gibi, canlı ya da ölü yanardağ sanısı, gün-

delik konuşma dilimizde varlığını korumakta.) Tanna'da geçirdiğim deneyimler, Güney Denizi'nde kuş uçmaz kervan geçmez bir adadan yola çıkarak, tarih öncesi zamanlarda, ilksel insan ilişkileri döneminde -henüz yazı bulunmamışken, bilim öncesi, bugün yararlandığımız teknolojinin hemen hiç biri akılda bile yokken- insanoğlunun ne türlü yaşamış olabileceği ve neler düşünmüş olabileceği konularına kıyıdan köşeden, anlık bir göz atmamı sağladı sanırım.

Tüm insan etkinliklerinin üzerinde geçtiği sahnedir yerküre kuşkusuz ve yerküre üstüne anlatılmış masal ve söylence bolluğundan geçilmez. Masallar olmasaydı izi kalmadan unutulup gidecek yerbilimsel nitelikte kadim doğa olaylarına ilişkin ipuçları sunmalarından dolayıdır ki, masallar (mitler) yerbilimcilerin ilgisini çekmeyi sürdürüyor (Vitaliano, 1973; Greene, 1992). Yerküreyi konu edinen tarihçilere ve düşünürlere ise mitler daha ilgi çekici geliyor; çünkü, yerküreye ilişkin düşünce tarihinin ilk adımlarına, masal-destan kültüründen bilim kültürüne doğru geçişte rastlanıyor. Dolayısıyla araştırmamızın ilk adımı bu değişim olacak.

İnsan Düşüncesinde Yerküre, adı içeriğini neredeyse eksiksiz yansıtan bir kitap. Yerküreye ilişkin insan düşünceleridir anlattıkları; ya da, daha doğrusu, yerküreye ilişkin düşüncelerin tarihi... Bunu söylemek -beni ilgilendiren daha çok yerbilimcilerin düşünceleri olsa bile- yerbilim tarihi üstüne bir kitap olduğunu söylemekle aynı şey değil. İnsan, evrenbilimcilerin yerküreyi ele alışlarının tarihini yazabilir; ya da çiftçilerin yerküreye ilişkin düşüncelerinin tarihini; ya da ozanların yerküreyi algılayışlarının tarihini... Bu tür görevleri başka yazarlara bırakıyorum. Konu böyle sınırlandıktan sonra bile, elinizdeki boyutlarda bir kitap, yerküre biliminin tam kapsamlı bir tarihini sunmaya yetmez. Tanna'ya ilişkin anlattıklarımın gösterdiği gibi, insanların yerküre üstüne neler düşünmüş olduklarını tarayıp incelerken, unutulmaması gereken çeşitli yaklaşım biçimleri var. Yine de, söyleyeceklerimin çoğu Batı biliminin yerbilim ge-

leneği üstüne olacak (Ne yazık ki, yalnızca Batılı düşün geleneği konusunda yazabilecek durumdayım.).

Bu nedenle, *yalnızca* yerbilimin teknik tarihini vermeye kalkışmayacağım. Ama başlıca yapmak istediğim, belirli bir bilim dalında düşünce serüvenini aktarmak olduğu için, teknik konular ister istemez bütün içinde önemli bir yer tutuyor. Bu tarihsel öyküleme sırasında, çok sayıda soruyla karşı karşıya kalıyoruz. Yerküre nedir? Nasıl var oldu? Nelerden oluşmakta? Yaşı kaç? Oldum olası bugün göründüğü gibi miydi? Tarihinden söz edilebilir mi? Edilebilirse, bu tarih bilgisine nasıl erişilebilir? Konusu yerküre olan bir bilim dalı nelerden söz eder? Bu, evrenbilimin bir başka biçimi midir? Ya da, fiziğin alanına mı girer? Yoksa kimyanın alanına mı?... Yerküreyi incelemek isteyen bir kişinin gözlemesi gerekenler nelerdir? Yerbilim çözümlemesi, ya da bireşimi (/sentezi) nasıl ortaya çıkar? Yerküre üstüne düşünme sürecinde bilimsel araçların ve deney yapmanın rolü nedir?

Sorulabilecek soruların ardı arkası kesilmek bilmez gibi görünüyor. Hepsini tam anlamıyla, doyurucu biçimde yanıtlayabileceğim umudunu taşımıyorum. Ortaya koyduğum, yerküre üstüne düşünce ve kuramların gelişimini araştırma çalışmalarına geniş anlamda bir katkıdır. Yerbilim tarihi[1] konusunda uzun zaman almış kişisel çalışmalarımın ürünü söz konusudur; ama, aynı zamanda, bilim tarihçileri ile tarih-bilimcilerin, yerbilimin tarihi üstüne yazıp düşündüklerinin genel bir bireşimi amaçlanmıştır. Bu, konu başlıklarının seçiminden de belli oluyor, bir ölçüde. Yerbilim tarihinin başlangıç dönemlerine, yakın dönem konularına göre daha çok yer verilmiştir ve bu da ister istemez yazılanlarda kendini gösteriyor. Öyleyken bile, konuları döndürüp dolaştırıp yerbilimde uç veren ve kamuoyunun ilgisini çeken yakın zamanların bazı ilginç 'toparlayıcı' düşüncelerine getirmeye çabaladım; bunun yanında, çoğu yerbilim tarihinde gözardı edilmiş kimi konuları ele aldım.

Yerbilim tarihi üstüne yayımlanmış bilgilerin çoğu parça parça ve dağınıktır. Onu izleyen mineralbilimin (mineralojinin) ve

kayabilimin (petrolojinin) tarihi üstüne yazılanlar azdır; jeofiziğin tarihi üstüne de yazılmış pek bir şey yoktur. Tortulbilim (sedimentoloji) tarihi üstüne yazılanlar azdır. Yerşekilleri bilimi (jeomorfoloji) ve fosil biliminin (paleontolojinin) hakkı az da olsa verilmiştir; ama, tabakabilim (stratigrafi) ve haritacılık tarihi araştırmaları, konunun doğası gereği, darmadağınıktır. Yeryuvarlağının değişik bölgelerinde yer alan tabakalar üstüne bunca yıl birbirinden kopuk olarak yapılmış araştırmaları bütünlüğe kavuşturmak gerçekten zor olduğu gibi, Çin ya da Rusya gibi ülkelerdeki araştırmaların tarihi üstüne Batıda bildiklerimiz oldukça az. Yine de, dünyanın olabildiğince çok çeşitli yerlerinden örnekler vermeye çalıştım.

Her bilim dalının kendine özgü nitelikleri ve düşünü (/entelektüel) sorunları var. Yerbilimin en temel sorunuysa, geçmişi anlamaya çabalamasıdır; ama bunu ancak günümüzün gözüyle yapabilir. On dokuzuncu yüzyılda yaşamış tarihçi, bilim insanı ve düşünür William Whewel'in sözleriyle, yerbilim günümüzdeki değil de, geçmişte işlemiş etmenlerle uğraşır. Bu etmenlerin günümüzde işleyenlerle aynı mı, ya da onlardan ayrı mı olduğu, hem yerbilimciler, ve hem de yerbilim düşünürleri için sürekli sorun oluşturur. Bundan dolayı, yerbilimcinin sorunları bir bakıma, genel tarihçinin, ya da, (hatta) insanbilimcinin (antropolog) sorunlarına benzetilebilir.

Öyleyse, her ne kadar yerbilimciler araştırmalarında insan doğasında var olan iniş çıkışlarla uğraşmak zorunda olmasalar da, işleri bir tür yorumlama alıştırmasıdır. Yer katmanlarının okunacak bir 'kitaba' benzetilmesi, sık görülen bir eğretilemedir (/metafordur). Kitabın kimi sayfaları ister istemez eksik olacaktır. Okuma her zaman yorumlamayı gerektirecektir ve yerbilimci bu konuda becerikli olmalıdır. Ama, işin kolay olduğunu ve sonunda arananı yakaladığını sananlar, yerbilim tarihini hiç akıldan çıkarmamalıdır. Eğer yerküre tarihine ilişkin düşüncelerin bize öğretebileceği bir tek şey varsa, o da yorumların durmadan değişmekte olduğudur. Bundan dolayı, bugün benimse-

diğimiz yorumların tüm zamanlar için doğru olduğunu sanmak, kendini bilmezlik olur.

Biraz da bu nedenle, kitabın ileriki bölümlerinde yerküre üstüne bana ilginç gelen ama yanlış olabilecek kimi düşünme süreçlerini ele alıyorum. Ama, bunları ele almak, bir yazar olarak görevimi yerine getirmekte bana büyük üstünlük sağlıyor; çünkü, böylelikle konuyu dört başı bayındır anlatmış oluyorum, deyim yerindeyse. Çünkü, sonunda bizim ulaştığımız nokta masal olmasa bile; bakıyoruz ki, yerküreyi yarı-canlı gibi gören 'saygıdeğer' çağcıl düşünme yolları çıkmış ortaya; tıpkı masal-destan kültürlerinde yaşayan insanların yaptığı gibi, ya da kadim dünya düşünürlerinin ve yazarların ta on yedinci yüzyıl ortalarına gelinceye dek yaptıkları gibi...

Özel olarak çağcıl döneme (on dokuzuncu ve yirminci yüzyıllar) eğilecek olursak ve iktisadi yerbilimi (para kaynağı bulmayı) bir yana bırakacak olursak, yerbilimcinin sorunu genelde üç ayaklıdır: Önce yerküreyi, yapısını, davranış biçimini gözünde canlandırmanın bir yolunu bulmalıdır; sonra bir biçimde tarihini anlatmalıdır; sonundaysa, ortaya koyduğu tasarıma, tarih ya da kurama insanları inandırmalıdır. Ortaya koydukları, insanların yerküre üstüne o güne değin düşünegeldiklerine uymaz ve bunlar, bir ozanın ya da çiftçinin düşünme biçimleri değildir. Önceleri yerküreye, daha çok akıllara durgunluk veren, ululanası, tapılacak bir nesne gözüyle, ya da tanrıların oyuncağı gözüyle bakılmış olabilir. Ya da, göze hoş geldikleri için sınıflandırılıp bir dolapta saklanan ilginç nesneler kaynağı olmaktan öte bir şey değildi basitçe, insan gözünde. Şurası kesin ki, insan, yerkürenin bir tarihi olduğu, başlangıçtan bugüne değişim geçirdiği düşüncesini taşıyagelmedi her zaman. Ama, çağcıl (/modern) dönemde, yukarıda saydığımız üç erek öne çıkmış görünüyor.

Yerküreyi ve yapısını oluşturan nesneleri gözönünde canlandırabilmek, hazırlanan yerbilim haritaları, kesitler ve diğer yardımcı görsel malzemeden yararlanmayı gerektirir. Küçücük bir

alana sığdırılmış çok miktarda bilgi, bu araçlarla aktarılabilir. İlk 'yerbilim' haritaları, değişik türden kaya ya da minerallerin -genelde iktisadi önem taşıyan metal cevherleri, kömür ve kireç taşının- yalnızca yerlerinin işlendiği topografya haritalarıydı. Fakat on dokuzuncu yüzyılda yerkürenin katmanlarını -olabildiğince- fosil içeriğine, ya da kimi zaman fiziksel niteliklerine bakarak sınıflandırma süreci başladı. Bu sınıflandırma sürecinde her tabaka değişik renkler ya da başka simgelerle gösterildi ve bütün bilgiler haritaya işlendi. Harita hazırlamak oldukça sıradan ve kuramsal nitelikte olmayan bir çaba gibi sanılabilir; ama ne gezer...[2] Harita yapımında kullanılan katman bölümleri ya da sınıflandırmalar gökten inmedi. İnsan buluşuydu tümü ve kimi zaman neredeyse askeri bir istekle birbirine girdi insanlar bu konularda.

Şurası doğal ki, yerküre dediğimiz koskoca bir yer. Öyle üstünde konuşmak üzere bir toplantı odasına sıkıştırılacak türden değil. Bir derslikte başvurulan, yerkürenin çizimleridir; kitaplardaki sözlü ya da resimli anlatımlar için de aynı şey söz konusudur. Haritalar, kesitler, çizimler, fotoğraflar ya da örneklerdir sergilenen; üzerinde tartışılan ve yerkürenin bilimsel tarihine ilişkin düşünceler ancak onlardan elde edilebilir. Harita ve kesitler insan elinden çıkma araçlardır; ama, örnekler de bir bakıma öyle sayılır. Özgün durumlarından soyutlanmış ya da çıkarılmışlardır ve belirli bir görüşe kanıt oluşturacak biçimde sunulurlar genellikle. Yerküre ve tarihi üstüne düşünceler ve kuramlar, çoğu zaman harita ya da kesitlerin yapımında işin içine karışır.

Okuyucular bu kitabın, bir düşünceler tarihi kitabı olarak, oldukça bol resimli olduğunu göreceklerdir. Bunun nedeni, yerbilimcilerin düşüncelerini ortaya koymada Rudwick'in (1976) deyimiyle, 'görsel dilden' çokça yararlanmalarıdır. Gerçekten de, çizimlerin yardımı olduğu zaman yerbilime ilişkin düşünceler özellikle etkili biçimde aktarılabiliyor; durum coğrafya için de aynı. Yerküreyi konu edinen bilim dallarının dilinde görsel

simgelerin büyük yer tutmasının, bir rastlantı olmadığını söylemek istiyorum. Söylediğim gibi, yerküre koskoca bir yer. Yerküre üstünde en kolay, çizimlerin yardımıyla düşünülür. Büyük olanın küçüğe ya da büyük zaman aralıklarının ele gelir göstergelere indirgenmesi, çizimler sayesinde olur. Öyleyse çizimler yerbilimciler için olduğu denli benim amaçlarım bakımından da vazgeçilmez oluyor.

Yirminci yüzyılda yerbilim tarihi alanında yazılanların çoğu 'tabla tektoniği benzetmeliği'nin geçerliğinin kanıtlanmasına ilişkindir (bkz. XI. Bölüm). Yerküreye ilişkin öteki bilim dallarının tarihçileri gibi ben de tabla tektoniği konusu üzerinde oldukça cömertçe duruyorum; hiç de daha az ilginç olmayan kimi konuları belki gözardı etme pahasına... Başka herhangi bir yerde kolaylıkla ulaşılabilecek bu konuyu XI. Bölüm'de ele almama haklılık kazandıran iki gerekçe var: Yerküre üstüne hiçbir düşünce tarihinin yirminci yüzyılı anlatma aşamasında tabla tektoniği devrimini görmezden gelemeyeceği apaçık gerçeği bir yana; birinci gerekçe, XIII. Bölüm'de kısa da olsa bilimde gerçeklik konusuna değinmeme olanak sağlaması. İkinci gerekçe, uzun erimde bilim açısından kabul görüp görmeyeceği belli olmasa bile, yine de olağanüstü ilginçlikteki daha da görkemli kuramsal bireşimlere doğru ufkumu genişletmesi. Düşüncelerin doğru mu, yoksa yanlış mı olduğunu belirlemek bilim insanlarının görevidir. Ama biz, kıyıdan izleyenler (metabilimciler) henüz biçimlenme aşamasında olana ilgi duyabiliriz, onu çok daha uzun ve geniş bir düşünceler zincirinin halkası sayabiliriz. İşte bu gerekçeyledir ki, kitabın sonlarına doğru biraz güven vermeyen alanlara -belki de bir kez daha masallar dünyasına doğru- götürdüğüm için okuyucunun hoşgörüsüne sığınıyorum. Bunun dışındaki her yerde, düzayak bir alanda geze geze 'olanı biteni anlatıyorum'. Anlattıklarım, 'en yaygın öykü' olma savını taşıyor. Bununla birlikte, genel yerbilim tarihlerinin çoğu kez atladığı, kayabilim tarihinin çeşitli yanları gibi önemli saydığım konu başlıklarına eğilmeye çalıştım.

İnsan Düşüncesinde Yerküre'yi okumak için yerbilimi/yerküreyi konu edinen diğer bilimleri bilmek gerekmiyor; yalnız azıcık kimya bilgisi gerekiyor. Ama coğrafya bilgisi, -ya da bir atlas- yararlı olabilir! Bu kitabı yazmaya başladığımda, bunun oldukça düzayak bir görev olacağını sanmıştım. Geçmişteki çalışmalarımdan ya da bu alanda yazılmış olanlardan bir bireşim çıkaracaktım sonuçta. Sıra yazmaya gelince, işin umduğumdan daha karmaşık olduğu ortaya çıktı. Başvurduğum ya da başvurabileceğim malzeme aşırı çeşitlilikte ve çoğu kez olmadık karmaşıklıktaydı. Bununla birlikte, bütün okuyanları az da olsa, memnun etmeyi başarabildiğimi umarım: Meslektaşım bilim tarihçilerini, düşün tarihçilerini, yerbilimcileri, yerküreyi konu edinen bilimcileri ve bütün yazarların var olduğuna inanmak zorunda bulundukları masal varlığını: sıradan okuyucuyu... Dilerim kitabı okumak, bana yazarken geldiğinden daha kolay gelir onlara.

I. Bölüm

Söylencelerin Sarmaladığı Yaşam Dolu Bir Dünya: Antik Çağ, Ortaçağ ve Rönesans Dönemi'nde Yerküre Üstüne Düşünceler

Günümüze ulaşmış çok sayıda söylence[1] içinde yaratılışı anlatanlar, birçok bakımdan en inandırıcı olanlardır. İnsan soyunun nereden doğmuş olabileceğinden söz ederler; dolayısıyla, var oluşumuzun nedenine, varolma biçimimize bir tür açıklama getirmiş olurlar. İnsanın kökeni sorununa çağcıl bilimin yaklaşımı da bir bakıma söylence benzeri bir nitelik taşımaktadır. Darwin'in doğal seçilim sürecinden yola çıkıp hayvanlardan türediğimizi; ya da evrenin, bize fizikçilerin "büyük patlama" kuramıyla anlattığı yoldan oluştuğunu düşünebiliriz. Böylesi düşünceler öğretim sistemlerimizce canlı tutulmakta ve bir kuşaktan ötekine aktarılmaktadır. Ve, bilimsel düşünceler bilim çevrelerinin duraksız eleştiri yağmuru altında kalırken, 'büyük' düşünceleri yerinden oynatabilene aşkolsun; ve de insan topluluğunun minicik bir bölüğü dışında bizler, in-

san soyunun, yerkürenin ya da evrenin kökeni gibi konulara ilişkin bilimsel açıklamaların doğruluğunu bağımsızca tartma olanağından yoksunuz. Kanıt istemeden kabullenmek zorundayız; ve biz de öyle yapıp, 'bilge kişiler'imize güvendiğimiz için kabulleniyoruz. Böyle bakıldığı zaman, insanların çoğunun bu konularda taşıdığı inancın dinsel inanç niteliğinden pek ayrılır bir yanı yok.[2] Ya da başka bir deyişle, söylencelerle uğraştığımız söylenebilir. Örneğin, Paul Feyerabend (1970), 'klasik deneycilik'te bir takım kanıttan yoksun, hayal ürünü yanlar olduğunu ileri sürmüştür.

Bu söylenceleri, şöyle ya da böyle, anlamlı bulmamız, onlarla yetişmiş olmamızdandır; aklımıza yatmayanı ise kovuveririz aklımızdan gitsin. Oysa, evrim kuramı gibi karmaşık konularda kişinin bilerek yargıya varabileceği aşamaya ulaşılırsa, bilimin kanıtlarla dolup taştığı açıkça görülür. Bundan dolayıdır ki, halkın büyük çoğunluğuna masalsı gelen konuların, onları eleştirel bir yaklaşımla tartışan bilim adamı ve düşünürlere ille de öyle gelmesi gerekmez. Geleneksel türden söylenceleri çağcıl bilimsel söylencelerden ayıran başlıca yanlardan birisi budur.[3]

Doğaldır ki, bir çağcıl bilimsel 'yaratılış söylencesi' bir yığın deneysel ve kuramsal çalışmaya dayanır. Bu iş şapkadan tavşan çıkarmaya benzemez. İlkçağ dünyasının yaratılış söylencelerinden bazılarıyla, gerçek doğa olayları ya da değişim süreçleri arasında ilişki bulunması da (neredeyse kesin gibi) olasıdır. Bu gerçek doğa olayları ya da değişim süreçlerine ilişkin bilgiler, sözlü gelenek yoluyla aktarıldığı için aslına uygun olarak günümüze kalamamıştır. Yazıya dökülmeleri ancak zaman içinde, ortaya çıkışlarından yıllar sonra olmuştur. Bu yazıya dökülme süreçlerini çözümlemeye kalkışmaksa, zorluklarla dolu bir iştir. Örneğin, Santillana ile Dechend'in kaleme aldığı *Hamlet's Mill* (1969/1977) adlı, karmaşıklığıyla ünlü bir kitap vardır. Kitabın göstermeye çabaladığı şudur: Dünyanın değişik bölgelerinden birçok söylencede üstü örtülü biçimde, simgelerle 'sözü edilen'

olay, gündönümlerinin her yıl biraz daha erken gelmesidir. Bu açıklama çabasının, kutsal kitapların öznel bir yorumuna dayandığını belirtmeye gerek bile olmadığı açık. İki yazarın görüşünü destekleyen kimi kanıtlar bulunduğunu teslim etsem bile, savundukları konunun dayanaklarından çoğu kuşku götürür. Önümüzde böylesi bir örnek dururken, öyle sanıyorum ki, dünyanın çeşitli yerlerindeki pek çok tufan söylencesini dünya çapında bir afete, ve gündönümlerinin her yıl biraz daha erkene kayması gibi tek bir olaya ya da sürece bağlamaktan sakınmalıyız. Yine de şurası kesin ki bu erkene kayma olayı, (Eski Antlaşma'nın ilk kitabı Tekvin'de anlatılan Nuh Tufanı için söylemek gerekirse) yerbilim ile yazıya dökülmüş masal ve söylencelerin buluştuğu belki de en önemli ortak nokta olmuştur.

Yaratılış söylenceleri genellikle belli bir yöre insanının var olma savaşımında başından geçen önemli olaylarla ilişkilidir. Yıllar önce, kuzey Tayland'da yolculuk yaptığım sırada yöre köylülerine, üzerinde yaşadıkları dünyanın nereden geldiğini sandıklarını, bir çevirici aracılığıyla sormuştum. 'Koca bir su kabağından' çıktığını söylemişlerdi. Dünyanın o bölümünün iktisadiyatında su kabağının önemi bilinince, bunun anlaşılmaz bir yanı yok. Daha yakınlarda, Bali'de bilgisine başvurduğum bir kişi, yerkürenin Tanrı'nın tasarlaması sonucu doğduğunu anlattı.[4] Kutsal Kitap'taki yaradılış söylencelerinden birinde dünyanın bir bahçede başladığı anlatılıyor. Bana öyle gelir ki, bu bir tür vahaya gönderme yapıyor. Kurak bölgelerde yaşayanlar için bundan daha önemli ve mutluluk veren bir yer olamayacağı besbelli.

Elimize ulaşan en eski yaratılış söylencelerinden biri Babil'den kalmadır. Kil tabletler üzerine çivi yazısıyla geçirilmiş *Enuma Elish* (*la nabu shamanu*)[5] Nineve'de, Asurbanipal'ın kitaplığının yıkıntıları arasında bulundu. Söylence, Babil'in kudretli tanrısı Marduk'un nasıl egemenlik kurup başa geçtiğini anlatıyor. Marduk önce, dünyanın başlangıcındaki ilksel denizleri simgeleyen tanrıça Tiamut'la korkunç bir kavgaya tutuşur. Canını aldığı düşmanının bedeninden gökyüzünü yapar; takımyıldızlarını yer-

li yerine oturtur; yılın uzunluğunu ölçer; göklerin eksenini belirler. Güneş ile Ay yörüngelerine oturtulur ve yenik düşmüş tanrıçanın bedeninin bir parçasından yerkürenin yapımında ve Fırat/Dicle bölgesinin yüzeyini biçimlendirmede yararlanılır. Ama, tanrıların ilki değildir Marduk. Adına Apsu denen büyük denizin (okyanusun) tam göbeğinde doğduğu anlaşılıyor. Buna göre, okyanus ve ilksel denizlerin zaman sıralamasında Marduk'tan önce geldiği açık (Sproul, 1979: 91-113).[6] Söylenceyi siyasi açıdan ilginç yapan bir yan var ki; o da, bir anlamda Babil Krallığının savaş ve yayılma yoluyla egemen oluşunu destan havasında anlatıyor olması. Aynı zamanda, patavatsızlık sayılabilecek "Marduk'un kendisi nereden çıkmıştı peki?" sorusuna da yanıt oluşturuyor. Apsu ve Tiamut'un ortaya çıkışına gelince, söylence onların 'zaten orada olduğunu' varsaymış görünüyor.

Kutsal Kitap'ta birkaç birbirinden bağımsız yaratılış söylencesi bulunuyor: Eski Antlaşma'nın (Tevrat ve Zebur) birinci kitapçığında yaratılışın altı günde gerçekleştiği anlatılır; ikinci kitapçıkta Adem ile Havva'nın Cennet'teki öyküsü vardır; Hazreti Eyüp kitapçığının 33. ve 104. sureleri ile Yeni Antlaşma'nın Yuhanna kitapçığında daha başka öyküler yer alır. İkinci kitapçıkta anlatılan yaratılış öyküsü, ikinci sırada yer alsa da, tüm araştırmacılarca birinci kitapçıkta anlatılan yaratılış söylencesinden daha eski kabul edilir ve kutsal kitaba sözcüğü sözcüğüne bağlı köktenci Hıristiyanlar dışında kalanlarca, genel olarak bir söylenceden ibaret sayılır.

Birinci kitapçıktaki yaratılış söylencesini araştırmacılar çoğunlukla (Babil sürgünü günlerine) İÖ 400 yıllarına oturturlar ve söylence Din adamı okulu adı verilen din adamlarının kurduğu bir inanç okulunca benimsenmiştir.[7] Başka bir deyişle, altı günde yaratıp yedinci gün dinlenme söylentisinin, belki de ayın evrelerine uygun olarak din adamlarınca düzenlenmiş yedi günde bir ibadeti vurgulamak üzere Musevi din adamlarınca çıkarıldığına inanılır. Kutsal Kitap'taki söylence ile *Enuma Elish* masalı birbirinden ilginç biçimde ayrılır. Söylenceye çıkış

noktası olarak, Tanrısal varlığın, Yaradan'ın (*Elohim*), hep var olageldiği önermesi alınır. O sırada orada bulunmaktadır ve ilksel karmaşadan dünyayı yaratmak amacıyla kolları sıvar- kısacası, 'O' hep var olagelmiştir. Yaradan, tanrıların en kudretlisi konumuna silah gücüyle gelmemiştir: Ta ezelden beri en kudretlidir.

En az on dokuzuncu yüzyılın ortalarına değin, kayaların sergilediği yerbilim bilgileri ile Eski Antlaşma'nın birinci kitapçığında anlatılan altı günde yaratılışın aşamalarını bağdaştırma yolunda epeyi çaba harcandı. Bu, korkarım ki, boşuna ve yenilgiyle sonuçlanan bir savaşımdı. Günümüzde, Hıristiyan ve Musevilerin çoğunluğu, birinci kitapçığın simgesel bir gerçekliği aktardığını ve yerkürenin bilimsel tarihi konusunda herhangi bir şey söylemediğini düşünüyorlar. Yaratılış söylencesinin simgelerle anlattığı savlanan gerçeklik ise tek bir Tanrı olduğu, evreni kendi kararı üzerine yaratarak karmaşadan düzen çıkardığı ve yarattığı canlılar içinde insan soyunun en üstte yer aldığıdır. Bütün süreç akılcı bir amaca dayanmaktadır.

Kutsal Kitap'ın bu yorumunun, lime lime olmuş bir ilkçağ söylencesine sarılarak 'ya tutarsa' demekten öte bir şey olmadığını söylemek istiyorum. Birinci kitapçıktaki söylencenin, dehşet verici *Enuma Elish* masalından geldiğinin ipuçlarını yakalayabiliyoruz. Eğer kökeni buysa -ki, birinci kitapçığın Babil sürgünü sırasında kurgulandığını varsayarsak bu hiç de olasılık dışı değil- insanoğlunun kavrayabildiklerini artırmaya ya da onu yola getirmeye dönük hemen hiçbir şey söylememiş oluyor. Ama, tam o sırada ve bu biçimiyle ortaya çıkmış olması pekâlâ akla yakın geliyor.

Yunan tanrılar topluluğunun ortaya çıkışı, Hesiodos'un (Milat'tan önce sekizinci yüzyıl olsa gerek) *Theogonia*'sında (tanrıların doğuşu, tanrı soylarının ve kuşaklarının birbirlerini izleyip gelişmelerini dile getiren yapıtında) anlatılmıştır. Hesiodos, bu konuda kendi adıyla konuşan, bildiğimiz ilk Yunan şairidir.[8] Her şeyden önce karmaşa (/kaos) vardı [der Hesiodos]. He-

men ardından 'toprak ana' gelir. 'O engin kucaklı Toprak (Gaia) ki, Olimpos'un karlı dorukları ile yeraltındaki ölüler ülkesinin en derin yeri sisli Tartaros'ta oturan bütün ölümsüzlerin hiç kuşkuya yer bırakmayan temeli olmuştur.' (Hesiodos, 1914: 87). Bütün tanrıları doğuran, toprak anadır. Aynı zamanda, 'kendisini her yandan sarıp sarmalasın diye yıldızlı gökyüzünü'; 'tanrıça Nympha'ların zarif uğrak yeri, yüksek Dağları', 'öfkeden kuduran dalgalarıyla dölsüz deniz Pontos'u' ve 'derin-anaforlu Okeanos'u' doğurmuştur (*a.g.y.*: 89). Tıpkı *Enuma Elish* gibi Hesiodos'un öyküsü de tümüyle insanı yola getirici nitelikte değildi.[9]

Bu tür mitos'lar hayal ürünü gibi görünebilir. Ama, Hesiodos'un *Theogonia*'sında kimi bölümlerin aslında belli başlı yerbilim olaylarını mitos ozanlarına özgü sözlerle betimlediğini, Greene inandırıcı biçimde ortaya koydu (1992). Şiirde betimlenen iki büyük savaştan biri Zeus ve yandaşları ile Titanlar ('oyunbaz Kronos'un oğulları) arasında geçer: Bu tam anlamıyla bir devler (Titanlar) arası egemenlik savaşıdır; ikinci savaş ise Zeus ile yanardağ tanrısı Typhon arasındadır. Bu masallardaki öğelerden yola çıkan Greene, anlatılanların İÖ ikinci bin yıl içinde Minos Uygarlığı'nı yıkan, Akdeniz'in Santorini (ya da Thera) Adası'ndaki çok büyük yanardağ püskürmesi ile Etna Yanardağı'ndaki bir patlamayı (büyük olasılıkla İÖ 735 yılındakini)[10] simgelediğini, bana göre aklın alacağı biçimde ortaya koyuyor.

Santorini Adası'ndaki türden, İlkçağda yaşanmış yanardağ olaylarını, Hollanda denetimindeki Doğu Hint Adaları'ndan Krakatoa Adası'nı 1833 yılında vuran felaketle karşılaştırarak kavrayabiliriz. Böyle bir olayda, magma kazanının tavanı çökerken kazan havaya uçar ve içeri saldıran deniz suyunun, patlamasıyla buharlaşması bir olur. Krakatoa olayında, öylesine bir gümbürtü kopmuştur ki, yaklaşık üç bin mil ötede Avustralya'da duyulmuştur; ve iyi bilindiği gibi, patlamanın yaydığı toz birkaç yıl süreyle dünyada ışıltılı günbatımlarına neden olmuştur (Filipinlerdeki Pinatubo Dağı 1991 yılında püskürdüğünde

de Avustralya'da böyle olmuştu.). İlkçağ dünyasının insanları -felaketi duyup görebilecek denli Santorini'ye yakın oturan, ama ölmeden atlatanlar- bu olaya nasıl bir anlam vermiş olabilirler? İster istemez tanrılara insan biçimi ve davranışları yakıştıran (antropomorfik terimlerden oluşan) bir açıklamaya sürüklenmiş olduklarını ileri sürüyorum: Birbirine acımasızca davranan etten kemikten varlıklarla açıklamış olsalar gerek. Etna Yanardağı'nın irili ufaklı etkinliklerine gelince, Homeros'un yazıya döktüğü söylencede bunlar, Zeus'un dev bir yanardağın altına gömdüğü Typhon'un zaman zaman deprenmelerine ve çıkardığı gümbürtülere bağlanır.[11]

Bütün söylencelerden, gerçek doğa olaylarının kayda geçirilmiş anıları olarak başarılı yorumlar çıkarmak olanağı bulunmadığı gibi söylencelerin mahiyeti ve niteliklerini yerbilim ya da gökbilime hiç itibar etmeksizin inceleyen çeşitli kuramlar vardır.[12] Ama ben de, Greene'e katılarak, söylencelerin kimi bölümlerinin gerçekten olmuş kimi doğa olaylarının puslu da olsa izlerini taşıdığını düşünüyorum. 'Fiziko-mitoloji' adını verdiğim bu yorumlama biçemiyle (Birkett ve Oldroyd, 1991) kitabın III. Bölümü'nde, yerbilimin ortaya çıkışını ele alırken karşılaşacağız.

Hesiodos'un *Theogonia*'sı türünden masallar ilkin sözlü anlatım yoluyla aktarıldı. Öyküler iletilirken kullanılan sözcüklerde ola ki ufak tefek değişmeler olmuş olsun; ama, masal öğelerinin temel düzeni korunmuş olmalıdır. Ve bir öykü anlatıcı bir kez söylenceyi anlatmaya başladı mı, artık onu, deyim yerindeyse, dereyi geçerken suyun orta yerinde durdurmanın olanağı yoktu. Masalı anlatmayı bitirdikten sonra dönüp, günümüzde dersini tamamlayan bir öğretmenin yapacağı gibi "Sorusu olan var mı?" diye sormuş olması düşünülemez. Bundan dolayı, düş kurmaya dayalı ve anlatım gücü yüksek koşuk biçemi, söylencenin yarınlara kalmasında etkili oluyordu. Gerçekten de, bu anlatım biçimi bir kültürel belleğin ya da kültürel kalıtın yarınlara kalmasının başlıca aracı olmuş olmalı; çünkü masalların kimi bölümleri, evrene bir tür anlam kazandırmanın yanı sıra, ahlaki

(doğruyu yanlışı ayırıcı) bir anlam da taşıyordu. Ve söylediklerinde çok büyük inandırıcılık, kesinlik vardı. Günümüzde hâlâ yayımlanıyor, okunuyor ve inceleme konusu oluyorlar.

Bu tür konuları ele alan bilim adamları, Greklerin abece yazısını (büyük olasılıkla İsa'dan önce yedinci yüzyılda) buluşunun, zamanla sözlü anlatımı körlettiğini ve sonuçta düşün alanında büyük değişikliklere neden olduğunu ileri sürmüşlerdir. Örneğin Robert Logan *The Alphabet Effect* [Abecenin Etkisi] (1986) adlı ilginç kitabında, abecenin bulunuşunun bilgiyi düzgülere (/kodlara) dökmeyi ve mantığın 'bulunuşunu' kolaylaştırdığını öne sürüyor. Daha da ileri giderek, Homeros ve Hesiodos'un masal ve söylencelerinin (ve kuşkusuz günümüze ulaşamadan yitip gitmiş başkalarının) yazıya dökülmesinin, ilettikleri 'bilgiye' karşı değişik bir tavıra yol açtığı söylenebilir. Yazın yoluyla aktarıma geçiş, metinlerin eleştirel biçimde ele alınmasına ve evrenin mahiyetinin, -eski tanrıları işin içine katmadan- yeniden anlatılmasına olanak sağladı. Özellikle Sir Karl Popper'in 'Back to the Pre-Socratics [Sokrates-Öncesi Düşünürlere Dönüş]' adlı ünlü makalesi (1958-59) dolayısıyla pek iyi bilindiği üzere, Sokrates döneminden (İÖ yaklaşık 470-399) önce Milet'te bir dizi düşünür oturuyordu. Bugün bildiğimiz anlamda felsefenin konusunun temelini atanlar bu düşünürlerdi.[13]

Bu insanların en dikkate değer yanlarından ilki, olgunun dışardan görünüşü ile fiziksel gerçeklik arasında bir ayrım yapmayı benimsemeleriydi; diğer bir deyişle, duyularla algılanan şeylerin, sanıldığı gibi olmayabileceğinin ayırdına varmalarıydı. İkincisi, bir temel yapı 'maddesi' ya da 'maddeleri' bulunma olasılığının ve bu maddedeki değişimlerin, izlenimlerde duraysızlığa (/yerleşmemişliğe) ve sürekli değişime yol açtığının ayırdına varmalarıydı. Üçüncüsü, temel yapı maddesinin ne olabileceği konusunda değişik görüşler öne sürmeleriydi. Ve dördüncüsü de, öyle görünüyor ki, değişik düşüncelerin eleştiriye açık tutulmasıydı.[14]

Kendisine ilişkin bilgi sahibi olduğumuz Miletlilerin en erkencisi Thales (İÖ yaklaşık 624-548/545), dünyayı oluşturan

temel yapı 'maddesinin' su olduğunu ileri sürüyordu.[15] Buhar ya da buza dönüştürülebildiği düşünülürse suyun temel yapı maddesi olmaya adaylığı hiç de akıl dışı değildi. Yeryüzünde görülen her türlü madde ve olgunun arkasında, tanrıların yapıp ettiklerinin ardına gizlenmiş bir açıklama yerine, doğal neden ve süreçlere bağlı bir açıklamanın olabileceğinin öne sürülmesi, kuşkusuz olağanüstü bir başarıydı. Kuram yarar sağlayacak bir biçimde başka alanlara da yayılabilirdi, aynı zamanda. Thales yeryüzünün kocaman bir yüzen ada gibi büyük bir okyanusun üzerinde yüzdüğünü ve yer sarsıntılarının, adanın zaman zaman titremesinden kaynaklandığını sanıyordu.

Ama bu düşüncenin kolayca göze çarpan zayıflıkları vardı; ve eleştirisiz kabul görmek yerine, Thales'in öğrencisi ve düşüncelerinin yayıcısı Anaksimandros'un (İÖ yaklaşık 611-547) inceden inceye eleştirisiyle karşı karşıya kaldı. (Bilebildiğimce; hocasının anlattıklarını öğrenip ve aktarmakla yetinmeyip, karşı çıkan bir öğrenciyle ilk karşılaşmamızdır tarihte bu.) Anaksimandros şu soruyu sordu: Diyelim ki, yerküre suyun üzerinde duruyor; peki, suyu yerinde tutan ne?

Şurası açık ki, Thales'in varsayımının kökten aksayan bir yanı vardı. Ve bu nedenle Anaksimandros'un kendi varsayımını önerdi: Yerkürenin uzayda diğer bütün nesnelerden eşit uzaklıkta, hiçbir yere bağlı olmadan yüzdüğünü söyledi, deyim yerindeyse; ve bunun sonucu olarak, şu ya da bu yönde devinmesine neden yoktu. Bu, akıla yatan iyi bir savdı. Ama Anaksimandros'un yerküre üstüne düşüncelerinin bir de gözlemsel bileşeni vardı. Duyularımızla algıladığımız kadarıyla yerkürenin yüzeyi engebeli, ama bir bütün olarak düşünüldüğünde düzdü. Bu nedenle, Anaksimandros davul biçiminde olduğu önerisini getirdi. Ve aynı ilke gereği davulun öteki yüzünde de *(perioeci)* yaşayan insanlar olabilirdi. İşte bu nedenle evrende ayrıcalıklı bir 'üst' ya da ona bağlı bir 'alt' yoktu. Sağduyu inanılmaz bir biçimde üstün gelmişti.

Dahası Anaksimandros, evrenin temel yapı 'maddesi'nin -Thales'e sorulursa, bu su idi- günlük yaşamımızdan bildiğimiz

şeylerden herhangi biriyle yakınlığı olduğu düşüncesine de karşı çıktı. Bunun yerine, adına *apeiron* dediği bir alt katmanın dayanak oluşturduğunu ileri sürdü. Bu terimin tam çevirisi olanaksız. Ama genelde, 'uçsuz bucaksız', 'sınırlanmamış', 'biçimsiz' ya da 'biçim almamış' anlamında yorumlanır. Anaksimandros'un önerisinin övgüye değer yanı; bir şeyin, kendisi açıklanmaya muhtaç bir başka şey yardımıyla açıklanamayacağının -sözgelimi suyun su yardımıyla; ya da maddenin, madde yardımıyla açıklanamayacağının- ayırdına varmış olmasıydı. Bu yoldan hiçbir açıklama elde edilmiş olmuyordu. Dolayısıyla, *apeiron*, bilinmeyen, gizemli bir olgu da olsa yeterli bir bilimsel açıklamanın gereklerinden birini yerine getiriyordu. Anaksimandros, madde kuramı sorununu yanıtlarken, yerküre konusunda karşı çıktığı Thales'in durumuna düşüyordu. Yerküre suyun üzerinde duruyorsa, peki suyu yerinde tutan ne? Benzer biçimde, herşey sudan oluşuyorsa, suyun kendisi neden oluşuyor?

Daha başka ilginç felsefi kurgulamaları borçlu olduğumuz kişiler arasında Herakleitos (yaklaşık İÖ 540-480) ve Parmenides (doğumu İÖ 515) var; atomculardan Leukippos (İÖ 5. yüzyıl), Demokritos (İÖ yaklaşık 460 ile yaklaşık 370 arası) ve Epikuros (İÖ 341-270) var. Maddeyi açıklamaya çalışan her felsefi öğreti dönüşüm* olgusuna yeterli bir açıklama getirmeye girişmelidir. Herakleitos sorunu öylesine önemli gördü ki, evrenin temel yapı 'madde'sinin ateş olduğunu, herşeyin ateşten geldiğini ileri sürdü. Bunun, bir tür 'felsefi' ateş olduğu düşünmek zorundayız. Ana niteliği dönüşebilme yeteneği olan, kuramsal bir yapı 'madde'si idi. Böylece dünyadaki sürüp giden dönüşümler, herşeyin durmadan dönüşebilen bir yapı 'madde'sinden oluştuğunu öne sürmekle açıklanabiliyordu.[16] Bildiklerimiz içinde bu 'madde'ye uzaktan yakından en çok benzeyense ateşti. Öyleyse ateş adı verilebilirdi. Ama 'felsefi' bir olguydu bu; yoksa, ocakta yanmakta olduğunu gördüğümüz 'şey' değil. Bildiğimiz terimlerle belirtmek gerekirse, ateş bir 'madde'den çok

* Dönüşüm: Özsel bir değişiklik geçirerek daha üst bir yapı oluşturacak duruma gelme. (ç.n.)

enerjiye, ya da bir sürece daha yakındır. Herakleitos düşüncesindeki 'ateş' de böyle birşeydi: O bir dönüşüm 'ilke'si idi.

Parmenides'in vurguladığı, Herakleitos'unkinin tam tersiydi. Parmenides'in benimsediği tavrın temelinde, -en arı anlamıylaarı akıl (usa vurma) vardı. Öne sürdüklerinin ilki, düşünceyle gerçeklik arasında bir 'bağlantı' olduğu ve kişinin olmayan bir şeyi düşünemeyeceği idi (Demek ki, düşüncelerimize konu olan herşey bir biçimde var olmak zorundadır; yoksa, onlar üstüne düşünemezdik.). Bu akıl yürütmeyi sürdürürsek, olmama durumunun olamayacağı sonucuna varmak zorunda kalırız. Olmayan bir şeyi kavrayabilmemiz olanaksızdır. Olmayan bir şeyin var olduğunu düşünmek ya da ileri sürmek mantıksal bir çelişki taşır.

Daha ileri gidersek, var olmanın azı çoğu yoktur. Yalnızca 'olma' durumu vardır. Eğer var olmanın azı çoğu söz konusu değilse, o zaman, bir yöne gidilirse daha çok, ötekine gidilirse daha az 'olma'dan söz edilemez. Hangi yönde ilerlenirse ilerlensin, nitelikleri hep aynı kalan tek geometri cismi küredir. İşte bu yüzden Parmenides, evrenin tüm yönlerde sonsuza uzanan, büyük, türdeş bir 'varlık' küresi olduğu sonucuna vardı.

Doğaldır ki, birileri çıkıp bu anlatılanlarla dünya arasında hiç de yakınlık bulunmadığı yolunda itirazda bulunabilir. Parmenides'in yanıtı kaçamaklıydı. Vardığı sonuçlara sağlam akıl yürütmeyle vardığını savunuyordu. Eğer duyuları kişiye evrenin koskocaman bir 'varoluş' küresi olmadığını söylüyorsa, bu duyularımızın aksadığını ve evrenin gerçek mahiyetini ortaya koymakta yetersiz kaldığını göstermekteydi.

Bu felsefî kurguların yerküreye ilişkin düşünceler konusuyla pek ilgisi yokmuş gibi görünebilir; ama, onlardan bu noktada söz etmemin nedeni, kısa sürede, yukarıda adlarını saydığım Yunan atomcularının düşüncelerine yol açmış olması. Atomcu düşüncelerin Batı düşün tarihinde çok önemli yeri var ve bu düşünce yüzyıllar sonra yerkürenin mahiyeti üstüne düşünürken açıklayıcı bir anlam kazandı. Aslında atomcuların yaptığı, Herakleitos'la Parmenides'in birbiriyle çelişen felsefî tasarımları

arasında bir orta yol bulma çabasıydı. Atomcular, Parmenides'in büyük 'varlık' küresinin sayısız küçük parçacıktan oluştuğunu ve her bir küçük parçacığın komşularıyla kendi arasında kalan 'varlık'tan yoksun boşlukta (/vakumda) kımıldayabildiğini düşlemekteydi. Her bir küçük varlık parçacığına, parçalanamaz anlamına gelen *atomos* adını vermişlerdi. Buna göre, Herakleitos'un aklından geçirmiş olduğu her türlü dönüşüm, boşlukta birbirinden bağımsız devinen atomların *(atomoi)* yol açtığı sonsuz sayıda olası birleşme ya da karma yoluyla gerçekleşmiş oluyordu. Böylelikle, atomcuların kuramı hem değişimi hem de duraylılığı* açıklamış oluyordu.

Yunanlıların atomculuğunun neredeyse tam bir düşünsel kurgulama ürünü olduğu görülecektir.[17] Bu nedenle, on dokuzuncu yüzyılın başında John Dalton'un kimya alanında ortaya attığı atom kuramı ile karıştırılmamalı. Onun atomlu varsayımına, gazların hacimce tam sayılı oranlarda tepkimeye girdiği belirli deneylerin niceliksel sonuçlarını açıklamak üzere başvuruldu.[18] Gerçekte, Yunan atomculuğunun ('olmayışın varlığı'ndan kaynaklanan) boşluk kavramı, kabul edilmesi çok zor olduğu için, yüzyıllar boyunca hep geri çevrildi. Bu bölümü izleyen bölümde göreceğimiz gibi, atomculuğun yeniden canlandırılması, on yedinci yüzyılda Pierre Gassendi eliyle oldu ve aralarında Newton'un da bulunduğu o günün doğalcı düşünürleri tarafından açıklayıcı bir model olarak yaygın biçimde kullanıldı. Ama, kuram, o zaman bile, büyük ölçüde kurgusal metafizik alanına giriyordu.

Yerbilim tarihinin emekleme döneminde en çok üzerinde durulan, Nuh Tufanı adıyla bilinen masal ya da söylenceydi; çünkü, on dokuzuncu yüzyıla gelindiğinde bile yaygın kanı bu söylencenin gerçek bir doğa olayının tarihsel kaydı olduğuydu; üstelik, özel ahlaki önem taşımaktaydı. Bunun da ötesinde, Orta Doğu, Yunanistan ve Kuzey Amerika gibi dünyanın başka böl-

*Duraylılık (İng.: Stability), "denge, değişmezlik, durağanlık, kararlılık, istikrar; güvenilirlik, sağlamlık; kalımlılık, süreklilik" gibi yönler içerebilmektedir. (ç.n.)

gelerinde İlkçağda büyük taşkınlar olduğunun kesin kanıtları bulunduğu, gözlem ve deneyime dayalı bu kanıtlar yeryuvarlağının pek çok bölgesinde yaşayan halkların inanç ve gelenekleriyle[19] de bir ölçüde desteklendiği için, yerbilim ve halkbilim çalışmalarında elbirliğiyle Kutsal Kitap'ın doğruyu söylediğini gösteren, birinci elden deneysel kanıtlar sağlama umudu sürüyordu. Gerçekten de, yerbilimsel kanıtların kimi oldukça inandırıcı, ya da hiç değilse, akla yakın görünmekte. Bunun sonucu, Kuzey Avrupa'da bugün buzul dönemlerinin kalıntıları saydıklarımız, Kutsal Kitap'ta adı geçen tufanın izleri olarak yorumlandı. (İşte bu nedenledir ki, bunlara eskiden 'tufan artığı' denirdi.)

Yirminci yüzyıl bilimsel çalışmalarının sonuçlarına göre, Eski Antlaşma'da (Tevrat ve Zebur) anlatılan Tufan söylencesi iki kaynağın bileşimidir (bkz. 7. dipnot). Bunların birbirinden az çok ayrıldığı yanlar vardır. Örneğin Yehovacılar (Y) kırk gün süren bir tufandan söz ederler; Din adamları okuluna (D) göre ise, yüzelli gün sürmüştür. Nuh'un Gemisi'nin Ağrı Dağı'na konuşu yalnız Yehovacıların anlatısında yer alır. Ama her ne olursa olsun, aradaki ayrımlar bir yana bırakıldığında, söylencenin izi Asurbanipal'ın Ninova Kitaplığı'nda ele geçen Gılgamış Destanı'ndaki Babil anlatısına kadar sürülebilir. Ve bu anlatının, Sümerlerin çok daha erken tarihli, büyük olasılıkla İÖ 3400 yılından öncelere giden bir öyküsünden kaynaklandığı sanılıyor. Sümer öyküsü, Kutsal Kitap'ta anlatılanlardan önemli öğeler içeriyor: Babil anlatısında Utnapiştim adında bir adama -Sümer anlatısında ise Ksisutrus adıyla anılan bir adama- tanrı (deniz tanrısı), insanlığın işlediği günahlar yüzünden yakında patlayacak bir tufanı haber verir. Adam bir gemi yapıp ailesi ve hayvanlarıyla kurtulur. Tufan'dan sonra, karanın yakın olup olmadığını anlamak için kuşları salar. Suyun gökten boşanmak yanında, yerin altından ('derindeki kaynaklardan') doğduğu anlatılmaktadır.

Konunun tamamını ince ayrıntılarına dek inceleyen Avusturyalı seçkin yerbilimci Eduard Suess (1904), aşağıdaki doğalcı açıklamaları yaptı. Tufan, onun ileri sürdüğüne göre, bir yer

sarsıntısı ile Basra Körfezi'ni havaya savuran şiddetli bir kasırganın üst üste geldiği trajik bir rastlantının sonucuydu. İlkten gelen öncü sarsıntılar, ailesini ve hayvanlarını içine alacak büyüklükte bir gemi yapmayı (hiç değilse, gemisini kalafatlamayı) adamın akıl etmesine yol açtı. Sonra ana yer sarsıntısı geldiğinde -bu belki de Basra körfezinin güney ucunda oldu- bahtı yaver gidip hazırlıklı bulundu ve dev bir tsunami[20] ya da 'deniz dibi merkezli deprem dalgası'na kapılıp kuzeye doğru sürüklendi; günümüz Irak ovalarını boydan boya geçip kuzeydeki dağlarda -benim bu satırları yazdığım sırada Kürt sığınmacıların saldırı altındaki varlıklarını zar zor sürdürmeye çalıştığı o kuş uçmaz kervan geçmez bölgede- bir yere takıldı kaldı. Su altında kalan Kürt dağlarının üzerinden aşıp Türkiye'nin doğu sınırında Ağrı Dağı'na doğru sürüklenmiş olabileceği kuşkuyla karşılanabilir. Ama hiç olmazsa, söylencenin ana gövdesini açıklamak için doğa üstü olaylardan medet umnamıza gerek kalmaz. Suess (1904: 31) yerden su fışkırması olayının 'büyük nehirlerin birikinti ovalarında yer sarsıntılarıyla eş zamanlı görülen' bir olay olduğuna dikkatleri çekti. O zaman, bu görüş yardımıyla, 'derinlerden yükseğe su fışkırtan kaynakların' nasıl olup doğduğunu yanıtlamanın bir zorluğu kalmıyor.[21]

Söylediğim gibi, Antik çağda bir afetin meydana gelmiş olduğu, birbiriyle bağlantılı en az üç metin aracılığıyla kanıtlanmış durumda. Hıristiyanların Kutsal Kitabı bu üç metinden en sonuncusu. Üç metnin tümüne birden, Suess'in ortaya attığı türden (kuramının her yönüyle doğru olduğunu söylemesem bile) bir doğalcı açıklama getirilebilir. Hıristiyanların Kutsal Kitabı'nda, olayın tamamı güçlü bir ahlaki ileti içeren bir büyük masala dönüşüyor ve günümüze değin bu biçimiyle anlatılıyor ve o gözle görülüyor. Felaketlerin ardından yaşamda kalmayı başaran Sümerlerin ve Babillilerin olaylara ilişkin düşüncelerini kim bilebilir? Ama afetin, onların gözünde de ahlaki bir ileti içerdiğini sayabiliriz. Öyle olmasa, yaşamlarının olağan akışı neden yerküre eliyle böylesine altüst edilsin?

Yunan mitolojisinin çoğunu uzun zaman sonra ünlü yapıtı *Metamorfozlar*'da Latinceye aktaran ozan Ovidius (İÖ 43-İS 17) oldu. III. Bölüm'de üzerinde durulacağı gibi, Robert Hooke, Ovidius metninin kimi bölümlerinin, gerçek yerbilim olayları ve süreçlerine dolaylı olarak göndermede bulunduğu gibi ilginç bir yorum yaptı on yedinci yüzyılda.

Ovidius'un mitos ozanlarına özgü biçimde kaleme aldığı, ama açıkça Homeros ve Hesiodos'un mitolojisinden aktardığı bir doğa olgusuna en çarpıcı örnek, Sicilya'nın koca yanardağı Etna'yı, Typhon adlı devin üzerinde otururken betimlemesidir:

> Etna devin kafasının üzerine oturmuştu; dev altında sırt üstü yatarken, acımasız çenelerinin arasından kül ve alev tükürmekteydi. Durup durup üzerine çökmüş yerküreyi devirmeye ve kımıldamasını engelleyen kasabaları ve dağ, tepe kütlelerini yana yuvarlamaya çabalıyordu. İşte böyle zamanlarda yerküre titrerdi (*Ovid*, 1955, s. 136).

Ancak Tanna Adası'nda Yasur Yanardağı'nın bacasından aşağı baktıktan sonradır ki, böylesi bir söylence bana anlamlı geldi. İnsan etkin bir yanardağ gördüğü zaman, neredeyse dağın altında kafese kapatılmış bir canlı olduğu duygusuna kapılıyor ister istemez. Tanna ya da Sicilya'ya ilişkin söylencelerin ikisi de inandırıcılıkta -ya da inanılmazlıkta- birbirinden geri kalmayan öyküler. Aralarındaki ayrım, kuşkusuz, Yunan mitinin zaman içinde yazıya dökülerek yüzyıllar boyunca değerinden yitirmeden saklanması ve bir öğütlü öykü olarak sayısız okuyucu için sevinç nedeni olması.

Metamorfozlar'ın son kitabı diğerlerine benzemez: Onda Pythagoras'ın (İÖ yaklaşık 580-500) düşüncelerinin doğrudan bir açıklamasını yapma amaçlanmaktadır ve metnin diğer bölümlerine göre daha az masalsı niteliktedir. Bundan başka, doğrudan doğruya matematikçi/düşünürün yerküre üstüne düşüncelerinin bilgisini içermektedir.

Pythagoras'ın, Herakleitos gibi, sonsuza dek akışa (değişime) inandığı belirtiliyordu. Toprak önce suya, sonra havaya, ardından ateşe dönüşmüştü. Sonra bütün bu süreç tersine dönmüş ve ateşten, yerküre doğmuştu.[22] Çünkü Pythagoras, Ovidius'la sözbirliği içinde, yeryüzünün denize değiştiğini ve bir zaman okyanus bulunan yerlerde karaların ortaya çıktığını görmüş ya da hiç değilse gelecekte olabileceğini düşünmüştü. Üstelik, akarsular yeri yararak vadiler oluşturuyor ve dağlar sellerde düzlenip gidiyordu. 'Okyanus dalgalarından çok uzakta deniz kabukları var ve dağ tepelerinde gemi demirine (çapa) rastlanıyor' (Ovid, 1955: 371). İnanması zor bile gelse, gemi demirinden söz edilmesi -çapa olarak kullanılanları andıran taşlar söz konusu olsa da- Nuh Tufanı söylencesini doğrulayıcı kanıt sağlamış oluyor.[23] Bunu önemli saymasak bile, Pythagoras ya da Pythagorasçılar ve anlaşıldığı kadarıyla Ovidius da, yeryüzü şekillerinde zaman içinde ortaya çıkan değişimin ayırdına varmışlardı. Ama değişim süreçlerinin ne kadar zaman aldığı konusunda da ne düşündüklerinin ipuçları yok elimizde. Bir de yanardağ bacalarının yerlerinin kaydığı konusundan söz edilmekteydi. Etna o sıralar etkin değildi; ama, gelecekte yeniden etkin olabileceği düşünülmekteydi.

İlkçağ dünyasında yerbilimsel süreçlere ilişkin doğalcı bakış açılarına bir örnek olmak üzere, tarihçi Herodotos'un (İÖ yaklaşık 484-İS yaklaşık 425) düşüncelerini ele alabiliriz. İnce uzun Kızıldeniz girintisi ile Nil Nehri Vadisi arasında bir benzerlik kurarak, Kızıldeniz yarmasına da Nil Nehri gibi büyük bir nehir sürekli toprak ve taş kırıntısı taşısaydı, Nil Nehri Vadisi ve birikinti ovası (/deltası) gibi o da dolabilirdi Herodotos'a göre. Gerçekten de, düşünme alıştırması diyebileceğimiz bir yoldan Herodot (1954: 106), eğer Nil Nehri bir biçimde Kızıldeniz'e (büyük olasılıkla Kuzey ucundan) bağlanabilirse, Kızıldeniz'in tortulanarak dolmasının 20.000 yıl alabileceğini ileri sürdü. Ayrıca Mısır'daki tepelerde deniz kabukları bulduğunu bildirdi ve Mısır'ın kara renkli toprağının niteliklerine değindi.

Bu kanıtlardan yola çıkarak, Nil Vadisi'nin yavaş yavaş binlerce yılda dolmuş olduğu ve denize döküldüğü yerde birikinti ovası oluşturduğu sonucuna vardı. Buradan açıkça görülüyor ki, büyük ölçekli yeryüzü şekillerinin uzun zaman aralıkları boyunca yavaş yavaş oluştuğu düşüncesi, Herodot'un bildiği bir şeydi.

Herodotos (*a.g.y.*: 456) Yunanistan'da Teselya Ovası'na da değindi. Ovanın yerinde bir zamanlar çokça tepelerle çevrili kocaman bir göl olsa gerekti ve yerli halkın kuşaktan kuşağa aktardığı anılarında böyle yer etmişti. Peneus Irmağı, görünüşte kolaycacık güneye doğru akmak yerine, doğuya doğru tepeleri yara yara geçip Ege Denizi'ne akıyordu. Halk bu yarmayı (/vadiyi) açanın Deniz tanrısı Poseidon olduğuna inanıyordu; ama Herodot, ırmağın yatak yaptığı yarığın bir büyük deprem sırasında açıldığı kanısındaydı, kestirmeden.[24] Sanki, önünde duran yer yüzeyine bakıvermesi ve onu, belki de binlerce yıl boyunca işleyerek göründüğü duruma sokan doğal nedenleri kendisine soruvermesi yeterliydi.

Doğalcılığın izlerini daha az taşıyan Platon (/Eflatun: İÖ 428-348), başlıca ölüm konusunu sorguladığı *Phaedo* adlı konuşmalarında, yeraltı ve dolayısıyla yerkürenin ve içinin nitelikleri konularına eğilmişti (Platon, 1977: 381-7). Ona göre (*a.g.y.*: 375) evrende yerküreyi karşıt güçler dengede tutuyordu ve tepeden bakıldığında on iki değişik renkte lekeyle kaplı kocaman bir top gibi görünüyordu. Üzerindeki çukur alanlardan birinde insanoğlu yaşıyordu. Bu alan, yeryuvarlağının yüzeyinin berelenmiş, çürümüş bir bölgesiydi; oysa, öteki bölümleri daha kusursuza yakın ve hoştu. Çukur alanlardan bazılarının yeraltı geçitleri dizgesine bağlandığını ve yerkürenin merkezinde adına Tartarus denen büyük bir su kütlesi bulunduğunu sanıyordu. Bu su dört bir yanı dalga dalga döğdükçe ırmaklara akıyor, en büyüğü deniz olan göllerde birikiyordu. Kimi sıcak kimi soğuk olan sular sürekli dolaşım durumundaydı. Platon ayrıca, 'Sicilya'daki lav akıntısı ve lav akıntısından önce gelen çamur ırmakları benzeri'

(*a.g.y.*: 383) yerkürenin karnında akan ateş ırmakları ve çamur dereleri var olduğunu düşünüyordu. Athanasius Kircher'in yüzyıllar sonra çizeceği resimlere esin kaynağı olan, büyük olasılıkla yerkürenin karnının böyle tasarımıydı (bkz. s. 57).

Oysa Tartarus düşüncesi, Aristoteles'in (İÖ 384-322) havaküre ve onunla ilgili olguları incelediği *Meteorologica* adlı yapıtında hesaba katılmamıştı. Suyun dolaşımı olayını, yağışlar ve buharlaşma arasında denge bulunduğu şeklinde anlıyordu o (Aristoteles, 1952: 145). Ama, bununla yetinmeyip Herodotos gibi ileri giderek, tortulanma ya da denizin yayılması, dolayısıyla kara ve deniz arasında ilerleme-çekilme olaylarının varlığını da düşünüyordu. 'Şu var ki' diyordu Aristoteles (*a.g.y.*: 109), 'süreçler insan yaşamı içinde ayırt edilemeyecek denli yavaş ilerler'. Bunun yanı sıra değişik bölgelerin, yerküre tarihinin değişik dönemlerinde, daha yaş ya da daha kuru olduğunu düşünüyordu. Zamanın sonsuzluğuna (*a.g.y.*: 119) inandığı için, yeryüzü şekillerinde ve iklimlerde değişiklikler doğurmak üzere çalışan büyük çevrimler, zaman yetmezliği çekmiyordu.

Meteorologica'nın yerküre üstüne düşünceler tarihinde önemli yer tutmasının bir nedeni de, mineral içerikli değişik maddeleri kuru (dumanlı) ya da ıslak (buharlı) 'tütme' sonucu oluştuğuna göre ayırmasıdır. Kuru tütme sonunda oluşanlar, 'kırmızı zırnık (arsenik monosülfit, AsS),[25] boya yapımında kullanılan kahverengi ya da sarı demir oksit (Fe_2O_3), kırmızı boya olarak kullanılan topraksı demir oksit,[26] kükürt ve buna benzer diğer bütün maddeler' diyordu Aristoteles (*a.g.y.*: 287). Metallerin, 'buharlı ve gazlı tütme' sonucu oluştuğu sanılıyordu. Böylece temeli atılan gelenek, öyle ya da böyle, bir biçimde on sekizinci yüzyıl ortalarına değin sürdü. Marifet bu varsayımın taşıdığı belirli erdemlerde değil, daha çok Aristoteles'in felsefesinin önünde durulmaz ağırlığındaydı. Aslına bakılırsa Aristoteles, mineral dünyası konusunda pek birşey söylememişti.

Ayrıca coğrafyacı Strabon'dan da (yaklaşık İÖ 63-İS 21) söz edilmeli. Ünlü yapıtı *Coğrafya*'da (Strabon, 1917) dünyayı Ro-

malılar döneminde bilindiği biçimiyle anlatıyordu. Anlattıkları daha çok Akdeniz bölgesinde yaptığı gözlemlere dayanıyordu; ama, Hindistan ve Çin denli uzak bölgeler üstüne anlattıkları, bulanıktı. Strabon'un maden ve taş ocağı işletmeciliği ile çeşitli türden metal yatakları ve değerli taşlar üstüne söyleyeceği çokça sözü vardı. Bunun yanı sıra, yer sarsıntıları, yanardağ olgusu ve ani yer çökmelerine de değinmekteydi. Tsunami'lerin yabancısı olmasa gerekti ve kıyılardan içerde, denizden uzakta deniz kabuğuna rastlanmasını, buna bağlıyordu.

Ovidius ve Strabon ile yaklaşık aynı dönemde yaşamış bir başka düşünür de Romalı Stoacı düşünür Seneca (yaklaşık İÖ 3-İS 65) idi. Öncüllerinden birkaçı gibi o da değişim sorununa ilgi duyuyordu ve o bilgiler ışığında evrenin büyük çevrim kuramını önerdi. Bu kuram kimi bakımlardan, evrenin sonsuz sayıda genişleme ve sıkışma gel-gitlerinden (biz yalnız içinde yaşadığımız genişleme evresini bilsek de) oluştuğunu ileri süren çağcıl kuramla benzeşiyordu. Stoacılar açısından en başat (/baskın) düşünce, 'gerilme' kavramı ve karşıtı 'gevşeme' kavramıydı. Buna göre evrenin madde içeriği, her biri çok uzun süren 'gerilme' çevrimlerinden geçmişti ve maddenin 'gerilimi' arttıkça, sırasıyla topraktan suya, havaya ve ateşe doğru dönüşüm meydana gelmekteydi. *Quaestiones naturales* adlı yapıtında Seneca (1910), dünyanın artan gerilim evresinde olduğunu ve bu yüzden okyanusların zamanla sığlaşarak kuruduğunu sanıyordu. Sonunda herşey çok büyük bir yangında yok olup, küllerinden yeni bir dünya ortaya çıkacaktı. Bu düşünceler bir yolunu bulup Kutsal Kitap'a da (Petrus'un ikinci mektubunun 3. Bölümü) girdi. Metnin kaynağında Stoacı düşünce bulunduğu sanılmakta.

Yukarıda atomcu felsefeye nasıl ulaşıldığını ana çizgileriyle ortaya koymuş bulunuyorum. Ama atomculuğun kurucularının yapıtlarından elimizde kalmış, ya yalnızca kısa, kopuk parçalar var; ya da, Aristoteles gibi yazarların yapıtlarında onlara yaptığı değinmeler var. Bütünüyle bakıldığında, dizge (/sistem) o dönemin insanlarına yeterli gelmiyordu; çünkü, herşeyin

rastlantı sonucu meydana geldiği bir evren önerilmekteydi. Atomlar rastlantı sonucu, öylesine birleşip karmalar oluşturuyor ve sonra yeniden ayrılabiliyorlardı. Oysa dünya bu anlatılanlara uymuyordu. Tersine, bir tasarımcı ya da usta eliyle tasarlanmış gibi görünüyordu; ya da kimi bakımlardan canlı bir organizmanın niteliklerini taşıyordu. Hem Platon (1975: 55) ve hem de Aristoteles (1939: 207) enginlerin, Tanrı vergisi bir ruh, tinsel yaşamı olduğunu yazdılar yapıtlarında. Romalı asker, avukat ve düşünür Marcus Tullius Cicero (İÖ 106-43), atomcu düşüncelere yöneltilmiş zehir zemberek bir saldırı olan *De natura deorum* adlı yapıtında, evreni bir su saatine ya da güneş saatine, İlkçağ teknolojisinin 'rastlantıyla değil ustalıkla', sapmasız işlettiği şeylere benzetiyordu (Cicero, 1979: 207). Daha başka birçok örnek verilebilir. Cicero, 'tasarımı temel alan düşünüş' adıyla anılacak olan yaklaşımın ilk örneklerinden birini verdi. Saat tasarımı ile bir evren tasarımı arasında benzerlik kuran bu yaklaşım, günümüze değin yaygınlığından birşey yitirmemiştir.

Atomcu öğretilerin reddedilmesine karşın, atomcu düşünürlerce yazılmış belli başlı yapıtlar arasında biri var ki, dikkatimizi çekmemesi olanaksız; çünkü, yerküre üstüne söylediği önemli şeyler olmak yanında ruhbilimsel olgular ya da cinsellik gibi insana daha ilginç gelen konularda da söyledikleri var ve yapıt eksiksiz saklanabilmiş. Lucretius'un (İÖ yaklaşık 99 - yaklaşık 55) kaleminden çıkma ünlü Latince şiir *De rerum natura*'dan söz ediyorum. Yersarsıntısı olgusunu ve özellikle Sicilya Adası'ndaki Etna Yanardağı'nı ele alırken Lucretius (1951: 238) bunlara, yerkürenin gövdesini boydan boya kesip geçen mağaralar ya da geçitlerde esen şiddetli rüzgârın neden olabileceğini ileri sürer.[27]

Düşüncesi doğa güçleriyle ilişkiliydi ve Hesiodos'un sözünü ettiği Typhon gibi bir masal varlığı yerine, belli ki, demirci körüğü benzetmesinden esinlenmişti.

Bu düşünceyi ortaya atan yalnız Lucretius değildi. En çarpıcı biçimde karşılaşıldığı yer *Aetna* (Anon., 1901, 1955, 1965) adlı,

yazarı bilinmeyen bir şiirdir. Olası yazarlar olarak, aralarında Seneca ve Virgilius'un de bulunduğu, çeşitli ozan adları ortaya atılmıştır; ama, kanıtlar üzerinde birkaç yıl önce yaptığım incelemede, en uygun adayın Seneca ile yazışmış olan Sicilya Valisi Lucilius oğlu Lucilius olduğu sonucuna vardım (Paisley ve Oldroyd, 1979). Bu çalışma beni, büyük bir dizi klasik yapıtın yanardağlar ve yerküre üstüne yazdıklarını incelemeye yöneltti ve *'Aetna*-öncesi' metinlerin taranmasından Çizelge 1.1'de özetlenen sonuçlar çıktı.[28] Ayırt edileceği gibi *Aetna*'nın yazarı (ve diğerleri) yanardağın içindeki ateşin bir tür yakıtla beslenmesi gerektiğini sanıyordu. Lucilius (ya da her kimse) yakıtın lav olması gerektiğini düşündü. İncelediğim metinlerde bazı başka düşünceler de ortaya atılmıştı. Bunlar Çizelge 1.2'de belirtilmiştir.

Bunca dağınık olması dolayısıyla gözden kaçabilse de, klasikleşmiş yazılı yapıtların orasına burasına sokuşturulmuş (yanardağ olgusuna ilişkin) oldukça büyük bir görüşler toplamının var olduğu gerçeği bu çizelgelerden anlaşılmakta. Dikkat edileceği gibi, görüşlerin çoğu masalsı nitelikte değildi. Bu da gösteriyor ki, -deyim yerindeyse- Sokrat öncesi devrimin etkisi, sürüp gelmekteydi. Üstelik, İlkçağ Yunanistan'ı ile Roma'sının yazılı yapıtlarında geçen çeşitli yersarsıntısı ve yanardağ anlatılarında ortak bunca çok etmen bulunmasından yola çıkarak, İlkçağ dünyasının Akdeniz bölgesinde konuya ilişkin düşüncelerde bir ortaklık olduğu, ve konuyu adıyla sanıyla ele alan bir bilimsel inceleme bulunmamış olsa da, düşüncelerin bir yazardan ötekine aktarıldığı sonucuna varabiliriz.[29]

Gerçek bir yanardağ püskürmesinin, İlkçağ döneminden elimize ulaşmış tek bir dikkate değer betimlemesi, Vezüv Yanardağı'nın İS 79 yılındaki püskürmesi. Gerçekten de, ünlü Romalı yazar Gaius Plinius Secundus (İki Plinius'dan büyüğü) (İS yaklaşık 23-79) bu püskürme sırasında can verdi. O sırada Napoli yakınında, Misenum'daki Roma deniz filosunun komutanıydı ve can kurtarma girişimi sırasında gemilerini yönetirken, kendi güvenliğini hiçe saydığı için, püsküren yanardağın çıkardığı gaz,

Çizelge 1.1 Eski Yunan ve Roma'da yanardağ etkinliğinin ve depremlerin nedenleri üstüne düşünceler

Yeraltında yanardağ geçitleri ya da boşluklar	Yangınlı depremlerin nedeninin hava/rüzgâr olduğu	Ateşin nedeninin yerküre içinde etkin hava olduğu	Havanın yerküre içine denizin zoruyla basıldığı	Havanın devinimine ya da depremlere akan, dökülen malzemenin neden olabileceği	Lavların 'yakıt' görevi gördüğü kuramı
Demokritos	Anaksimandros	Aristoteles	Aristoteles	Anaksimenes	Ovidius
Metrodorus	Anaksagoras	Epikuros	Kallisthenes	Epikuros	Strabon
Platon	Arkhelios	Lucretius	Lucretius	Lucretius	Seneca
Aristoteles	Demokritos	Ovidius	Seneca	Seneca	Plinius
Epikuros	Metrodorus	Strabon	Aetna	Aetna	Apollonius
Lucretius	Aristoteles	Seneca			Aetna
Ovidius	Kallisthenes	Yapay-Aristoteles			
Diodorus	Epikuros	Apollonius			
Strabon	Lucretius	Aetna			
Seneca	Posidonius				
Plinius	Strabon				
Yapay-Aristoteles	Seneca				
Apollonius	Plinius				
Aetna*	Yapay-Aristoteles				
	Aetna				

* Ozanı belli olmayan bir şiir

Çizelge 1.2 Yerküre üstüne başka ilkçağ düşünceleri

Yanardağları açıklayan masalımsı söylenceler (çoğunluğu yanardağ Tanrısı Typhon üstüne)	Gökgürültüsü ve şimşek üstüne kurulu benzetmeler	Tütme kuramından yararlananlar	Su nedenine bağlanan depremler	Ateş nedenine bağlanan depremler
Hesiodos Pindaros Virgilius Ovidius Manilius Lucan	Anaksagoras Epikuros Seneca Plinius	Aristoteles Diodorus Seneca Plinius	Thales Demokritos Epikuros Lucretius	Anaksagoras

buhar ve dumanda boğuldu. Olayın ayrıntılarını, yeğeni Gaius Pilinius Caecilius Secundus (İki Plinius'dan küçüğü) (İS yaklaşık 62-yaklaşık 113) Cornelius Tacitus'a yazdığı bir mektupta çizimlerle saptadı (Küçük Plinius, 1978: 135-37). Herculaneum'a ve Pompei'ye gelen ziyaretçiler bugün hâlâ, Vezüv'ün İS 79 yılındaki ünlü püskürmesinin etkilerini görebilir ve yerkürede saklı güçler üstüne derinlemesine düşünceye dalabilirler.

Büyük Plinius yaşamda kalmış olsaydı eğer, püskürmeyi en ince ayrıntısına varıncaya dek kendisi anlatacaktı, hiç kuşkusuz; çünkü, var olan her düşünceyi yazıya dökmeye düşkün bir insandı. Bunu, ünlü *Natural History* adlı yapıtıyla gerçekleştirmeye girişti. Otuz yedi kitaptan oluşan, İS 77 yılında tamamladığı bu doğa tarihinin son beş kitabında mineral dünyasını ele alır. Yirmi bin konu başlığına değindiği kestirilen yapıt, Roma döneminde madencilik uygulamalarını; çimento, alçı, cam v.b. üretim süreçlerini ve yapı taşlarının hazırlanışını anlatan bölümleri dolayısıyla, tarihçilerce önemli sayılmıştır. Ayrıca, birçok kristal ve değerli taşın tanıtımları yer almakta. Bu tür konularda birçok ayrıntıyı, özellikle mineral ve değerli taşlarda bulunduğu sanılan büyü gücünü, Plinius kanıt aramaksızın kabul etmişti.

Thomas Kuhn'un (1962: 16) önerisine uyarak, Plinius'un yapıtını 'benzetmelik-öncesi (/paradigma-öncesi) bilim'in bir örneği, -deli kızın bohçası türünden uyumsuz ve sindirilmemiş bilgiler 'batağı'- saymak birçok bakımlardan yerindedir. Bilgiler, kurama ya da herhangi bir yol gösterici ilkeye bakmaksızın top-

lanmıştı. Bundan dolayı, Kuhn'un deyimiyle, Plinius'un eleştirel olmayan gözlemciliği, bilimsel araştırma niteliği taşımış olmadığı gibi, tam anlamıyla felsefi de sayılmazdı. Yine de, ince elenip sık dokunmamış da olsa, *Natural History* (Doğa Tarihi) sonsuz sayıda bilgiyi sergiliyordu ve değerli bir bilgi ambarı sayıldığından olsa gerek, tekrar tekrar el yazması kopyaları çıkarılıyordu. 1469 yılında Venedik'te basıldığında, on beşinci yüzyılda matbaada basımı yapılan ilk kitaplardan biri idi ve hâlâ yeni baskıları yapılmakta. Günümüzde kullanılan 'doğa tarihi' terimi Plinius'tan alınmadır.

Eski Yunanlılar için yerkürenin belirlenemez bir yaşta olduğunu gördük. Aristoteles, yerküreyi durağan ve evrenin merkezinde, içiçe geçmiş bir dizi 'kristal' küre ile çevrili olarak düşünüyordu. Güneş, Ay ve gezegenleri gökyüzündeki yörüngelerinde tutan bu kürelerdi. Yıldızların iliştirildiği ya da bir biçimde parçası olduğu dış küre, günde bir kez dönmekteydi. Bu kürenin boyutları bilinmemekteydi; ama, pek de büyük sayılmıyordu. Bunun nedeni, belki de, bugün pek seyrek rastladığımız (ama örneğin, Avustralya'nın iç bölgelerinde kolayca rastlanabilecek) açık hava koşullarında göz kamaştırarak parlayan yıldızların pek yakın görünmeleri ve yıldız küresinin tümüyle, sanki insanın üstüne üstüne gelmesidir. Her neyse, evrenin bir uçtan öbür uca boyutları bilinmemekle birlikte, Ay tutulması sırasında düşen yuvarlak gölgenin de kanıtladığı üzere küre biçiminde olduğu kabul edilen yerkürenin gerçek büyüklüğü, olağanüstü küçük bir yanılma payı ile bilinmekteydi. Bunu başaran, kuram ile ölçmeyi ustaca kaynaştıran Eratosthenes (İÖ yaklaşık 275-194) olmuştu. Eratosthenes İskenderiye'nin büyük kitaplığında görevliydi. Uyguladığı yöntemin tam tamına bir betimlemesi elimize ulaşamamıştır ve bildiklerimizin çoğu İÖ birinci yüzyılda yaşamış Cleomedes adlı yazarın aktardıklarıdır.

Eratosthenes şunu biliyordu: Nil Vadisi'nin adına Syênê[30] dedikleri bir yerinde, yılın en uzun gününde güneş tam tepede bulunuyordu (Güneşin görüntüsü, bölgedeki su kuyularının tam

ortasına düşüyordu.). Ama kuzeyde, İskenderiye'de güneş, bir dairenin ellide biri kadar dikeyden sapmış görünüyordu. Kuzey-güney boylam dairesi üzerinde, Syênê ile İskenderiye arasındaki yaklaşık uzaklık bilinince, yerkürenin büyüklüğü hesaplanabiliyordu. Eskiden beri süren geleneğe göre, Syênê ile İskenderiye arasındaki uzaklık şöyle belirleniyordu: Günde ortalama yüz stadia yol alan develerle, Syênê İskenderiye arası elli gün çekiyordu. Öyleyse, 5000 stadia dünyanın çevresinin ellide birine eşit oluyordu. Buna göre, yerkürenin çevresi de 250.000 stadia'ya eşitti. Bir yolcu stadion'u 157 metre kabul edilirse (konu, ilgili yazında epeyce tartışma konusu olmuştur), 39.250 kilometre sonucunu buluyoruz. Bu sonuç, çağcıl değerin %2 altındadır. Ama, son zamanlarda yapılan değerlendirmelerde (Dutka, 1993) deve öyküsünün doğru olup olamayacağı sorgulanmış ve daha önce doğrudan ölçmeyle saptanmış Syênê-İskenderiye uzaklığının, Eratosthenes'in elinde zaten bulunduğu ileri sürülmüştür. Diyelim ki ölçmeyi yapmamış olsun. Burada savlanan İlkçağ gökbilimcilerinin, evrenin değilse bile, yerkürenin büyüklüğü (ve biçimi[31]) konusunda küçümsenemeyecek denli düşünce sahibi olduğudur.

Akdeniz'i çevreleyen iç bölgelerde deniz kabuklarının varlığını açıklamak için Eratosthenes, denizin bir zamanlar su düzeyi Atlantik ya da Karadeniz'inkinden daha yüksek, kocaman bir iç göl olduğunu varsaymıştı. Ama, Herkül Sütunları'nın (Cebelitarık Boğazı) ve Pontus-Euxinus'un (İstanbul Boğazı) bulunduğu yerde böğetler yıkılıp sular çekilince, deniz kabukları Akdeniz kıyılarında kalakalmıştı. Strabon bu görüşe katılmıyordu: O, deniz ve karada hızlı alçalıp yükselmeler varsayımını yeğliyordu; ama, çeşitli yerlerde ve değişik zamanlarda olmak koşuluyla...

Batı dünyasının Hıristiyanlaşma öyküsü ve Yunan bilgi birikiminin, gelecek kuşaklara yeni doğan Müslüman kültürleri aracılığıyla aktarılması birçok kez anlatılmıştır; o yüzden burada, bu konulardan çok söz edilmeyecek. Gizemli Üçlülük* öğ-

*Teslis: Tanrının üç ayrı kişiliğin, tek bir Tanrı biçiminde birleşmiş olması. (ç.n.)

retisi, İS 325 yılında İznik'te toplanan Kilise Meclisi'nce karara bağlandı ve Hıristiyanlık, Musevilikten, Stoacılıktan, Platonculuktan ve Yeni-Platonculuktan[32] düşünceler özümsedi. Bu erken dönemde, Aristotelesçi öğreti, Hıristiyanlığın kuramsal yapısına henüz girmemişti. O yüzden dünyayı tabak gibi düz sayan kuramı, (Tevrat'ta da onaylandığı üzere) benimseme eğilimi yaygındı. Örneğin İmparator Konstantin'in oğlunun öğretmeni Lactantius Firmianus (İS yaklaşık 240-320) bu düşüncedeydi. Ama bu düşünce hiçbir zaman resmi Hıristiyan öğretisinin bir parçası olmadı ve konu uzun yıllar belirsizliğini korudu. Gerçekten de coğrafya ve hiç kuşkusuz yerbilim, Hıristiyanlığın kutsal metinlerini kaleme alanların hiç de umurunda değildi ve Roma İmparatorluğu'nun çöküşünü izleyen, Karanlık Çağlar adıyla bilinen dönemde coğrafya bilgisi gelişme yerine yozlaştı.[33]

Oysa, kutsal metinleri yazanlar, zaman konusuna daha çok ilgi duyuyorlardı. Musevi geleneğinden kaynaklanan Hıristiyan zaman kavramı, Yunan ve Romalılarınkinden köklü biçimde ayrılıyordu. Bunun nedeni, Tekvin'de anlatıldığı biçimiyle dünyanın ilk yaratılışıyla İsa Mesih'in beklenen dönüşü ve Tanrı egemenliğindeki cennet ülkesine ulaşma arasında geçen düz tarih çizgisine verdikleri önemdi. Bilginlerin araştırmaları ve bazı kutsal metinlerin birazcık yorumu sonunda bu olaylar sözüm ona niceliksel olarak zaman çizgisinin üzerine oturtulabiliyordu. Hıristiyan süredizininin (/kronolojisinin) kurucusu Antakyalı Theophilus (İS 115-81), kendisinden sonra geleceklerin çoğunun yapmaya uğraştığını yaptı: Eski Antlaşma'da geçen tarih bilgilerini geriye doğru tarayarak Adem ve Havva'nın tarihini belirlemeye çalıştı. Böylelikle yaratılışın tarihi belirlenmiş olacaktı. Theophilus İÖ 5529 tarihine ulaştı (Haber, 1959: 17). Yararlandığı önemli yol gösterici ilkelerden biri, Petrus'un ikinci mektubunun 3. Bölümü'nün 8. ayetiydi: 'Rab'bin gözünde bir gün bin yıl ve bin yıl bir gün gibidir.' ÖyleyseTekvin'de betimlenen altı günde yaratılışın her bir günü dünya tarihinde bin yıla denk gelmeliydi. Lactantius'a göre, kutsal süredizindeki ilk

beş binyıl geçmişti. Öyleyse, İsa Mesih'in yeryüzüne ikinci kez gelişine ve mutluluk dönemine çok bir zaman kalmamıştı. Daha etkili kişilerden Aziz Augustine de yerküre tarihi için 6000 yıllık bir çizelge öngörüyordu.

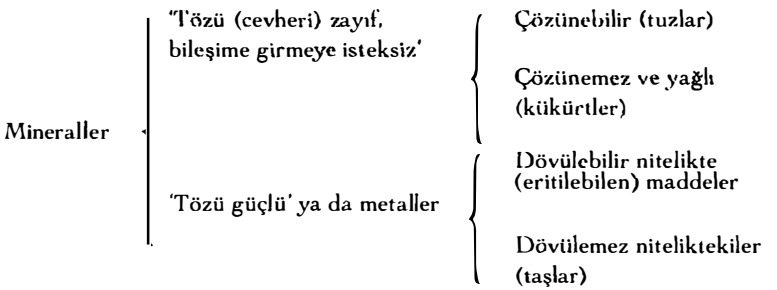
Kayıtlardan anlaşıldığı kadarıyla, Hıristiyanlığın kutsal metinlerini kaleme alanlar, gökbilim dışında doğaya ilişkin konularla pek ilgili değildiler. Gökbilime ilgileri Paskalya yortusunun gününü belirlemede gerekli olduğundandı. Sonuç olarak, yerküreye ilişkin bilgilerde yüzyıllar boyu pek az değişiklik oldu. Olan değişiklikler de, coğrafya bilgisini ilgilendiren ilkel değişikliklerdi. Yerkürenin yaşı insanoğluna 'kavranabilir' geliyordu. Hıristiyanlığın -en başta Aziz Thomas Aquinus'ın (yaklaşık 1225-74) çabalarıyla- Aristotelesçi düşünceyle iç içe geçtiği Ortaçağ'da, Aristotelesçi düşüncenin dışta bırakılan bir önemli yanı varsa, o da çevrimsel zaman görüşü ve dünyanın büyük yaşı idi. Yoksa, diğer evren bilgileri pekâlâ uyuşuyordu. Yerküre evrenin merkezinde bulunuyordu ve diğer bütün göksel cisimler çevresinde dönüyor ve etkilerini yerküreye yöneltiyorlardı. Bu küçük ve 'kapalı' bir evrendi; ayrıca büyüklüğü kavranabilir boyuttaydı. Ama, yerküre tarihinin kısa süreli zaman çizelgesinin Ortaçağ'da bir ölçüde sarsılması, Hıristiyan dünya görüşünün içine Aristotelesçi görüşten kimi yanların oturtulması sonucu oldu. Örneğin Cusa'lı Nicholas (1401-64) yerküre ve evren için çok daha uzun bir süre düşünüyordu. Aşağıda sözünü edeceğimiz Buridan da öyle... Ama, bilginin ve ahlak kurallarının tek kaynağı olarak Kutsal Kitap'ın öne çıkarıldığı Reform'la birlikte, kısa süreli zaman çerçevesi yeniden doğrulanmış oldu ve Batılı insanların büyük çoğunluğu açısından en az on dokuzuncu yüzyıl ortalarına değin yerini korudu.

Kutsal Hıristiyan metinlerini kaleme alanlar doğaya ilişkin bilgilerimize pek az şey eklemişken, Yunan düşünsel kalıtına hemen sahip çıkan Araplar, yerküreye ilişkin konularda bazı önemli katkılar yaptı. İbni Sina (İng.: Avicenna) (980-1037) ve İbni Rüşt (İng.: Averroës) gibi bilginler Aristoteles'in yazdıkla-

rı üstüne önemli yorumlar yaptı ve İbni Sina, taşların oluşumu üstüne yazdığı metinde (Avicenna, 1927) 'kimyanın öncüsü' sayılacak bir bakış açısıyla[34] yerküreye ilişkin düşüncelere önemli katkılar yaptı. Aşağıdaki 1.1 çizimdeki sınıflandırma işte böylece ortaya çıkmış oldu. Talih eseri, bu sınıflandırmanın (tuzlar, kükürtler, metaller ve taşlar) kalıntıları on sekizinci yüzyılın sonuna değin saklandı.

İbni Sina'nın kitabında, 'Dağların oluşum nedenleri' konusunda ilginç düşünceler içeren bir bölüm de bulunmaktaydı. Bazı su kaynaklarının nesneleri taşa dönüştürme yeteneğinden haberli olduğu için, yerkürede bir 'emdirme ve taşlaştırma yeteneği'nin var olduğu görüşündeydi. Vadiler, ona göre, akan suların yataklarını aşındırması sonucu oyulmuştu. Dağlar, denizin çekilmesinin ardından açıkta kalan deniz tabanındaki 'yapışkan kil'in taşlaşmasıyla oluşmuştu (Denizin çekildiğinin kanıtı, iç kesimlerde bulunan deniz kabuğu fosilleri idi.). İbni Sina, için-

Çizim 1.1 İbni Sina'nın mineral maddelerini sınıflandırması



de bulunulan evrede dağların daha çok gevşemekte ve ufalanmakta olduğunu sanıyordu; ama, tabakalı görünümleri, daha önce bir tortulanma sürecinden geçerek oluştuklarını gösteriyordu. Öyleyse, dağların oluşumu ve ayrışması sürecinde bir çevrim düşüncesinin yeri olsa gerekti.

Yerbilim olaylarında bir tür çevrimlilik olduğu düşüncesine, 'Günahsız Biraderler' adıyla anılan, onuncu yüzyılda yaşamış

bir bölük Müslüman bilginin çalışmalarında da rastlanacaktı. Taş kırıntılarının okyanusların tabanında yavaş yavaş, üstüste birikmesiyle okyanusların taştığını ve suların yayıldığı yerlerde yeni malzeme birikimi başladığını kavrayabiliyorlardı. Bu düşüncenin tamamı gökbilimcilerin tasarladığı 'büyük yıl' düşüncesi ile bağlantılıydı. Gökbilimciler Samanyolu'nun doğrultusunun ve 'gündönümü noktalarının' ekliptik (Güneş'in yıl boyunca takımyıldızlar arasında izlediği görünür yolun oluşturduğu büyük çember) üzerindeki konumlarının yavaş ama düzenli bir biçimde değiştiğini ayrımsamışlardı.[35] Bir tam çevrim için bir 'büyük yıl' (36.000 yıl) gerektiği sanılıyordu ve 'Günahsız Biraderler' bu 'büyük yıl'ın kendi büyük yerbilimsel çevrimleri ile çakıştığına inanıyordu (Duhem, 1958: 253).[36] İlkçağ ve Ortaçağ bilimine ilişkin bunca malzeme toplamış ve karşılaştırmalı olarak değerlendirmiş olan on dokuzuncu yüzyıl Fransız fizikçisi ve bilim tarihçisi Pierre Duhem'in bu öğretiye verdiği isim, 'une theorie purement neptunienne' idi (*a.g.y.*).

Hıristiyan düşünürlere gelince, onların düşünceleri hep böylesine doğalcı değildi. Viyana Devlet Kitaplığı'nda saklanan ve kopyaları Norwich Katedrali'nden sağlanabilecek on üçüncü yüzyıldan kalma bir Fransız İncil'inde yer alan yaldız süslemeli bir resimde (Resim 1.2), evrenin doğrudan doğruya -bir usta zanaatkârın- Tanrı'nın (ama İsa suretinde) elinden çıktığı gösteriliyor. Resimde Tanrı, gökkubbe üstündeki sular ile altta yer alan kara arasındaki sınırı (tam da pergel yardımıyla) çizme aşamasındadır. Ama yerküre henüz en son biçimini almış değil.[37] Ve Eratosthenes'i bilmezden gelen ya da unutan Ortaçağ yazarı Dante Alighieri ise (1265-1321), dünyayı o denli küçük betimliyor ki, insanoğlu isterse yürüyerek -en azından imgelemindedünyayı boydan boya, üstelik Cehennemin birkaç katına uğraya uğraya geçmeyi, bir Paskalya yortusu süresine sığdırabilir.[38]

'Della composizioni del mondo' adlı el yazmasında İtalyan bilgin Ristoro d'Arezzo (on üçüncü yüzyıl) yeryüzünün bir bölümünü suyun basmasını engelleyenin gökyüzü olduğu ve gök-



Resim 1.2 Tanrı/İsa, 'Pantokrator', evrenin mimarı, karayı sulardan duvarcı ustasının pergeli yardımıyla ayırıyor. Resim, on üçüncü yüzyıldan kalma bir Fransız İncili'nden alınmıştır (Viyana'da *Osterreichische Nationalbibliothek*'in izniyle yayımlanmakta (Kod. 2554, fol. 1ᵛ)).

yüzündeki yıldızlar örüntüsü ile yeryüzündeki dağ tepeleri ve vadiler örüntüsü arasında bir karşılıklı 'alışveriş' durumu olduğu düşüncesindeydi (Ristoro d'Arezzo, 1862:145-66). (Benzer bir düşünceyi ortaya atanlardan biri de Dante idi: Ona göre,

dağları okyanus sularının içinden çekip dışarı çıkaran çakılı yıldızlardı (Suess, 1906: 6).) Ristoro yıldızların yeryüzündeki sular üzerinde etkileme 'gücü' olduğu kanısındaydı. Yıldızlar, tıpkı bir mıknatısın demiri çektiği gibi, suları içe doğru toplayınca karalar açıkta kalmış oluyordu. Öte yandan, kayaları da birinci elden inceleyip içinde fosillerin varlığını gözledi ve akan suyun yatağını oyarak vadiler yaptığını ayrımsadı. (Nuh Tufanı da önemli bir yerbilimsel etken sayılmıştı.) Bu tür bir kuramın ya da Günahsız Biraderler'in kuramının bir sıkıntısı vardı: Yeni dağların nasıl oluştuğunu açıklamıyordu ve öyle sanılabilirdi ki, tek bir çevrim sonunda, bütün kara törpülenip, deniz yüzeyine göre aşağıda ya da yukarıda kalan bir düzlem durumuna geldiğinde süreç tamamlanmış olacaktı. İbni Sina bu soruna depremlerle, yeniden yükselen karalarla bir yanıt getirmeye çalışacaktı; ama, o zaman da depremlerin nedeni yanıtsız kalacaktı. Ristoro daha çok, eskinin yeraltı rüzgârları düşüncesinden medet ummak eğilimindeydi.

Konuyu, on dördüncü yüzyıl bilginlerinden, Paris Üniversitesi rektörü Jean Buridan (yaklaşık 1328-58), '*Questions sur le traité des météores*' adlı bir yazıda ele aldı. (Yazı, Aristoteles'in *Meteorologica* adlı yapıtı üstüne ayrıntılı bir açımlama idi.) Buridan da Aristoteles gibi aynı gözü karalıkla, dünyanın başının sonunun belli olmadığını varsaydığını bildirdi; isterse 'imanımızla' bağdaşmasın (Duhem, 1958: 299)... Daha da ileri gidip, 36.000 yıl süreli bir çevrimin olamayacağını savladı. Çünkü 18.000 yıl sonunda denizlerle karaların yer değiştirmiş olması gerekecekti ve bu değişimin dörtte biri eski Mısırlılardan bu yana geçen 6000 yıllık zamanda gerçekleşmiş olmalıydı. Oysa, yazılı ve sözlü gelenekten anlaşıldığı gibi, o büyüklükteki zaman aralığında, böylesi büyük bir değişiklik olmamıştı (*a.g.y.*: 294). Bununla birlikte Buridan çok yavaş bir çevrimi -'belki yüz bin milyon yıl süreli' (*a.g.y.*: 296)- öngörüyordu. Gökyüzündeki bütün gezegenler, yıldızlar, Güneş ve Ay ancak bu sürede gökyüzünün ilk yerleşim düzenindeki yerlerine dönebilirdi.

Buridan bütün bunları hesaba katarak, akıl işi bir model geliştirdi. Modeli, Duhem'in ardından, yakınlarda Gohau (1991: 28-30) açıkladı. Buridan'ın savı şuydu: Yerkürenin içi türdeş olmadığı için, ağırlık merkezinin ille de geometri merkezi ile çakışması gerekmiyordu; ama, ağırlık merkezi evrenin merkeziyle çakışmak zorundaydı. Öte yandan, okyanusların oluşturduğu küre tam küre biçiminde olmalıydı ve onun ağırlık merkezi evrenin ağırlık merkeziyle çakışıyordu. Buna göre, sanki iki ayrı kürenin varlığı söz konusuydu: Biri yerküre, diğeri okyanuslar küresi. Yerkürenin bir yüzü deniz yüzeyinin üstünde kalırken, öteki yüzü büyük ölçüde suya batmış oluyordu. (Büyük Okyanus'un 'karşısında'ki yarım kürede dünya karalarının çoğunun toplandığı düşünülürse, bu düşünce hiç de o denli düş ürünüymüş gibi gelmez.)

Yerkürenin açıkta kalan yüzü güneşten ısındığı için, sonuçta daha düşük yoğunlukta olacaktı. Bir yanda karasal yüz aşınmaya uğrarken, öbür yanda okyanus yüzünün tabanında kırıntıların birikmesiyle tortultaşlar oluşacaktı. Ama gökyüzündeki çevrimin çok yavaş (milyonlarca yıl) ilerleyişi yüzünden, (bu varsayıma göre) sukürenin çevrimi, yerküreye göre çok yavaş ilerleyecekti. Bundan dolayı, henüz herşey aşınıp dümdüz olmamışken ve denizler tümüyle tortultaşla dolmamışken, taze kara parçaları açığa çıkacaktı. Gerçekten de Buridan bir kasabanın yavaş yavaş okyanusa yaklaşabileceği ya da okyanustan uzaklaşabileceği düşüncesindeydi (Duhem, 1958: 304). Böylece, okyanus yavaş yavaş yerküreye göre yer değiştirdikçe (yayıldıkça, ya da çekildikçe), yeryuvarlağı üzerinde insanoğlunun yerleştiği alanı ortalayan boylam, durağan olduğu varsayılan gökyüzüne göre, yavaşça yer değiştirecekti. Sonuç olarak, Buridan'ın kafasından geçen, kutupların gezinmesine yakın birşeydi.

Aristoteles düşünce geleneğinin rahminde oluşan Buridan kuramı, alışılmışın iyice dışındaydı. Çağdaşı, sözü ağırlıklı bilgin Nicholas Oresme kurama karşı çıktı; ama, Saksonyalı Al-

bert, Inghen'li Marsilius ve Pierre d'Ailly gibi bilginler Buridan'ın yanında yer aldı. İlerde göreceğimiz gibi, Buridan'ın düşünceleriyle, on yedinci yüzyılda yaşamış Robert Hooke ve on sekizinci yüzyılda yaşamış Benoît de Maillet ve hatta Comte de Buffon'un düşünceleri arasında belirgin bir benzerlik vardı. Bilebildiğim kadarıyla, aralarında doğrudan herhangi bir tarihsel bağlantı kurulabilmiş değil. Yine de böylesi bir bağlantı tümden olasılık dışı değil. Hooke'un koskoca bir kitaplığı vardı ve doymak bilmez bir okuma hastasıydı.

Daha sonraki bölümlerde karşılaşacağımız gibi, on yedinci yüzyıl bilimsel düşüncesinin yerküre konusunda ilk başa çıkmak zorunda kaldığı sorunlardan biri, denizin çok uzağında kayalara gömülü ve ola ki günümüzde yaşayanlardan oldukça değişik, deniz kabuklarıydı. Ama bu soruna Rönesans'ın çok yönlü bilgini Leonardo da Vinci (1452-1519), önceden el atmıştı. Pek iyi bilindiği gibi, düşüncelerini özel defterlerine, kendine özgü elyazısıyla, aynada görüldüğü gibi sağdan sola yazmıştı ve düşünceleri sağlığında yayımlanma olanağı bulmadığı için çağdaşları üzerinde dikkate değer bir etkisi olmadı. Ama deniz kabukları sorununu ilginç ve önemli bulduğunu göstermesi bakımından dikkate değer. Ve bunlar, Rönesans döneminde hiç değilse bazı kişilerin yerküre üstüne ne düşünmüş olabileceği konusunda bize birşeyler söylüyor.

Leonardo (1906: 106) deniz kabuklarını kayaların içine yerleştirenin Nuh Tufanı olmadığını, kanıtlarıyla 'dan dan' söylüyordu. Kuma gömülü deniz tarağı ve benzerlerinin yürüyüş hızı yetmediği için, sular yükselirken geride kalmış olmalıydılar. Ayrıca, deniz kabukları yıldızların etkisiyle doğmuş olamazlardı; öyle olmuş olsa, bu denli çeşit bolluğunu, kiminin yaşlı kiminin genç, kiminin tüm kiminin parçalanmış olmasını nasıl açıklamalıydı?[39] Tersine, doğadaki kanıtlar (Leonardo Floransa ve Kuzey İtalya gölleri çevresinde gözlediklerini anlatmıştır biraz) deniz düzeyinin bir zamanlar kavkı yatağının yüksekliğinde olduğunu ortaya koyuyordu. Bu aynı zamanda, şimdiki deniz dü-

zeyinden çok yukarıda bulunan iri, yuvarlak çakıl (konglomera) yataklarını da açıklamaktaydı.

Leonardo (*a.g.y.*: 109-10) fosillerin nasıl meydana geldiğini, bize tümüyle tanıdık gelen bir biçimde anlatmıştır:

> Nehir yatakları zaman içinde alçalırken, bu yaratıklar (balıklar) çamur içine gömülüp kalırlar; et ve organları dağılıp yok olurken, yalnızca kemikleri geride kalır; çamurda çıkan kalıbının tabanına düştüklerinde balığın kemikleri bile doğal dizilişini yitirir; ve çamur tabakası, dere düzeyinden daha yukarıya kalkarken, su çekildiği için kurumaya başlar ve önce yapışkan bir hamur olur, ardından taşa dönüşerek içindeki herşeyi tutsak eder; her boşluğu doldurur.

Konunun ilginç yanı, yazıda (*a.g.y.*: 104-5) Buridan'ın düşüncelerinden Leonardo'nun az çok haberi olduğunu akla getiren bir bölüm olması. Leonardo, aşınma olayının 'yerkürenin hafifleyen yanını' yükseltecek yönde etki yapacağı ve bu şekilde 'tam karşıdaki yüzün yerkürenin merkezine doğru yaklaşacağı ve eski deniz yataklarının sıradağlar oluşturacağı' düşüncesini ima ediyor. Ne yazık ki, uzandıkça el altından kaçıveren bu düşüncenin, daha öteye ardından koşan olmadı. Ama Leonardo'nun da, öncülü Grekler gibi, yerküre üstüne düşüncelerine, zamana ilişkin sınırlar koymadığı apaçık ortada.

Öte yandan her Rönesans insanı gibi Leonardo da, öteki dünyaya olan yanında, her zaman bu dünyaya, yaşama ilgi duydu. Ve yerkürenin -toprak ananın- yaşama binbir biçimde kaynaklık ettiğinden kuşkusu yoktu. Bu yüzden, insanla yerküre arasında yakın bir benzerlik bulunduğu yolundaki yaygın düşünceden -makrokozmos/mikrokozmos benzeşiminden- yararlandı:

> Yerkürenin canlı olduğunu (onda büyümeyi sağlayan bir tinsel güç olduğunu) söyleyebiliriz: Toprak onun etidir; üstüste gelmiş kaya tabakaları kemikleridir; kasları süngerta-

şındandır; kaynaklarda kaynayan sular kanıdır. Yüreğinin çevresini saran kan gölü okyanustur. Denizin gel-gitleri gibi, nabzının her atışında azalıp çoğalan kan yoluyla soluk alıp verir. Ve dünya, ruhunun sıcaklığını yerkürenin her yanına yayılmış ateşten alır; ve yaratıcı tözünün barınağı ateşlerdir. Dünyanın değişik yerlerindeki sıcak su kaynaklarında, kükürt ocaklarında, ve Sicilya'daki Etna gibi yanardağlarda ve daha birçok yerde, dışa vuran bu ateştir (*a.g.y.*: 130-31).

Bu güzel alıntıda, bana göre, yerküre üstüne pek kafa yormadan düşünen sıradan insanın bakış açısı çok güzel yansıtılmış. Yerküre bir tür organizma, can verilmiş, doğurgan bir varlıktır; ve insanın en yakından tanıdığı varlık olan kendi bedenine benzetilerek kavranabilir.

Böylesi ilginç bölümler bir yana bırakıldığında, Ortaçağ ve Rönesanstan günümüze ulaşmış, yerküre üstüne yazıların çoğu kuramsal olmaktan çok 'ansiklopedik' niteliktedir ve Plinius'un *Doğa Tarihi*'ni andırır.[40] Adams (1938), bu tür metinleri iyice didikleyerek ince ayrıntıya girmiştir; öylesine ki, yazdığı tarihte tek tek ağaçlar yüzünden, orman neredeyse görünmez olur. Ama Fransız düşünürü Michel Foucault'nun çok bilinen *The Order of Things* (1970)[41] adlı kitabında, Rönesans dönemi bilgininin neyle ilgilendiğinin genel, yararlı bir tanıtımı var. Foucault'nun bu aydınlatıcı çözümlemesi, özellikle Rönesans döneminde mineral dünyasını inceleyen çalışmalara uygulanabilir (Albury ve Oldroyd, 1977).

Foucault'ya göre, bir bitki ya da hayvan konusunda bilgi verirken Rönesans bilgininin amacı, o bitki ya da hayvana ilişkin bulabildiği her türlü bilgiyi bir yerde toplamaktı. Topladığı bilgilerin içine, yalnızca dış görünüş ya da davranış özellikleri girmiyordu; aynı zamanda iyi geldiği hastalıklar, büyüye dönük yararları, hanedan armalarındaki simgesel anlamları, doğada sözüm ona yatkın oldukları, ters düştükleri,[42] 'çağrıştırdıkları',[43] ve

özellikle o bitki ya da hayvan üstüne söylenmiş ya da yazılmış -böylece sonuçta o şeyin 'doğasının' ayrılmaz bir parçası olmuşne varsa derleniyordu. Rönesans bilgininin yaklaşımı, ilkçağ dünyasında yaşamış Plinius'unkinden hiç de değişik değildi.

Aynı vadide ilerleyenler arasında, *De rerum fossilium, lapidum et gemmarum* (1565) adlı derlemeyi yapan İsviçreli doğalcı Conrad Gesner'i (1516-65) buluyoruz. Bu derlemede mineraller andırdıkları geometrik biçimlere, gök cisimlerine, hayvanlara, bitkilere ve insan yapısı nesnelere göre ele alınıyor. Gesner, kendi gözlemleri yanında haberleşme yoluyla topladığı bilgilere de dayanmaktaydı ve bu (çoğu kez olduğu gibi) onu bazı yanılmalara sürükledi. Örneğin, bazalt sütunlarını betimlerken, tepelerini kuvars kristallerindeki gibi piramite benzetti (*a.g.y.*: 20).[44]

Gesner ile aynı geleneğe bağlı olarak çalışmış bir başka Rönesans bilgini Ulysse Aldrovandi (1522-1605) idi. Ölümünden sonra yayımlanan toplu yazılarında (1648) mineralleri şu başlıklar altında incelemiş: Eş anlamlıları, tanımı, kökeni, doğasından gelen özellik ve nitelikleri, çeşitleri, nerede ve hangi koşullarda bulunduğu, kullanım alanları, tarihteki yeri, doğada barışık oldukları ve ters düştükleri, davranış biçimleri, gizleri, mucizelerdeki rolleri, atasözlerindeki yerleri, tanımlayıcı sıfatları, geçtiği söylenceler, düş yormadaki yerleri, simgeleri ve meydana getirdiği taşlar. Bu dev inceleme metnine bolca çizim eklenmişti; ama kimi deniz kabukları özenle ve doğru çizilmişken, kimilerinde Aldrovandi'nin yakıştırmayla taşları insan yapısı araçlara benzettiği görülüyor.

Bu tür yazılarda, gözlemler ve bunların sözde anlamının ilginç bir karışımını buluyoruz da, günümüzdeki bir yerbilimciyi ilgilendirecek türden nedensel bağlantılara rastlamıyoruz. Öte yandan, bir küçük mıknatıs taşı demiri yerinden oynatabiliyorsa, bir yıldız bir dağı neden kendine doğru 'çekemesin'? Bu tür düşünceleri (Adams'ın yaptığı gibi, 1938) saçma bulup bir kıyıya itmek yarar sağlamaz. Tersine, Foucault'ya katılıp, o düşün-

celerin, bizim bugün benimsediğimizden çok ayrı bir 'bilgi dizgesinin' ürünü olduğunu görmeliyiz.

Minerallerin doğal tarihleri üstüne Rönesans döneminde yazılanların niteliklerini incelemenin yanı sıra, bu dönemden kimi düşünceler üstünde daha inceden inceye durabiliriz: 'Kimyanın öncüsü' sayılabilecek çalışmalarda ve ilkçağın Aristotelesçi, Platoncu (ve/ya da Yeni-Platoncu) ve Stoacı düşüncelerinde yerküre ve mineraller üstüne neler söylenmişti? Tümünde görülen bir ortak nokta, yerkürenin bir anlamda canlı olduğunun sanılmasıydı. Minerallerin, yerkürenin rahminde geliştiği türünden düşünceler vardı. Yerkürenin kendisi de mineral damarlarından oluşuyordu. Madenci yerkürenin karnının derinliklerine inebilmeliydi. Bir başka yaklaşım da, yerkürenin ilkten nasıl oluşmuş olabileceğini açıklayan bir varsayım inşa etmekti. Öyle bir varsayım ki, maddenin nitelikleri ve birbiriyle etkileşimi konusunda o gün için bilindiği varsayılan düşüncelerle çelişmesin.

Yerküre üstüne bu tür 'bunu al-şunu alma'cı düşünce biçeminin iyi bir örneğini Paracelsus'un (1493-1541)[45] yapıtlarında buluruz. Bir gezgin olan Paracelsus Avrupa'yı dolaştı. Eski sağaltım (tıp) kuram ve uygulamalarını eleştirdi ve tıp uygulamalarında cıva gibi mineral kökenli maddelerin kullanımını önerdi. Aynı zamanda yeni bir kimya kuramı ortaya koyma yolunda uğraştı. Bu kurama göre maddenin temel bileşenleri, adına *tria prima*[46] dediği Tuz, Kükürt ve Cıva idi. Kimi metinlerinde, toprak, su, hava ve ateşten oluşan dört öğeli Aristotelesçi kuramdan da yararlandığı oldu. Hiçbir sıfat Paracelsus'u seçmeci (eklektik) sözcüğünden daha iyi tanımlayamaz. Ama, hepsi alt alta yazıldığında, son çözümlemede, ona göre maddenin her türlüsü, ruhun cisimleşmesinden başka birşey değildi.

Yeni düşünceler ortaya koymaya çabalayan bütün bilim adamı ve düşünürler gibi Paracelsus da yeni terimler bulmak gereğini duydu. Adına *iliaster* dediği, maddesel varlığı olmayan bir ruhtan söz etti: Bu kutsal ruh yaratılış sırasında dört alan ya da bölgeye (toprak, su, hava ve ateş) dağıtılmıştı (Paracelsus, 1894,

cilt 1: 203). Bunların her biri değişik maddelerin içine doluştuğu petek dokusu ya da içinde oluştuğu ana rahmi görevi yapıyordu. Mineraller yerküre içinde böylece üreyebilmeliydi; ama, ona göre üredikleri yer suyun koynuydu. Su bir ağacın dalları gibi yerküreyi sarmıştı. Su ağacının Yerküre dışına taşan kolları Ren Nehri ya da Tuna Nehri gibi büyük nehirlerdi (*a.g.y.*: 92-3, 232, 241). Bu dalların hepsi denizlere kavuşuyordu. Deniz, ona göre, su ağacının tepesinde bir tür 'çadır' görevi yapıyordu.

Yerkürenin içinde metal ve minerallerin ürediği bir rahim (kap) olduğu düşüncesi, madenci topluluğunun inançlarından da olduğu kadar bilgin ve düşünürlerin inançlarından da kaynaklanmaktaydı. Bu düşünceyi, Paracelsus'un kendi yazılarından alınma bir resimli açıklama ile aktaramıyorum; ama, aşağıda inceleneceği gibi, Cizvit tarikatına bağlı bilgin Athanasius Kircher'in daha geç tarihli bir yapıtına kattığı resimli açıklamalardan, on altıncı yüzyılda geçerli inançların mahiyeti konusunda oldukça iyi düşünce sahibi olabiliriz.

İzini Stoacı öğretideki *logoi spermatikoi* ya da 'oluşumun nedenlerini kendi içinde taşıdığı' düşüncesine dek sürebileceğimiz filizlenen tohum benzetmesini, Paracelsus da kullandı. Ona göre, su (*a.g.y.*: 244), 'ekilmek üzere içine her türlü tohumun doldurulduğu bir torba' gibiydi. Nasıl oluyorsa, Tuz, Kükürt ve Cıva, bir biçimde sulu ortamda bir araya gelerek çeşitli mineral özlü maddeleri oluşturuyorlardı. Bu kolaydı doğrusu; çünkü, (her birinin özü aynı olmakla birlikte) çok sayıda tuz, kükürt ve cıva çeşidi vardı. Bütün bu işler, Paracelsus'un adına *archeus*[47] dediği bir gizemli cisim eliyle gerçekleştiriliyordu. Buna biz düzenleyici ilke de diyebiliriz.

A. G. Debus (1965, 1991) ve başka birkaç yazarın sergilediği üzere, Paracelsus'un düşüncesi, sağlığında evrensel boyutta kabul görmemekle birlikte, zamanla önemli sayıda yandaş topladı ve 1658 yılına gelindiğinde, Cenevre'de hâlâ yapıtlarının topluca basılmış olduğunu görüyoruz.[48] Onun yolunu izleyenlerden biri de Flaman yazar ve tıp adamı Johann Baptista van

Helmont (1579-1644) idi. Kimya tarihçileri onu, ünlü söğüt dalı deneyi dolayısıyla tanır. Bu deneyde bir söğüt dalı, suyu sürekli tamamlanarak, birkaç yıl suda yaşatılmıştı. Başta dal suya daldırılmadan önce tartılmış; ardından da sürgün verdikten sonra tartılmıştı ve (fotosentez süreçlerinin bir sonucu olarak) ağaç ağırlığı önemli ölçüde artmıştı. Van Helmont, buna bakarak, suyun topraksı maddeye dönüşmesine yol açan bir sürecin varolduğu sonucunu çıkarmıştı.

Van Helmont'un mineral kuramı da çok değişik değildi. Onun yazış biçimiyle 'Mettal'ler, küçük taşlar, Kayalar, Kükürtler, Tuzlar ve dolayısıyla bütün mineral türlerinin Tohumları, Suların Koynunda (rahminde) ya da Sudan Yatakta saklıydı. Bütün Mineral Türlerinin Oluşma Nedenleri, Özellikleri, Bilgileri, Gelişimleri, İşlevleri, Etki Alanları ve Yaşam Sürelerini içeren de hep sulardı' (van Helmont, 1662: 693). 'Tohumlar... Suyun karanlık Koynundan dışarı uğrarlar. O Tohumlar ki, Tanrı Kelamıyla bırakıldığı o yerde sonsuza değin var kalacaktır.' (*a.g.y.*) Burada, Yeni-Platoncu *logos* (kelam, söz[49]) kavramını ve bir de Stoacı 'tohum' ('oluşum nedenini içinde taşıma') kavramını görüyoruz.

Stoacı 'tohum' düşüncesi, van Helmont'un gününde artık kuramsal bakımdan ilgi çekici bir kavram durumuna gelmek yolundaydı. Tohum bir nesnenin ne türlü gelişebileceğini belirleyici -deyim yerindeyse- 'bilgi' içeriyordu. Bir anlamda, 'tohum' 'İdea'yla mühürlenmiş oluyor, onun izlerini taşıyordu. Tohumun ileriki gelişmelerini belirleyen bu 'İdea'ydı. İnsanın üremesine gelince, 'sıradan İdea'lar... Üreteç (doğuran) istekle yanıp tutuştuğu sırada, tohumu aşılar' (*a.g.y.*: 548). Benzer biçimde, mineraller de sudan oluşan yataklarında, (dölleyici) İdea'ların bıraktığı ize uygun olarak gelişiyordu. 'İdea'ların kendileri Tanrı'nın kafasında üretilmişti (Yeni-Platoncu bir öğretiydi bu); ama, sulu yataktaki (ortamdaki) yapıcı, oluşturucu çalışmayı Tanrı'nın aracısı *archaeus* üstlenmişti. Ben bunu, insansı nitelikler yakıştırılmış bir düzenleyici ilke olarak anlıyorum. Süre-

cin tamamı, maya katkısıyla şarap ya da sirke elde etme (organik) olayına benzetilmekteydi.

Yayımladığı yazılara bakıldığında van Helmont'un düşünceleri hep biraz bulanık. Bunların başında, anlamakta zorluk çektiğim bir nokta var: Su onun gözünde, bir mayalanma süreci sonunda minerallerin üretiminin gerçekleştiği yatak mıydı; yoksa, Thales'in çok önceden sandığı gibi su, diğer maddelerin yapıldığı madde miydi?

Taşların, minerallerin ve mücevherlerin (/değerli taşların) kökeni sorusuna Yeni-Platoncu ya da Stoacı ilkeler ışığında el atmış bütün son dönem Rönesans yazarlarını burada yorumlamaya kalkışmak bu kitabın amacını aşar.[50] Başka bir örnek olarak, Paracelsus yandaşı bir Fransız bilgini olan Nicolas la Fèvre'in (yaklaşık 1615-69) düşüncelerine eğilebiliriz. Le Febure adıyla da bilinen le Fèvre, Jardin du Roi'da ders verdi ve ardından İngiltere kralı II. Charles'ın hizmetinde 'simyacı' olarak bulundu. Le Fèvre (1664, cilt 1: 15) evrensel bir ruh olduğu ve belirli niteliklerin ya da 'İdea'ların bu ruh üzerinde belirli mayalar aracılığıyla iz bıraktığı kanısındaydı. Böylece ruh biçim kazanıyor, ete kemiğe bürünüyor, 'cismin kabası' ortaya çıkıyordu. Yerküre ile yıldızlar arasında aralıksız bir ruh akışının var olduğunu ileri sürdü ve buradan da mineral oluşumu ve bozuşmasının genel çevrimsel kuramı düşüncesini ortaya attı. Yıldızların yaydığı ruh, havayı (ki burada bir miktar ete kemiğe bürünme olayı gerçekleşebiliyordu) geçtikten sonra, kara ya da su ortamında (yatağında) ete kemiğe bürünecekti. Ama süreç iki yönlü işliyebiliyordu: 'göksel etkilerin yukarıdan aşağı indiği ve aşağılardan yukarı çıktığı iki Merdiven [bulunmaktadır]' (*a.g.y.*: 37).[51] Le Fèvre buharlaşan maddenin ruhsal bir nitelik kazandığına inanıyordu. Yazılarından birinde, arsenik mineralinin ısıtılması olayını inandırıcı bir biçimde anlatıyor. Çıkan buharlardaki sarımsağı andıran koku arsenik 'İdea'sının bir bölümünün buhara geçtiğinin göstergesiydi. Le Fèvre bunun ötesinde (*a.g.y.*, cilt 2: 129) 'fışkırıp yayılarak etkileme gücündeki İdea ve Karakterle

su gibi bol bulunan bir Yatakta (rahimde) iz bırakanın, mühürü basanın ışık olduğunu' ileri sürdü. Böylece ışınlanan su, ona göre, maya tutma ve üretkenlik ilkesini kazanmış oluyordu ki; artık, uygun bir yatağa (kalıba) süzülerek akıp, metalleri ya da başka herhangi bir şeyi meydana getirebilirdi.

Aynı dönem yazarlarından John Webster (1610-82), metal tohumları taşıyan 'buharların' yerküre gövdesindeki uygun çatlaklara doğru yükseldiği ve oralarda büyüyerek olgunlaşmış metallere dönüştüğü düşüncesindeydi (Webster, 1671: 71).[52] Süreçte 'dölleyici *İdea*'nın iz bırakması (damga vurması) giriyordu işin içine. Webster 'dölleyici *İdea*'yı Paracelsus'un *archeus*'u ile eş tutuyordu (ya da onunla bütünleştiriyordu). Webster'in metni, mineraller dünyası üstüne on yedinci yüzyıl İngiliz yazarlarının yazdığı en etkili yazılardan biridir.

Böylece, yıldızlar dünyası ile aşağıdaki yerküre arasında nedensel bağlantılar bulunduğu kanısının yavaş yavaş ortaya çıktığını görüyoruz. Her ne kadar sözünü ettiğimiz yazılar, Yeni-Platonculuk, Gnostisizm*, Stoacılık, simyacılık, (Paracelsus'a *tria prima* düşüncesini esinleyen) Hıristiyanlıktaki üçlü birlik düşüncesi ve daha başka aklınıza ne gelirse, tümünün oluşturduğu garip mayalı karışımdan doğmuşsa da, gittikçe daha çağcıl bir nitelik kazandıklarını öne sürüyorum; çünkü, Ristoro d'Arezzo (on üçüncü yüzyıl) gibi birinin dikkatini çekmiş olan yeryüzü ve gökyüzü arasındaki kolay 'ilintiler' yerine, var olduğu sanılan nedensel bağlantılar üzerinde durmuşlardır.

Ayrıca, Aristotelesçi düşüncelerin de etkili olduğu gözden kaçırılmamalı. Ama, onları ele alabilmek için biraz gerilere gitmek gerek. Almanyalı, büyük bir Aristoteles yandaşı ve Dominikan papazı, Aquinus'ın öğretmeni Albertus Magnus (yaklaşık 1193-1280), *Mineralia* adlı (Albertus Magnus, 1967) önemli bir inceleme kaleme aldı. Bu incelemesinde, minerallerin oluşturduğu maddelerin mahiyeti ve oluşumunu Aristotelesçi bir bakış açısıyla açıklamaya çalıştı. Bunu yaparken, *Meteorologica*'sın-

* Gnostisizm: Yaradılışın sırrını bildiğini savlayan bir Hıristiyan mezhebi. (ç.n.)

da mineral dünyasına şöyle bir değinip geçen Aristoteles'in vardığı noktanın epeyi ötesine ulaştı.

Albertus'un yaptığı, hayvanların üremesi ve sindirim süreçleri üstüne olan Aristoteles'in düşüncelerini, mineraller dünyasına uygulamaktı. Aristoteles'e göre, nasıl -hayvanların üremesinde olduğu gibi- (ona göre dölün içinde bulunan) etkin, erkek 'form'unun, (aybaşı kanamasıyla atılan) edilgen dişi 'madde'sine uygulanması söz konusuysa,[63] aynı biçimde, minerallerin oluşumunda da, etkin nitelikler sayılan sıcaklık, soğukluk; maddenin edilgen nitelikleri sayılan nemlilik ve kuruluk üzerinde işler, etkili olur. Albertus taşların niteliklerinin oluştukları yere bağlı olduğunu düşünüyordu. Ama, taş oluşturan yerler -insan bedeninden tutun da bulutlara (meteorlar?) varıncaya dek- o denli çeşitliydi ki, düşüncesini Aristotelesçi ilkeler çerçevesinde geliştirmekte zorlandı.

Albertus yine de Aristoteles'in iki türlü (ıslak ve kuru) tütme kuramından yararlandı (bkz. s. 28). Ama, bu bile olanları kavramada tümüyle kolaylık sağlamadı. Örneğin, Albertus derelerin tabanında taş bulunuşunu şöyle açıklıyordu: Irmak yamaçlarından yayılan ısının, yukarıya doğru kendine yol açan buharları pelteleştirmesi sonucu ırmaktaki su yüzünden kaçamayarak orada kalırlar (*a.g.y.*: 31). Mineraller, değerli taşlar vb.'ni sınıflandırmak denince yaptığı, baş harf sırasına göre dökümünü vermekti yalnızca.

Aristotelesçi eğilimler gösteren; ama yerküre üstüne düşüncelerin gelişmesinde çok daha etkili olmuş yazarlardan biri de, daha çok Agricola adıyla bilinen Alman bilgin ve maden mühendisi Georg Bauer (yaklaşık 1494-1555) idi. Maden mühendisliği uygulamalarını anlattığı, ölümünden sonra yayımlanan olağanüstü çalışması (*De re metallica*, 1556) ile ünlüdür. Saksonya maden ocaklarında çalışan madencilerin görkemli baskı resimlerini içeren kitap, baca açma, su atma (pompalama) ve yeraltı taşımacılığı teknikleri (/uygulayımları) konusunda pek çok bilgi açıklamaktaydı. Öte yandan, Agricola'nın yerküre üs-

tüne en dikkate değer düşüncelerini, daha önce yazdığı *De ortu et causis subterraneorum* (1546) adlı yapıtında buluruz.

Bu yapıtında *succus lapidescens* düşüncesinden yararlanır (terim çoğunlukla 'taş oluşturan su' diye aktarılmıştır). Her ne kadar dönemleri biraz karıştırıyor gibi olsak da, bu 'su'yu günümüzde kullanmakta olduğumuz mineral-içeren-çözelti kavramının Agricola'daki karşılığı saymak, belki de akıl dışı olmasa gerek. Ama bunu söylemekle birlikte, Agricola'nın kafasının Aristotelesçi bağlamda çalıştığını gözden uzak tutmamalıyız. Agricola (1546: 13), sözünü ettiği *succi*'nin şu yollardan ortaya çıktığını açıklıyordu: Bir kuru ve rutubetli madde karışımının ısı altında 'pişmesi'[54] sonucu; suların yerküreyi aşındırması (sözcüğün tam anlamıyla 'yalaması') sonucu; rutubetin metal cisimlere sinsice işleyip onları kemirmesi sonucu; ya da sıcaklığın etkisi *(gücü)* altında 'su'yun yerkürenin dışına vurmasıyla... Bu sonuncuyu, çam ağaçlarından reçine sızmasına benzetiyordu. Tıpkı bir canlının ürettiği çeşitli vücut salgıları (sıvıları) gibi, yerküre de çok çeşitli niteliklerde *succi* üretebiliyordu. Sıcak ile soğuk, minerallerin ve taşsı maddelerin oluşumunun en bildik ve en çok katkıda bulunan nedeni olarak görünüyordu. Yerkürede karşılaşılan mineral madde çeşitliliğini açıklayabilmek için, biraz da umutsuzca bir çırpınışla, hep bu iki değişkenden söz ediliyordu. Toprak (Aristotelesçi anlamda kullanımıyla)[55] rutubetlenip hafifçe ısındığı zaman 'tombullaşıp-kabarıp' bereketleniyordu (doğurganlaşıyordu); eğer sıcaklık çok gelirse 'zayıflıyordu-verimsizleşiyordu'; ya da çok soğuk yüzünden 'pişmemiş-çiğ' kalabiliyordu. Sıcak yüzünden 'koyulaşmış-sıkışmış' toprak rutubet gördüğü zaman ufalanıyordu-gevşiyordu. Soğuk katılaşmaya neden olabiliyordu; öte yandan orta karar ısı topraksı madde topaklarını parçalayabiliyordu.

Öyle sanıyorum ki, *succus* sözcüğüyle kastedilen yalnızca bir asıltı* değildi. Her ne kadar *succus*'u mineral-taşıyan çözeltiye

*Asıltı: İçinde çözünememiş, dibe çökmemiş madde parçacıkları bulunan bir sıvı karışımı. (ç.n.)

benzettimse de; daha çok vücut 'salgılarını'[56] andırıyor olsa gerekti. İlkçağ fizikçisi Galen'in kuramı uyarınca, vücudun salgılarla dolu olduğu sanılıyordu ve on altıncı yüzyılda geçerli tıp kuramına göre, sağlıklı olabilmenin koşulu bu sıvıların dengede tutulmasından geçiyordu. *Succus*'u yapmak için bir tür 'pişirme' gerekliydi. Sıcaklık sayesinde kıvamında bir 'koyulaştırma'yla katı mineral madde elde edilebilirdi; ya da bir tür kalınlaştırıcı madde bulunmalıydı ortamda. Buna göre, *succus* ısıtıldığında içindeki taşsı madde çökeliyordu; soğutulduğu ya da serinlediği zaman da, havayla karşılaştığı zaman da... Çok amaçlı bir nesneydi.

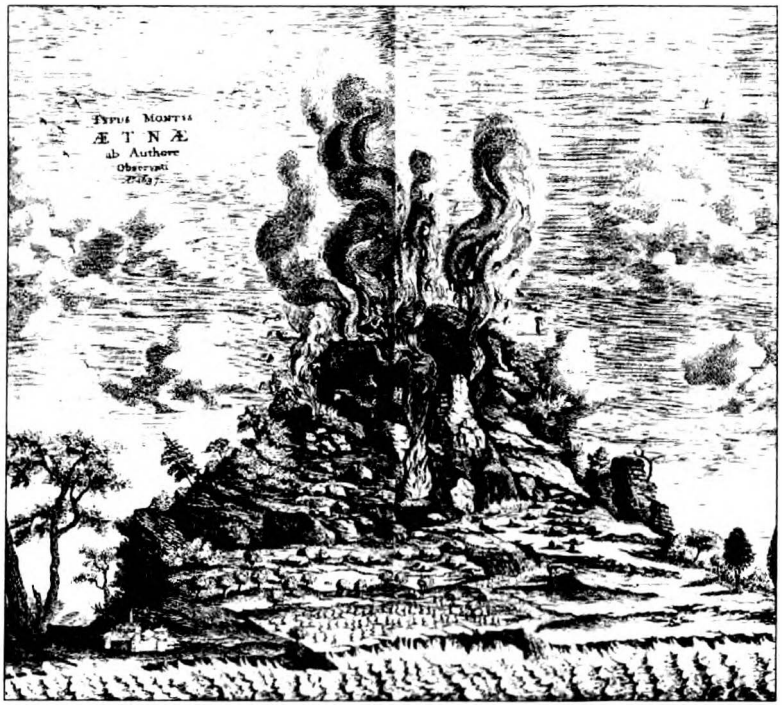
Agricola (1546: 46) Kükürt ve Cıva'yı[57] Aristoteles'in *Meteorologica*'sındaki kuru (dumanlı) ve ıslak (buharlı) tütme ile aynı sayma düşüncesine şiddetle karşı çıktı: 'Albertus (...) cıvanın şu uğursuz kıpır kıpırlığı ile kükürtün berbat kokusuna kapılmış simyacıların gemlenemez arzularına uyarak Aristoteles'in öğretisinin değerini düşürdü.' Yapılacak iş, saf Aristoteles geleneğini güçlendirip sürdürmekti.

Aristotelesçi doğa düşünürü açısından, temel sorunlardan biri sınıflandırmaydı. Sınıflandırmayı sağlayacak uygun bir yöntem yardımıyla insan, hangi nesnenin olursa olsun, önemli niteliklerini ortaya koyabilme ümidini taşıyabilirdi. Bu nedenle, Aristotelesçi bir sınıflandırma arayışı içinde olan Agricola, yer altındaki kütleleri 'tütenler' ve akanlar, ve -zorunlu olarak- kazıyla çıkarılanlar (fosiller) olarak ayırdı. Fosiller, katma-karma (örneğin konglomera) ya da katma-karma olmayan türde olabilirdi. Karma olmayanlar, yalın ya da bileşik olabiliyordu. Bileşik olma durumunda, ilk bileşenler tanınamaz (nitelikleri ayırt edilemez) durumda oluyordu. Yalın fosillerle kastedilen, toprak türleri, pelteleşmiş sıvılar, taşlar ya da metallerdi. Seksenbir çeşit toprak saptanmıştı. Pelteleşmiş sıvılar 'yağ gibi' ya da 'sert-pütürlü' olabiliyordu. Metaller sıvı durumda (cıva) ya da katı durumda bulunabiliyordu. Taşlar 'sıvı artı toprak' (örneğin kaya tuzu); 'sıvı artı metal' (örneğin demir pası); ya da 'sıvı artı bileşik maddeler' (örneğin şap) durumunda bulunabiliyordu. Da-

hası, ısıyı görünce sertleşenler, soğuğu görünce pıhtılaşanlar, çeşitli taşlar ('manyetit'=mıknatıs özellikli demir cevheri, alçıtaşı, sünger taşı vb.), değerli taşlar, mermerler ve kayalar vardı. Bilgiler işte böylece ve olabilecek en iyi biçimde, Aristotelesçi bilim/felsefe ilkelerine uygun olarak raflara yerleştirilmişti. Bir Aristotelesçi olarak amacı her ne kadar minerallerin, kayaların, taşların ya da toprakların temel niteliklerini ortaya koymak idiyse de, Agricola'nın bunu yapabildiğini söylemek zor.

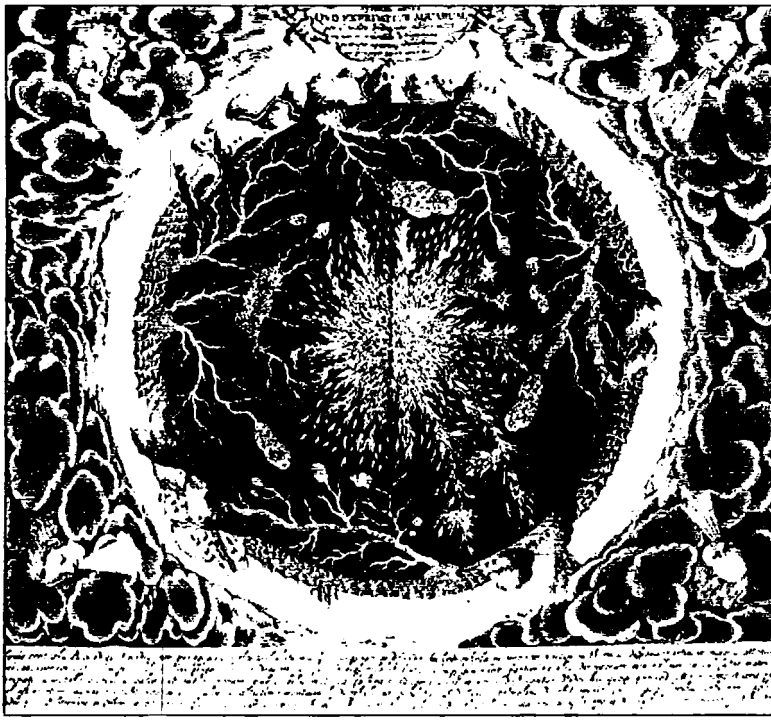
Bir sınıflandırma yönteminin yardımıyla 'temel tanımlar'a ulaşmaya çalışan Aristotelesçi düşünürün aklındaki, tanımlayıcı özlerden nesnelerin özelliklerine (/niteliklerine) varmaktı. Aristoteles'in buna verdiği bir örnek vardır: Eğer insanoğlunun özde akılcı bir hayvan olduğu bilinirse, bundan dilbilgisi öğrenebileceği sonucunu çıkarabilmemiz gerekir. Bu dile ilişkin 'özellik'in, insanoğlunun önemli niteliği tanımlayabilmesinden çıkarılabileceği, ya da 'kendiliğinden aktığı' varsayılıyordu. Konuyu ortaya bir başka türlü koyarsak denebilir ki, insanoğluna dilbilgisi öğrenebilme ya da yalnızca konuşabilme özelliğini veren, belki de akılcı bir ruh taşıyor olmasıdır:

Aristoteles'in kendisine göre, öz ve nitelik arasındaki bağlantı tümüyle mantıksaldı. Uzun uzadıya düşünüp taşınan Aristotelesçiler daha sonra, maddelerin belirli nitelik (/özellik) katıcı özleri ya da ilkeleri olabileceği sonucuna vardılar. Bir şeyi olduğu gibi yapan, nitelik-katıcı özler ya da ilkelerdi. Nitelikler ile ilkeler arasındaki bağlantı, mantıksal olmaktan çok kimyasaldı. On altı, on yedi ve on sekizinci yüzyılda ortaya atılan birçok kimya kuramı bu düşünceye dayanıyordu (Oldroyd, 1976-7). Örneğin, Tuz, Kükürt ve Cıva nitelik-katıcı ilkelerdi; Bu yanıyla, Paracelsus kuramında Aristotelesçi bir öğe olsa da, Paracelsus kendi üç kimyasal 'ilke'si ile bu ilkelerin içinde bulunduğu düşünülen maddelerin nitelikleri arasında var olduğu kabul edilen mantıksal bağlantılara ilgi duymuyordu. Ve Paracelsus'un kuramı, Yunan kimya kuramından çok, Arap kimya kuramının ayrıntılı bir incelemesinden başka şey değildi.



Resim 1.3 Athanasius Kircher'in gözüyle (1678, cilt 1, 200 ile 201. sayfalar arasında) Etna Dağı'nın püskürmesi. (Royal Society'nin başkan ve üyelerinin izniyle yayımlanmıştır.)

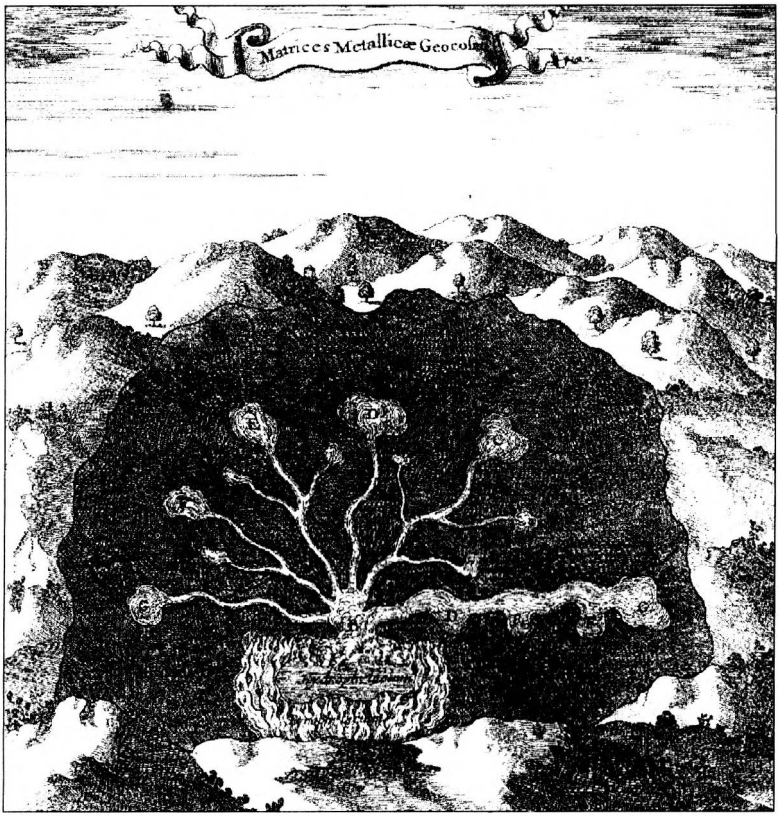
On yedinci yüzyılda, sokaktaki adamın yerkürenin içinin mahiyeti üstüne ne düşündüğünü (cehennem gibi olduğu ya da Şeytan'ın evi olduğu gibi bulanık düşünceler bir yana) göz önünde canlandırabilmek için Athanius Kircher'in (1602-80) *Mundus Subterraneus* adlı yapıtına (1664-5/1678) başvurabiliriz. Cizvit tarikatının bir üyesi olan bu Alman bilgin; evrenbilim, evrenin yaratılış kuramı, simyacılık, büyücülük, sayıların gizemli etkisine ilişkin inançlar, müzik kuramı, yıldız falı ve daha bir çok şeyle uğraşan garip, gizemli bir kişiydi. Birçok bilgiyi hiç kanıt aramaksızın kabule yanaşabiliyordu. Örneğin, söylence ülkesi Atlantis'i haritalarından birine böyle yerleştirmişti. Öte yandan bu seçmeci (/eklektik) yaklaşımıyla her türlü kaynaktan yararlanırken, Kircher gününün inançlarını sergileme olanağını buldu. On altıncı, on yedinci yüzyıl yazarlarından çoğunun yer-



Resim 1.4 Athanasius Kircher'e göre, denizleri, nehirleriyle yerkürenin içi (1678, cilt 1, 186 ile 187. sayfalar arasında.) (Royal Society'nin Başkan ve üyelerinin izniyle yayımlanmıştır.)

küre içinde neler olup bittiği üstüne düşüncelerini, çizimleriyle açık biçimde gözler önüne seriyor.

Kircher 1637 yılında Etna Dağı'nı gezdi ve onu yerkürenin gövdesi içinde var olduğunu düşündüğü yanma odaları ve ateş geçeklerini (dolaşımlarını) yeryüzüne bağlayan bir soluk alıp verme deliği'ya da baca olarak betimledi (Resim 1.3). Yerkürenin evrenin merkezine çakılı olduğunu ve çevresini hızla dolanan güneş ile yıldızların etkisi altında bulunduğunu düşünüyordu. Yerkürenin karnında iki geçek (/kanal) dizgesi bulunmaktaydı: Biri ateş, öteki su için. Bu iç nehirler ve denizler dizgesi (/sistemi) Resim 1.4'te görülüyor. Su ile ateşin karşılaşıp etkileşime girmesi, depremlere, yanardağlara, kaynaklara ve fırtınalara yol açıyordu. Ayrıca yerkürenin karnında metal-



Resim 1.5 Athanasius Kircher'e göre (1678, 2. cilt: 255) metal ve cevherlerin yoğunlaştığı yataklar. (Royal Society başkan ve üyelerinin izniyle yayımlanmıştır.)

ler ve maden cevherlerinin oluştuğu 'yatak'lar vardı (Resim 1.5).

Kircher bilinen bütün kuramları işin içine kattı. Hamur gibi yoğrulma ve mıknatıs gibi çekme özellikleri de taşıyan yerkürenin derinliklerine işlemiş durumda dolaşan kükürtlü-tuzlu-cıvalı uçucular (/ruhlar) vardı. Dahası, taş oluşturan sular vardı; tohum çeşitleri (panspermia); ve de dölleyici ilkeler... Toprak, hava, ateş ve suyun her birinin mayalanma süreçlerinde payı vardı. Ve yerküre soluk alıp veren, besin alan bir tür canlı organizma idi. Sıradağlar bedendeki iskeletin yerini tutuyordu. Yerkürenin karnındaki çeşitli dolaşım süreçleri, onun sağlıklı kalma-

sını sağlıyordu. Bunların tümü, insanı şaşırtacak ölçüde kanıttan yoksundu ve eşi görülmemiş ölçüde kurgusaldı. Ama, Kircher'in çizimlerine bakarak Paracelsus gibi kimi Rönesans bilginlerinin yerkürenin derinlikleri ve nasıl işe yaradığı konusunda ne düşündüklerini görebiliyoruz. Yerküre fiziksel bir cisim olduğu kadar bir organizmaydı da...

Düş kuran yazarlardan bir başkası da, evrenbilimle yaratılış düşüncesini, kimyayı ve bir yerküre kuramını birbirine katıp kaynaştıran Alman Johann Joachim Becher (1635-82) idi. Bir simyacı, kimyacı ve maden mühendisi olan Becher iktisat kuramına da katkıda bulunmuştu. *Oedipus chymicus* adlı erken dönem yapıtlarından birinde Becher (1664), mineral ve metallerin bir tür çiftleşme süreci sonunda meydana geldiği düşüncesini benimsedi. Geçmişte simyacı geleneğinde, madenciler arasında ve Paracelsus'ta görülmüş olan bu düşünceye göre, ilkelerden Kükürt erkek, Cıva dişi işlevini yerine getiriyor, toprak ise doğurma sürecinin gerçekleştiği yatak görevini yapıyordu. İki ilke yerkürenin karnında sözüm ona sarmaş dolaş oluyor ve erkek Kükürt, karşısındaki dişi Cıvaya form (biçim) veriyordu (*a.g.y.*: 26). Ne var ki Becher (*a.g.y.*: 63-4), Kükürt ve Cıva üstüne düşüncelerini dermeci bir yaklaşımla, bir de Paracelsus'un Tuz, Kükürt ve Cıvaya ilişkin düşünceleriyle bağdaştırayım derken, daha açıklayıcı olmak yerine çapraşıklıklar arasında yitip gitti.

Physica subterranea (Becher 1669/1703/1738) adlı yapıtında (yanma olayı ve diğer kimyasal tepkimeleri <phlogiston> denilen uçucu bir maddenin sağladığını söyleyen kuramın ilk sözünün edildiği yerdi) Becher yeryuvarlağının yaratılışını Kutsal Kitap'taki eski Musevi geleneği uyarınca açıklamaya çalışıyordu. Ona göre, başlangıçta, adına *'panspermia'* dediği ilksel karmaşa (kaos) vardı (Becher, 1738:11). Bu karmaşanın içinden, dışı bir kat su, bir kat havayla sarılı bir merkezi küre ayrıldı. Günümüzde bileşik madde oluşumunu sağlayan, 'bileşik oluşturma' diye adlandıracağımız bir olayın iki ana bileşeni olarak, toprak ve suyu önerdi. Hava, kimyasal değişimi (tepki-

meyi) sağlayan bir 'araç'tı yalnızca; fakat, maddenin kimyasal yapısına girmiyordu. Gökler *(coelum)* ve ateş de 'bileşik oluşturma' olayının araçları olarak önerilmişti. Basamaktan basamağa atlayan bir süreçte sırasıyla Gökler hava ile, hava su ile, ve su da toprak ile tepkimeye girdikçe, 'kolay kavranamazlıktan' 'elle tutulurluğa' doğru izlemesi zor bir değişim gerçekleşiyordu.[58]

Yaratılışın ilk aşamalarının ardından Becher, bir *üretim*[59] aşaması düşünüyordu. Bu aşamada üç türlü bileşim olasılığı öngörülebilirdi:

1.	Toprak + Su	→	yıldızlar, hayvanlar, bitkiler, bazı mineraller
2.	Su + Su	→	kar, kırağı, dolu, buz vb.
3.	Toprak + Toprak	→	toprak türleri, taşlar ve metaller

Ama, diyerek uyarmaktaydı Becher; üç olası toprak türü vardır: 'cam haline girebilen', 'yağlı' ve bir de 'cıvamsı'. Böylece, yine bir başka yere el atıp, kuramını Paracelsus'un Tuz, Kükürt ve Cıvadan oluşan *tria prima*'sına bağlıyordu. Kuramın, Georg Ernst Stahl (1660-1734) elinde aldığı daha sonraki biçiminde (bkz. 62 nolu dipnot), yağlı toprak *(terra pinguis)* 'filojiston' adını aldı; cıvamsı toprak ise kuramsal bir varlık olarak tümüyle terkedildi. Ayrıca, yağlı ve cıvamsı toprakların kökünün Aristotelesçi kuramdaki kuru ve rutubetli tütmelere dayandığı da söylenebilir. Bu, Becher'in niçin (cam haline girebilen) taşların 'anası' sayılan birinci toprağın yeryuvarlağının heryerine dağılmış olduğunu düşündüğünü; oysa, sıradan/ felsefi olmayan toprakların 'anası' sayılan ikinci (yağlı) toprak ile metallarin 'anası' cıvamsı, üçüncü toprağın yeryuvarlağının merkezinde ve denizlerde bulunduğunu düşündüğünü açıklayabilir.[60]

Becher (1703: 117-18), bu üç 'toprak' ilkesinden doğrudan doğruya yapay taş ve metal elde edebileceğini savladı. Bazı yerlerde (*a.g.y.*: 121, 123, 126) birincil topraktan kuvars diye söz ediyor; bundan dolayı, belki de kuvarsın birincil toprak dediği

çıkış noktasına en çok yaklaşan tür olduğunu düşünüyordu. Güzel ve zor bulunan mineraller ve metaller çoğunlukla kuvars ile içiçe bulunduğu için, kuvarstan (birincil topraksı ilkeden) minerallerin düştüğü rahim ya da yatak olarak ve de minerallerin yapı taşı olarak söz etmiş olması şaşırtıcı değil. Bu düşüncesinde tümden yanılmadığı öne sürülebilir. Kuvars bazı tür minerallerin üremesi için bir yatak oluşturumuş gibi görünüyor ve silis (SiO_2) da kaya ve minerallerin önemli bir bileşeni.

Becher'in kuramında bazı Yeni-Platoncu ve Stoacı düşüncelere de rastlanıyordu. Belirtmekteydi ki (*a.g.y.*: 128), sözünü ettiği birinci toprağın 'idea'sı en zor ayırt edilir ve içe işleyici bir uçucu (/ruh) biçiminde vücut bulmuştu. Bu uçucu, yerkürenin gözeneklerinde dolaşarak cevher yataklarını ve mineral damarlarını besliyordu. Üstelik, bir cismin vücut bulması için gerekli 'en özel' ilkenin belirli bir döl ya da tohum olduğu düşünülüyordu. Sanıldığına göre, bu döl ya da tohum toprak ve sudan yapılmış olmalıydı (*a.g.y.*: 114). Kendi gününde yaygın olduğu üzere, Becher ilkelerini (*simpliciae* ile başlayıp *compositae*'den *decompositae*'ye doğru) bir öncelik sırası saptadı ve bu yoldan mineral dünyasını sınıflandıran bir dizge inşa etti.

Becher'in ilkelerinin varlıkbilimsel konumlarına gelince, onların Yeni-Platoncu bir doğada olduğunun görülmesi kolaylık sağlayacaktır. Örneğin kuvars birincil ('camlaşabilen') ilkeye çok benzemekteydi; ama, ilkenin tam kendisi değildi. Öyle sanıyorum ki, Becher'in aklından geçen, 'camlaşabilme' özelliklerine hiç eksiksiz ya da 'ideal' ölçülerde sahip olan bir ilkeydi; o kertede ki, yapısına girdiği maddelere 'camlaşabilme' özelliklerini aktarsın. Deneysel alanda 'ideal ilke'ye en yakın kuvarstı; ve ilkenin var olup olmadığını ilk akla düşüren, elle tutulur bir madde olan kuvars olmuş olmalıydı. Tıpkı bir Platoncu'ya, bir düşünürün sayfasına çizdiği gerçek bir üçgenin, biçimler dünyasının 'ideal' üçgenini çağrıştırabileceği gibi...[61]

Becher'in çalışmalarını biraz ayrıntılı ele alışım, kimya biliminin temelindeki önemli yeri nedeniyledir: Özgül olarak söyle-

mek gerekirse, nesnelerin yapısına giren belirli bileşenleri ayırıp yakalamayı öneren ve bu bileşenlerin belirli özellik-katıcı güçler taşıdığını çağrıştıran bir madde kuramına simyacılıktan geçişteki öneminden dolayıdır.[62] Ama, bununla bitmiyor: Becher, konumuz açısından, evrenin doğuşunu açıklamak için ortaya attığı kimyaya dayalı kurgusal düşünceleri dolayısıyla da ilginçtir. Yerküre ve yapısı üstüne ortaya koyduğu görüşler, anlaşılabilmek için gizli bir takım bilgiler gerektiren yaklaşımlarmış gibi gelebilir bize ve ardından gelen Charles Lyell gibi yazarların göstermeye çalıştığı gibi, evrenin doğuşu ve yerküre üstüne böylesi kuramlar ile gerçek anlamıyla yerbilim, birbirinden tümüyle ayrı şeylerdir ve ikisinin birbirine katıştırılması 'en çok karşılaşılan ve en tehlikeli kafa karışıklığı nedeni' olmuştur (Lyell, 1830-3, cilt 1: 4).[63] Herşeye karşın, mineralbilim ve kayabilim dallarında gerçekleştirilen ileriki çalışmaların çoğu, kimya, metalurji ve madencilik alanında Alman (ve İsveç) birikimi üzerinde yükselmiştir ve sonunda tabakaların yerbilimsel tarihinin de ortaya çıkmasına neden olan bu birikimdir. Bunun tersine, on yedinci ve on sekizinci yüzyıl İngiliz ve Fransız yazarları daha çok fosillerin 'doğal tarihi'ne; yerkürenin kökenine ilişkin gökbilimsel düşüncelere ve yerküre ile üstündeki toprak türlerine ilişkin 'kimyasal' kuramlardan çok 'mekanik' kuramlara ilgi duyma eğiliminde oldular.

Aslına bakılırsa, sonunda Abraham Gottlob Werner'in (1749-1817) çalışmalarına yol açan kimya mineralojisi geleneğinin kaynağında Becher vardır (bkz. IV. Bölüm). O Abraham Gottlob Werner ki, yerküre üstüne düşünceler tarihinde ve yerbilimin on sekizinci yüzyılda bir bilim dalı olarak ortaya çıkmasında önemi çok büyük bir insandır. Stahl, Becher'in yapıtlarını, açıklamalar da ekleyerek yeniden yayımladı; düşüncelerinin yayılmasını sağladı ve o düşüncelerden, on sekizinci yüzyıl kimyasında en gelişmiş biçimine ulaşan 'filojiston' kuramını geliştirdi. Stahl'ın öğrencileri arasında Friedrich Hoffman (1660-1742), Johann Friedrich Henckel (1679-1774), Joachim Junc-

ker (1679-1759) ile Johann Heinrich Pott (1692-1777) bulunmaktaydı. Henckel yaşamının yirmi yılını Meissen'in ünlü porselen sanayiinde çalışarak geçirdi. Daha sonra Freiberg Madencilik Akademisi'nin Direktörü oldu ve Polonya Kralı ile Saksonya Alman Prensi'nin maden danışmanlığı görevinde bulundu. Ayrıca Berlin Akademisi üyeliğine de seçildi. Pott, Meissen'de bir süre Henckel ile birlikte çalıştı; o da Berlin Akademisi üyesi idi. Henckel'in Freiberg'deki öğrencileri arasında, çözümlemeli (/analitik) kimyaya temel katkılarda bulunmuş olan Andreas Siegmund Marggraf (1709-82) vardı. Werner'in kendisi de Freiberg'de okudu ve izi kolayca Becher'e dek sürülebilen, Henckel mineralbilimi geleneğiyle orada tanıştı. Werner'in çok sayıda öğrencisi izlendiğinde, bu geleneği on dokuzuncu yüzyıla taşıyanların onlar olduğu görülür.

Bu adamlar böylece, Becher'in başlangıçtaki ham ve kanıta dayanmayan düşüncelerini zaman içinde işleyerek düşünsel ve uygulamalı bir birikim meydana getirdiler. Kuramın, evrenin doğuşuna ilişkin yanları bir yana atıldı ve III. Bölüm'de göreceğimiz gibi, mineral ve kayaların bileşenleri olan kireç, silis, magnezya ve alümina türünden apayrı özellikleri olan toprak türleri üzerinde dikkatlerini topladılar.

Bu incelememizi sona erdirmeden önce şunu belirtmeliyiz: Yerküreyi kavrayışta 'organik' düşünce geleneği on sekizinci yüzyıl ortalarına dek sürdü. Oysa, o sıralar yerküre üstüne kuramların çoğu artık ya 'mekanik' (II. Bölüm'de inceleyeceğiz), ya kimyasal (III. Bölüm'de inceleyeceğiz), ya da yerbilimseldi. Örneğin Fransız bitkibilimci J.-P. de Tournefort (1720) Girit'te herkesin bildiği bir mağaradan söz ederken, mağarayı gezmeye gelenlerin çizikler attığı duvarların 'büyümüş' gibi göründüğünü yazıyordu. Bu tür olguları bizler, sızan kireçli sularla açıklarken, de Tournefort, taşın organik olarak büyüdüğünü varsayan eski görüşü destekleyen, gözleme dayalı bir kanıt bulduğunu sanmıştı. Dolayısıyla, eski düşünceler çağcıl (/modern) dönemde de sürüp gitti.

Yalnızca bununla kalsa iyi: Yirminci yüzyılın sonuna doğru yerbilimciler arasında tartışma konusu olan kimi düşünceler, yerküreyi canlı bir organizma gibi gören saygıdeğer düşüncelere geri dönüyor bir bakıma (bkz. XII. Bölüm). En azından şu söylenebilir: Gezegenin gerçek kimyası içinde canlıların işlevi üstüne ve gezegenin 'bedeni'nin ve onu saran havakürenin evriminde canlıların nasıl bir temel rol oynamış olabileceği üstüne ilginç biçimlerde düşünmeye başlıyoruz. Bununla, yerküreye ilişkin 'simyasal' bir anlayışın yeniden ortaya çıkmakta olduğunu söylemiyorum. Ama, yakın zamanlarda tanık olduğumuz tartışmalar, on yedinci yüzyıl yaratılışçılarını, simyacı/kimyacı/yerbilimcilerini yeni bir ışık altında ve belki bugüne dek olduğundan daha çok anlayışla değerlendirmemize yol açabilir.

II. Bölüm

Yerküre Üstüne 'Mekanik' Kuramlar ve Doğa Kaynaklı Tanrıbilim

Owen Barfield'in kaleminden çıkmış iki olağanüstü parça vardır: Evrende yaşıyor olmanın Ortaçağ'da ve Rönesans'ta insana nasıl bir duygu verdiğini, sonra da on yedinci yüzyılda bilim devriminin ardından çağcıl dönemde kişinin neler duyumsadığını anlatır. Barfield kendisini sokaktaki Ortaçağ insanının yerine koymaya çalışarak, o insanın tartışmasız kabul etmiş olabileceği şeyleri kafasında geliştirir.

"Gökyüzüne bakalım. Gördüğümüz, uçsuz bucaksız boşluk değildir; çünkü, biliriz ki, nasıl cisimler aşağıdan yukarıya düşemezse, doğa da 'vakum'a olanak tanımaz. Eğer gün içindeyse, canlı bir güneşten yayılan ışığın havayı doldurduğunu görürüz; bir anlamda canlı bir yürekten yayılan

kanla bedenimizin dolu olması gibi... Gece vaktiyse, silme ışıktan iğneler batırılmış, türdeş bir gök değildir gördüğümüz; bölge bölge değişik nitelikleri olan bir gökyüzüdür: Bir yandan büyük burçlar kuşağının değişik bölümlerinden; öbür yandan, her biri kendi çevresinde dönen kristal kürelerine gömülmüş gezegenlerden ve aydan, yerküre üzerine, metallere, bitkilere, hayvanlara, içinde kendimiz de olmak üzere erkek ve kadınlara karmaşık etkiler yağmaktadır. Bu görünmez kürelerden duyulmaz bir müzik yayıldığından hiç kuşkuya düşmeyiz. (...) Gezegenlerin kendilerine gelince, gökbilime özel bir ilgi duymasak da, pek iyi biliriz ki, büyüyen şeyler büyümelerini aya borçludurlar; altın kendisine özgü nitelikleri güneşten, gümüş aydan almaktadır; bakır Venüs'ten, demir Mars'tan, kurşun Satürn'den... Yine iyi biliriz ki, kendi sağlığımız ve yaradılışımız bakmakta olduğumuz göksel cisimlere görünmez ipliklerle bağlıdır. Kendimizle olgular arasındaki bu duyularla algılanamayan bağlantılar konusuna büyük olasılıkla hiç kafa yormayız. Nasıl olsa oradadır onlar..." (Barfield, 1957: 76-7)

Yaşadığımız çağda, bilincimizin, ister makineye girmiş bir hayalet gibi, bedende yerleşmiş bir ruh olduğuna inanalım; ister, onu algılama ve düşünme yetilerimizin (psikosomatik) birbirinden ayrılmaz bir karışımı[1] gibi görelim, şöyle sıradan düşündüğümüzde, bu bilincin, evrenin bütününe göre özel bir konumda olmayan, uzayın rasgele bir noktasında ve kesinkes evrenin merkezinden çok uzakta durduğunu, düşünürüz. (...) Adına 'kendimiz' dediğimiz o (...) şey neyse, kemiklerimiz onu bir hamal gibi oradan oraya taşımaktadır. Bilim devriminden önce, fondaki resim böyle değildi. O zamanki resimde her insan koca evrende birer minik model-evrendi. Kendisini, hemen derisinden başlayarak dışındaki dünyadan bizim duyumsadığımız denli yalıtılmış duyumsamadığı açıkça belli. Dış dünyayla bütünleşmişti ya da iç içe geçmişti: Her bir parçası dış

dünyanın bir parçasıyla görülmez bir iplikle birleştirilmişti. Çevre ile ilişkilerinde insan bir adaya benzetilecek olursa, Ortaçağ insanı bizden daha az bir adayı andırıyordu; daha çok ana karnında bir oğulcuk gibiydi (*a.g.y.*: 78).

Yukarıdaki bakış açısına göre, 'Bilimsel Devrim' döneminde, Avrupalıların, evren içindeki yerleri üstüne düşünme biçimlerinde köklü değişmeler oldu: Çağcıl bilim akımının, yaygın onay ile başladığı sıraydı bu. Bu noktada, tarihçilerin genellikle aklına gelen, Galileo, Bacon, Harvey, Descartes, Boyle, Newton ve benzerlerinin öncülüğünü yaptığı yeni bilimdir. Şurası kesin ki, on yedinci yüzyılda yeni bir şeyler oldu. Bir açık seçiklik arayışı vardı: Hem doğa olgularını kavramaya çalışırken kullanılan modellerde; hem de, bu modelleri açıklamakta kullanılan dilde... Bacon'un özellikle üzerinde durduğu gibi, bilgiye, yarar amaçlı, değişik bir vurgu yapılıyordu.[2] Deneye ve matematiğe dayalı yöntemler daha sıkça kullanılır oldu; resim sanatının ve kitap resimlerinin yansıttığı üzere, gözlemler daha kesinlik kazanmış görünüyordu. Bilgi üretimi için yeni bir toplumsal dizge geliştirildi. Bilgi üretimi, varlıklıların koruması altında, akademilerin kurulmasıyla yasallığa kavuştu. Akademiler, çalışmalarının sonuçlarını, önce yayına hazırlama aşamasında bir süzgeçten, ardından bir yargıcılar kurulundan geçtikten sonra, bilim dergilerinde yayımlıyorlardı. 'Yeni bilim', dünyanın karmaşıklığına anlam vermeye çalışırken, çoğu zaman matematiksel terimlerle kolayca anlatılabilen mekanik modellerin yardımına başvuruyordu. Yetiler, yatkınlıklar ve uyarlıklar, gizemli kuvvetler ve güçler üstüne kurulu eski bilgi dizgesi önemini yitirdi. Ya da, daha eski bilim tarihleri böyle söylüyor...

Ne yazık ki, bu hoş öykünün ancak bir bölümü doğru. Newton'un yerçekimi kavramı bile bazı eleştirmenlerce sözüm ona modası geçti denen 'akıl ermez' güçlere benzetildi. I. Bölüm'de gördüğümüz gibi, evrene ilişkin eski 'organik' düşünce, Becher'in kimyasında kendisini belli etmeyi sürdürdü; evrenin do-

ğuşu üstüne düşüncelerini, Aristotelesçi, Yeni-Platoncu, Stoacı gelenekten türetilmiş Tanrının üçlü niteliği ve madde kuramları gibi etmenleri işin içine katan kurgusal geleneğe dayandırıyordu. Kircher'in yerküre üstüne düşünceleri, daha önceki inançlardan yapılmış seçmeci bir karışımdı. Gerçekten de, Almanya'da, ve daha sonra Fransa ile Avrupa'nın diğer bölümlerinde geliştirilen, özellik-katıcı ilkelerin kimya kuramı, geleneksel olarak bildiğimiz 'yeni bilimle' hiçbir biçimde örtüşmüyordu. Yine de, kimya biliminin temeli Becher ve Stahl ile sürüp gelen Alman geleneği üzerine oturdu. Alman geleneği, Descartes ve Kartezyenlerin 'mekanik felsefesi'nden çok, madencilik ve metalurji gibi eski geleneğe sahip iş kollarına bağlıydı. Bu hiç de şaşırtıcı sayılmazdı. Kimya, en azından ilk evrelerinde, sözgelimi gökbilim gözlemlerine göre, ister istemez daha bir 'anlaşılmaz' konuydu. Ve Alman kimyacılarını deney ve gözlem yoluyla araştırmaktan hiçbir şey alıkoyamadı. Gerçekten de kimilerine, tam anlamıyla 'ise pasa batmış deneyciler' gözüyle bakılabilir.

Ama bir de, bir tür kuramsal kimya vardı; ya da belki kurgusal madde kuramı demek daha yerinde olacak... On yedinci yüzyılda hızla gelişen bu düşünce, dönemin önde gelen mekanik felsefe görüşleriyle oldukça söz birliği içindeydi. Ve, ortaya koyacağımız gibi, bu 'mekanik kimya' on yedinci yüzyılın yerküre kuramlarında uygulama alanları buldu.

'Mekanik felsefe' terimiyle şunları anlatmak istiyorum: Mekanik felsefe yanlısı düşünür açısından olguların -başka bir deyişle evren ve evrendeki herşeyin- açıklamaları, mekaniğe dayalı benzetmelerle verilmişti. Bu düşünce biçimini en çarpıcı biçimde sergileyen örnek, evrenin tamamına koca bir saat gibi bakan görüştü. Bu düşünce on yedinci yüzyılda dinbilimsel bakımdan iyice kabul edilebilirlik kazandı.[3] Saat yapımcıları ve tasarımcıları olduğuna göre; eğer evren de bir saat gibiyse, onun da bir tasarımcısı olmalıydı. Maddenin de minik bilardo topları gibi birbiriyle mekanik etkileşim içinde olan yuvarlardan oluştuğunu düşünebilirdik.

İki ayrı mekanik madde kuramı vardı: Birincisi, irili ufaklı, türlü biçimde, birbiriyle birleşebilen ya da bölünebilen zerreciklerden söz ediyordu; ikincisi de aynı yaklaşımla, maddenin en küçük parçasını, zerrecikler olarak düşünüyordu; ama, bunlar bölünemez ya da 'aşındırılamaz'dı. İkinci kuram bir tür atom kuramıydı. Doğrudan ilkçağ dünyasının atom kuramından geliyordu ve Avrupa'nın düşünsel yaşamına Fransız düşünür/tanrıbilimci Pierre Gassendi (1592-1655) eliyle yeniden sokulmuştu. Ama, mineral dünyası üstüne düşüncelerine gelince, Gassendi bir geçiş döneminin temsilcisiydi. Mineral ve metal 'tohumları' öğretisine bağlı kalmakla birlikte, tohumların bir biçimde atom niteliği taşıdığı düşüncesini benimsedi (Gassendi, 1678, cilt 8: 321). Sıra kristallerin biçimlerini açıklamaya gelince, organik modeli bir kıyıya itip dış biçimlerin, yapı taşı atomların biçimlerine bağlı olduğunu öne sürmekle yetindi. Örneğin elmas oktahedral parçacıklardan oluşuyordu, ametist (:mor yakut-kuvars) heksahedral birimlerden (*a.g.y.*: 268)...

Mekanik madde kuramının üstün yanı kavranabilir gibi görünmesiydi.[4] Birbiriyle çeşitli biçimlerde birleşen zerrecikler (ya da atomlar) kolaylıkla göz önüne getirilebiliyordu; ve tek tek zerreciklerin biçiminin, büyük nesnelere özelliklerini ve biçimlerini kazandırması akla yakın görünüyordu. Ya da, mekanik dizgeler gibi devinen yapıtaşı taneciklerden yola çıkılınca, gaz basıncı olgusu ve gaz yasaları anlaşılabiliyordu.[5] Üstelik mekanik felsefe, doğayı matematikle açıklamada başarı vaat ediyordu. Varsın kişi uzaktan uzağa etkileşimin nasıl olabildiğine şaşakalsın...[6] Doğalcası, Barfield'den yukarıda yaptığımız alıntının gösterdiği gibi, sokaktaki Ortaçağ insanı için uzaktan uzağa etkileşim olmayacak bir iş değildi. Biraz üzerine gidildiğinde kimi kavramları bulanıklaşsa da[7], mekanik felsefe ortaya atılır atılmaz coşkuyla karşılandı.

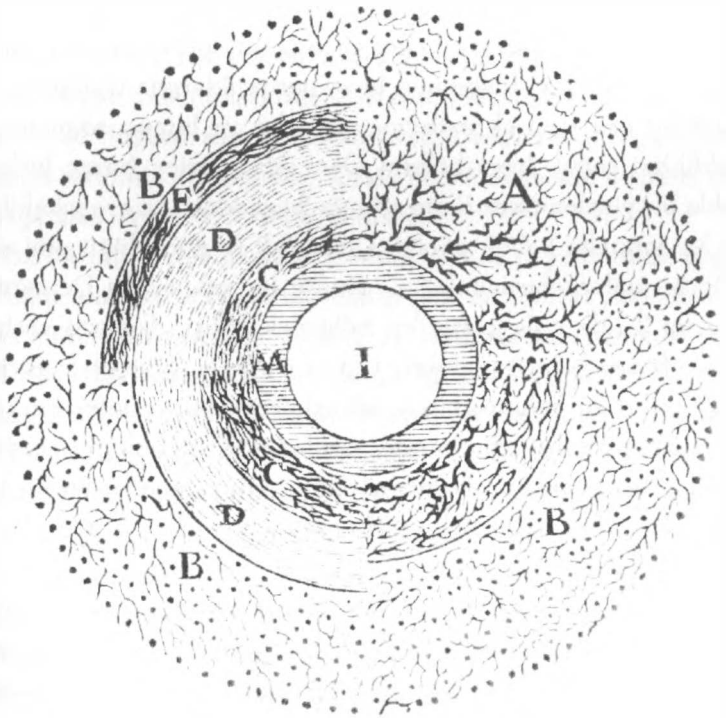
Mekanik felsefenin Fransa'daki sözcüsü filozof René Descartes (1596-1650) idi ve bilimsel görüşlerini 'ders kitabı' biçiminde sergilediği *Principia philosophiae*'de (1644), kendi gök-

bilim kuramının yanı sıra, yerküre üstüne ilginç ve etkileyici bir kuramı ayrıntılarıyla açıkladı. Gökbilim kuramının bazı ayrıntılarına aşağıda yer verildi.

İyi bilindiği gibi (örneğin Aiton, 1972), Descartes'a göre, madde -ya da temel öğe- ve oylum hep aynı anlama geliyordu: Oylum ne denli büyük olursa, madde miktarı o denli çoğalıyordu. Bu önerme, Descartes'ın gözünde açıklamayı gerektirmeyecek denli açık ve belirgindi ve dolayısıyla doğruydu; ve oylum (matematiksel anlamda) sonsuza dek bölünebileceğine göre, madde de bölünebilmeliydi. Doğal olarak, Kartezyen ilkelere göre vakum olamazdı. Descartes'ın evrenin doğuşu kuramına bakılırsa, evrendeki maddede devinimi ilk başlatan Tanrı'ydı. Temel devinim türü, dairesel ya da burgaç biçimindeydi. Kartezyen ilkelere göre dairesel devinimi benimsemekle, deyim yerindeyse, doğrusal devinimde 'başta ve sonda' kalan boşluklar ya da vakumlar sorunundan sıyrılmış olunuyordu. Başta ve sonda boşluklar, Descartes'a göre terimlerdeki bir çelişkiydi. Yuvarların devinimi ve mekanik etkileşimi sonucunda, üç temel parçacık türü ortaya çıkıyordu: (1) İlksel büyük yuvarların birbirine sürtmesiyle ortaya çıkan küçük küresel yuvarlar; (2) küresel yuvarların arasında kalan boşlukları dolduran 'talaş'; ve (3) en küçük parçacıkların topaklaşmasıyla oluşabilecek daha büyük parçacıklar; ya da maddenin en baştaki bölünmesinde ortaya çıkan büyük parçaların neden olduğu artıklar. Bu üç tür yuvar, erken kuramlardaki hava, ateş ve toprağa karşılık geliyordu kabaca. Descartes gökyüzünde ışığın ('basınç oluşturma' olarak) iletimini sağlayanın da yukarıdaki birinci türe giren madde olduğunu düşünüyordu.

Biraz çocuksu bir havada (ama açık ve belirgin olma gibi Kartezyen niteliklere kesinlikle bağlı kalarak) Descartes makro dünyanın çeşitli nesnelerinin, kendi varsayımsal mikro dünyasındaki uygun yuvarlardan oluştuğunu sanıyordu. Örneğin cıva, oldukça büyük, yuvarlak ve pütürsüz yuvarlardan oluşuyordu; yağlarsa, ince makarna gibi, kaygan yuvarlardı vb. Ev-

renin doğuşunu 'gözüyle görmüş gibi' anlattığı uydurma öyküde, göklerdeki burgaçların merkezinde biriken (ikinci öğe) ateş durumundaki parçacıklardan, güneşler meydana geldiğini sanıyordu. Bu gök cisimlerinin yüzeyinde, tıpkı fırında eritilmiş madenin yüzeyinde toplanan posa gibi 'kabartılar' oluşabilirdi. Bu kabartılar güneş lekeleriydi. Eğer yeterince çoğalırlarsa, güneşin bütün yüzeyini kaplayabilir ve ışığını söndürebilirlerdi; o zaman katı kabukla kaplı bir cisme dönerdi. Böyle durumlarda, bir başka burgacın içine çekilme olasılığı vardı (Descartes bunun niçin meydana geldiğine -en azından bana göre- yeterince açıklık getirmemişti); ve o zaman 'ölü' güneş, bir başka güneş dizgesinin/burgacının gezegeni olacaktı. Çöken burgaçtan arda kalan malzeme komşularından birince soğurulacaktı.[8]

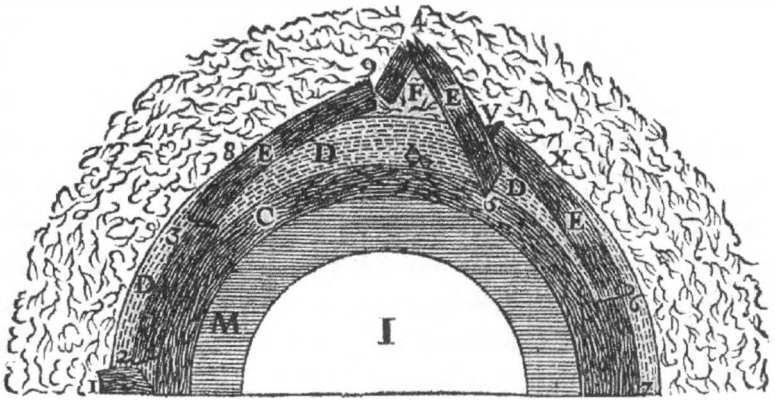


Çizim 2.1 René Descartes'a göre, yerkürenin oluşma sürecinde dört aşama (1656: 151). (Royal Society başkan ve üyelerinin izniyle yayımlanmıştır.)

Descartes evrenin doğuşu kuramıyla birbirine geçmiş durumda bir de yerkürenin oluşumu kuramı önermeyi başardı ve bu sürecin dört evresini kolayca anlaşılabilir biçimde kâğıt üzerine döktü. Bu dört aşama, Çizim 2.1'de görülüyor. Dairenin sağ üst çeyreğinde görülen (A harfi ile gösterilen), birinci aşamadır. Diğer üç aşama, saat yönünde ilerleyerek sırayla diğer (ikinci, üçüncü ve dördüncü) çeyrek dairelerde yer almaktadır. 1 harfiyle gösterilen merkez, ateş parçacıkları bölgesidir. M ise yoğun ve ışık geçirimsiz bir bölgedir (güneş lekelerine neden olan malzemenin topaklaşması sonucu oluşmuştur). C düzensiz, saçaklı zerreciklerden oluşan bir katmandır. D, esnek su yuvarlarından oluşan bir sıvı katmanıdır (daha sonra okyanusların suyu bu katmandan gelir). E, bir başka katı katmandır. A ile B yerküreyi saran akışkan hava küreyi simgelemektedir.

Sonra, Descartes düş gücüyle şöyle bir öneri ortaya attı: Sıcak havada, sıvı katman D'nin yuvarları E katmanındaki gözeneklerden sızıp B bölgesinin hava parçacıklarıyla birleşerek E katmanı için yeni ek malzeme sağlarlar ve bunun sonucunda geldikleri soğuk hava bölgesi D'ye dönemezler. Süreç birkaç yılda bir yinelendikçe E'nin altında 'boşluklar'[9] ortaya çıkabilir; ta ki, sonunda kabuk göçüp, Çizim 2.2'de görüldüğü gibi çöküntü yapıları oluşana değin... Bu tür bir yaklaşımla Descartes (Çizim 2.2'de 4 ile gösterilen bölgedeki gibi), dağların varlığı yanında ana kabuğun altında (E) ve üstünde (2 ve D'de görüldüğü gibi) su bulunuşunu açıklayabilecek bir yerküre kuramı geliştirmeye çalıştı. Bu kuram, sıradan gözlemcinin görmezden gelemeyeceği okyanusların varlığıyla aynı zamanda, kutsal kitap geleneğinde bildirilen yeraltı sularının varlığıyla da uygunluk içindeydi.[10]

Burada gözden kaçırılmamasını önerdiğim nokta, gözlemlerimizle tanıdığımız yerkürenin, nasıl var olduğunu yeterli bir 'öykü'yle anlatmak üzere tasarlanmış kurgusal bir 'yerküre kuramı'nın, mekanik ilkelere dayalı gelişimidir. Öykü, Descartes'ın genel evrenbilimi ile evrenin doğuşu üzerine görüşlerinin bir



Çizim 2.2 René Descartes'a göre yerkürenin daha ileri oluşma aşamaları (1656: 155) (Royal Society başkan ve üyelerinin izniyle yayımlanmıştır.)

karmasıydı; bu yüzden, oldukça benzer bir olayın evrenin herhangi bir başka yerinde meydana gelebilme olasılığını akla getiriyordu: 'Birden çok dünya' kavramıyla da uygunluk içindeydi. Ama, büyük yerbilimsel değişmelerin, görünüşte, yalnızca birkaç yıl sürdüğünü sandığına bakılırsa, Descartes'ın öngördüğü zaman şeridinin (/ölçeğinin), kesin belirtilmemekle birlikte, oldukça kısa olduğu izlenimini bırakıyor.

Bu düşünceden kalkarak önemli bir konuya geliyorum. Çağcıl bilim akımı, daha önce söylendiği gibi, on yedinci yüzyılda ortaya çıktı. Bunun kültür yaşamının çeşitli alanları üzerinde birçok yan etkisi oldu; daha çok da din dünyasını etkiledi.[11] Üstelik, Reform alanındaki gelişmelerle birlikte, Kutsal Kitap'ı sıkı sıkıya yorumlama zorunluğu üzerinde gittikçe daha çok durulur olmuştu. Bunun nedenini bulmak zor değil. Eski Katolik geleneğinde, dinsel yetkenin kaynağı Kilisenin kendisiydi; ama, Protestanlar açısından bu kaynak güvenilirliğini yitirmişti. Bu yüzden kişiye, nasıl davranacağını, yaşamanın nedenini ve amacını anlayabilmesi, hatta ana hatlarıyla evrenbilim ve yerküre tarihi öğrenmesi için Kutsal Kitap'ı okuması tembihleniyordu. Öte yandan, eğer yerkürenin kökeni üstüne Eski Antlaşma'da lütfedilen bilgi doğru değilse; belki de Kutsal Kitap'ın tümünden kuşku

duyulabilirdi. O zaman Protestan inancından geriye ne kalırdı?

İşte bu yüzden, on yedinci yüzyılda ve özellikle Avrupa'nın Protestan bölgelerinde, Kutsal Kitap'ın söyledikleriyle yeni bilimin yaydığı düşünceler arasında bir uyum olduğunu göstermek yolunda ciddi çabalar harcanıyordu. Bu çabalardan doğa kaynaklı tanrıbilim (fiziko-teoloji) akımı doğdu. Bilim ile dinin aynı örgü içinde bir tür bütünleşmesiydi olan: Dinbilim yeni bilime destek veriyordu; karşılığında, yeni bilim de tanrıbilime... En azından niyet böyleydi. Bunu yapabilmenin en etkili yolu, evrenin, yerküre ve üzerinde yaşayanların, bir tasarım ürünü olduğunu göstermekti. Bu akıl yürütme çizgisi, on yedinci yüzyıldan on dokuzuncu yüzyıl ortalarına değin etkin biçimde izlendi ve günümüzde de kimi candan yandaşları var; ama 'fiziko-teoloji' terimi on sekizinci yüzyıldan sonra pek kullanılmadı, 'doğalcı dinbilim' denildi.

Böylece, başlangıç döneminde Nuh'un Gemisi'nin Kilisenin omurgasını simgelediği düşünülürken ve ikonlarda öylece resmedilirken (Allen, 1963), on yedinci ve on sekizinci yüzyıllarda daha sözcük anlamlarına bağlı ve 'bilimsel' yaklaşım seçildi ve geminin büyüklüğünü, kaç hayvan taşımış olabileceğini, tüm hayvanları beslemek için ambarlarına ne kadar yiyecek doldurmuş olabileceğini ve üretmiş olabilecekleri dışkı miktarını kestirebilmek için oldukça ayrıntılı hesaplamalara girişildi. Öyle sanıyorum ki, bu yaklaşımın tamamında çılgınca bir tutarlılık vardı; hatta bunu, adına yaratılış bilimcileri denilen, on yedinci yüzyıl fiziko-tanrıbilimcilerinin çağımızdaki uzantıları için de söylemek olası. Şurasını biliyorlar ki, eğer Kutsal Kitap'ın kimi bölümleri, güvenilirlikten uzaksa, o zaman tümünün kutsal kökeni sorgulanabilir ve ilke olarak tümünden kuşku duyulabilir.

Bütün bunlardan çıkan ilginç bir yan sonuç da zaman ölçeğinin gittikçe küçülmesiydi. Küçülen zaman ölçeği, yerküreye ilişkin on yedinci yüzyıl Batı düşüncesini etkiledi.[12] Gerçekten de, sözcüklerin yüzeysel anlamından yola çıkıldığında, Kutsal Kitap, yerkürenin yaşını hesaplamada geçerli bir yol sunar gibi gö-

rünüyordu. Eski Antlaşma'da anlatılan İsrail tarihini, orada geçen soy ağaçlarından yararlanıp Adem'e ulaşıncaya dek geri götürmek yeterdi. Bu işe kalkışanlar arasında, başta Elizabeth döneminin tanınmış denizcisi (belki korsanı?) Sir Walter Raleigh (Raleigh, 1614[13]) olmak üzere daha pek çok kişi[14] geliyordu; ama çabaların en ünlüsü, en azından İngiltere adalarında, Armagh piskoposu ve İrlanda başpiskoposu James Us(s)her'inkiydi (1581-1656). Usher yerkürenin doğum tarihini tam tamına İsa'dan önce 23 Ekim 4004 olarak hesapladı (Usher, 1658: 1):

> Başlangıçta Tanrı Cennet ve dünyayı yarattı, *Eski Antlaşma*, 1. kitapçık, 1. bölüm. Zamanın böylece başlaması, bizim süredizinimize(/kronolojimize) göre, Jülyen (Roma) takviminin 710. (=İÖ 4004) yılının *Ekim* ayının 23. gününden önceki akşama rastladı.
> Kelamın ilk gününde, ya da 23 Ekim'de (günlerden pazardı), Tanrı Cennetlerin en yücesiyle birlikte Melekleri yarattı. Binanın çatısını tamamladıktan sonra, dünyanın bu eşsiz yapısının temeline el attı; Derinliklerden ve Yeryüzünden oluşan en alttaki Yuvarlağa biçim verirken Melekler Korosu şarkılar söylüyor ve böylece onun adını ululuyorlardı. (...) Ve yeryüzü boşken ve biçimsizken, Derinliklerin yüzeyi karanlıkla kaplıyken, birinci günün tam ortasında ışık yaratıldı; Tanrı karanlıktan ayırmak için birine gündüz dedi, öbürüne gece.

Barr'ın (1985) araştırmalarına dayanarak Gould'ın (1993) parmak bastığı gibi, Usher'in çalışmaları aslında çok çapraşık bir sorunun çözümünü gerektiriyordu. Kutsal Kitap'ın anlattığı İsrail tarihinde -özellikle Ezra ile Nehemiah döneminden İsa'nın doğumuna değin geçen arada- atlamalar var; bundan dolayı Kutsal Kitap'ta anlatılanları, Keldani, Pers ve Roma gibi diğer kültürlerin aktardıklarıyla karşılaştırmak zorunluğu vardır. Dahası, Musevi süredizini kameri aylara göre düzenlenmiş-

ti. Bir de, artık yıllar sorunu vardı. Bu sorun, Jülyen (Roma) takvimi ile yerine 1582 yılında Papa XIII. Gregoryus'un düzelterek uygulamaya koyduğu Gregoryen takviminde, geçmişte karışıklığa yol açmıştı. Ama Usher Anglikandı ve Papa'nın takvimiyle hiçbir ilişkisi olamazdı. Böyle olunca, Protestan bilginlerin yeterli bulacağı herhangi bir tarihleme gerçekleştirmek Usher açısından ustalıklı bir düşünsel *yaratıcılık* istiyordu. Buna karşın tarih ona karanlık düşünceli bir gerici değeri biçti.

Hepsi bir yana, Usher'in saptadığı tarihler kimi zaman Kutsal Kitap'ın Kral James'çe onaylanmış baskılarının sayfa kenarlarında basılı olduğu için (örneğin, Oxford Üniversitesi Basımevi'nin 1701 tarihli 'Piskopos Lloyd' yeniden basımı) pazar günleri ya da aile içi ibadet sırasında çoğu kişinin gözüne çarpıyordu.[15] Bu durum, Barfield'in sokaktaki adamının görüşlerine 'uzmanlarca' yazılı onay verilmesi demekti. Usher'in yapmak istediği, yeni bilim çağının -girmekte bulunulan akıl çağının- çalışmalarından beklediği kesinliğe ve doğruluğa ulaşmaktı. Ayrıca, belki de bilinçsizce, mekanik felsefeye özgü simgesel dili kullandı. Dünya, çatısı çatılacak bir 'yapı'ydı. Aydınlık, karanlıktan 'ayrılmış'tı.

Böylesine özlü bir zaman ölçeğinin yerküreye ilişkin düşünceler üzerinde olağanüstü bir etkisi oldu. Yerkürenin tüm tarihini birkaç bin yıla sıkıştırıvermek zorunluğu doğmuştu. Buna karşın, inandırıcı olabilmesinin ardında gözlemlerden kaynaklanan gerekçeler vardı belki de: Kuzey Avrupa'nın büyük bölümü 'iri kaya-kil' karışımı örtü altında kalmıştır; ayrıca, yerbilimsel ölçekte yakın sayılacak zamanlarda çekilmiş buzullardan geride kalmış bir sürü 'şaşkın' malzeme bulunmaktadır- ya da çağcıl yerbilimi böyle söylemektedir. Geride kalmış bu buzul biriktirmelerini Nuh Tufanı'nın tortularıyla kolayca karıştırabilir insan. Bu yüzden, yerküre tarihinin Kutsal Kitap yorumunu on dokuzuncu yüzyılın ortalarına değin savunanlar vardı ve bu yorum gözlemlerle doğrulanmış görünüyordu.

Descartes'ın yukarıda özetlenen kuramı aynı zamanda, bilimsel kanıta sahip bir küçük zaman-ölçeği düşüncesinin doğuşu-

nun ilk belirtilerini taşıyor. On yedinci yüzyıl sonlarından on sekizinci yüzyıl ortalarına değin Fransa'da Kartezyen dizgenin (/sistemin) çok sayıda yandaşı vardı. Kendilerini bir fizikçiden çok kimyacı sayma eğilimindekiler arasında bile, madde kuramına Kartezyen yaklaşım kendini gösteriyordu. Yerküre ya da kaya ve mineraller üstüne yazılmış çok sayıda yazıda bunu görmek olasıydı. Nesnelere 'mekanik' bakış açısı, (Descartes'ın sözcükleriyle) her zaman 'berrak ve keskin çizgili' olmak iddiasındaydı. Kartezyenlerden J. Rohault (1620-75) bunu çok iyi anlatıyor:

> Değerli ve sıradan taşların bugün için bilinen niteliklerine bakarak, doğa tarihi yazarlarının sözünü ettiği kimi özellikleri nereden çıkardığımızı anlamıyorum: Örneğin, *kanlı ishal* çeken birinin kantaşı takınmakla iyileşeceğini, ya da başka başka taşların başka rahatsızlıklara iyi geldiğini... Bu tür özelliklerin çok sayıda taşa kafadan atma yakıştırıldığını, deney üstüne deney yaparak ortaya koyuyoruz (Rohault, 1723, cilt 2: 162).

Bu, mekanik düşüncenin olumsuz yanıydı. Bilim devrimi egemen oldukça, nesnelerin birbirine yatkınlığı, ve aralarındaki karşılıklı alışveriş gibi eski düşünceler geçerliğini yitirdi. Olumlu yanı ise, kaya, kristal ve minerallerin niteliklerini açıklamak için doğrudan mekanik düşüncelerin uygulanıyor olmasıydı. Örneğin (*a.g.y.*: 159-60) kum tanelerinin oluşması, (Aristotelesçi) 'yanardağ tütmeleri'nin 'ince karasal tanecikler'le mekanik etkileşimine bağlanmıştı. Ya da başlangıçta akışkan durumunda iken altı kenarlı kristallere geçiş olayı, plastik kürelerin sıkışma sonucu katılaşmasına bağlanmıştı: 'Her bir kristal tanesinin, (...) kendisini çevreleyen altı diğer kristal arasında kalıp sıkışmasıyla'.

'Mekanik mineraloji'ye bir başka örneği Fransız Bilim Kurumu üyesi Etienne François Geoffroy'da (1672-1731) buluyoruz (Geoffroy, 1716). Taşların oluşumunu sağlayan iki tür zerrecik

olduğunu düşünüyordu: Türdeş saf ince pullar ile değişken biçimsiz tanecikler. Kristaller birinci türden meydana geliyordu; taşlar ise ikincinin karışımından. Böylelikle, en saf kaya kristalinden kaba ve biçimsiz taşlara doğru bir tür kademelendirme yapılmış oluyordu. Birinci türün varlığının, ısı karşısında erimeyi kolaylaştırdığı sanılıyordu. İkinci tür taneciklerden oluşan malzeme, ısıtıldığı zaman kavrulmaya uğruyordu.[16]

Bu tür düşünceleri ele alıp geliştiren Geoffroy'un meslektaşı René Antoine de Réaumur (1683-1757) oldu: 1721, 1723 ve 1730 yıllarında *Académie*'ye bir dizi bildiri sundu. Ona göre,'taşlaştıran özsu' taşsı maddenin birbirine sürtünerek aşınmasıyla ortaya çıkıyordu. Zerreciklerin uygun biçimde birbirine kancalanması, yerküre içindeki boşluklarda kristal büyümesi olaylarına yol açabiliyordu. Ya da, kimi öyle kayalar vardı ki, yalnızca sıvı nitelikli parçacıklar sığabilirdi ince gözeneklerine. İşte özsuyundan mineral kristallerinin ya da metal cevherlerinin yataklaşması, böylece olabiliyordu. Réaumur aynı zamanda toprağın özelliklerine de ilgi duydu. Kumda katı, köşeli zerrecikler bulunduğunu sanıyordu; toprağın zerrecikleri ise gözenekliydi. Kuru toprağa su eklenmesi, zerreciklerin birbirine kilitlenmesine yol açıyordu. Ama zerrecikler az çok esnek olmalıydı ki, ıslak kilin özellikleri açıklanabilsin. Başka düşünceler de önerdi ve hatta bazı deneyler anlattı. Bunlar, kayabilimde (petroloji), tortultaşlar konusunda yapılmış, benim bildiğim ilk deneysel araştırmalardır.

İsviçreli doğalcı Louis Bourguet (1678-1742) öylesine ileri gitti ki, taşlaşma süreci için yarı-matematiksel, kurgusal bir açıklama attı ortaya. Bazı fosillerde (belemnit)[17] görülen kristal yapıyı açıklamaya çalıştığı bir makalesinde, bir parçacığın çapındaki azalmanın, kütlesinde çapın üçüncü kuvvetiyle orantılı azalmaya neden olduğuna; oysa parçacığın yüzey alanında, çapının karesiyle orantılı azalmaya neden olduğuna parmak bastı (Bourguet, 1729: 41). İşte bu yüzden parçacıklar devinim durumundaki bir akışkanda asıltı ya da çözelti durumunda kalabili-

yorlardı; ama, eğer devinim yavaşlarsa, topaklaşma ya da kristalleşme beklenebiliyordu. Yine, her değişik kristal türü için, değişik oluşturucu zerrecikler ya da *'particules intégrantes'*lar olduğunu söylüyordu (*a.g.y.*: 42). Ama kurgusal mekanik mineralojideki gelişmeler bu tür önerilerden öteye gitmedi. Ve yaklaşık 1730'lardan başlayarak yerini büyük ölçüde Stahlcıların kimyacı yaklaşımına bıraktı; oysa I. Bölüm'de gördüğümüz gibi, Stahlcı yaklaşımın daha eskilere dayanan kökleri vardı.

Yukarıda sıraladığım görüşlerin, Foucault'nun anlattığı (benim de I. Bölüm'de değindiğim) on sekizinci yüzyıl doğa tarihine ters düştüğü gibi bir izlenim kalabilir okuyucuda. Doğrudur. Ama mekanik mineralbilimciler ve kimyacıların çalışmaları, doğa tarihi çalışmalarıyla aynı şey değildi.[18] Üstelik pek başarılı oldukları da söylenemez. Mekanik felsefenin ilkeleri bunca 'açık ve keskin çizgili' olmakla birlikte, maddenin iç yapısını açıklarken de olağanüstü kertede kurgusal nitelikteydi. Doğa tarihçisi açısından, bu tür kurgulardan uzak durmak ve dışta, görünürdeki yanlarına yönelip, nesneleri buna göre sınıflandırmak, genelde daha geçerliydi. On sekizinci yüzyıl doğalcılarının çoğunun, doğadaki üç ayrı dünya karşısında yapmaya çalıştığı buydu. İşin zorluğu, elverişli doğal bir sınıflandırma dizgesini bulmaktaydı. Bu sorun, özellikle biyolojik sınıflandırma açısından günümüze değin sürüp gelmiştir.

Fiziko-teoloji sorununa dönecek olursak, doğalcıların karşısında fosil sorununa ilişkin bir büyük zorluk duruyordu. 'Fosil' sözcüğü başlangıçta, 'kazı sonucu topraktan çıkarılmış birşey'den öte anlam taşımıyordu. Ama, şimdiki amacımız açısından, bu terimi yalnızca günümüzde kullanıldığı anlamıyla ele alacağım: Fosiller, hayvan, bitki ya da başka canlı organizmaların bir biçimde yerkabuğunda bıraktıkları izleridir; ya da, saklanabilmiş kalıntılarıdır.

Diyelim ki bizler -fiziko-teologlar olarak- yerkürenin kabuğu ve içindekilere ilişkin gözleme dayalı bilgilerimizi yerkürenin Kutsal Kitap'ta anlatılan tarihiyle bağdaştırmak istiyoruz. Fosil-

ler öyle bir biçimde ayakbağı oluyor ki, bunu Herodot gibi ilkçağ yazarları bilmiş olamaz. Kutsal Kitap'ın yorumuna göre yerküre, Usher'in hesaplamalarıyla da doğrulandığı gibi, oldukça genç bir nesne; olsa olsa 6000 yaşında... Bir tanrısal usta tasarımcı elinden çıkmış. Adem ile Havva döneminde saf ve bozulmamış bir durumdaymış. O zamandan bu yana 'yerbilimsel' değişikliklere yol açmış olabilecek 'bilinen' tek önemli olay Nuh Tufanı'dır.

Ama fosiller bu tür bir düşünce biçiminin karşısında büyük bir engel olarak duruyorlardı. Çoğunlukla kayalara gömülü durumda, denizin uzağında ya da dağ tepelerinde bulunurlar. Ayrıca bugün tanıdığımız herhangi bir organizmaya da benzemeyebilirler.

Bu tür bilmecelere birçok olası çözüm bulunabilir. Günümüzdeki organizmalarla fosilleşmiş organizmalar arasındaki ayrıma gelince, fosilleşmiş organizmaların hâlâ canlı olarak var olduğu; ama, henüz bulunamamış olduğu söylenebilirdi. Ne de olsa, on yedinci yüzyılda Avrupalılar henüz yeryüzünün yalnız oldukça küçük bir bölümünü keşfedebilmişlerdi; ve o günün insanının bilmediği biçimlere günün birinde (gerçekten de sonraları, zaman zaman olduğu gibi) okyanusların saklı derinliklerinde rastlanabilirdi. Ama bu, deniz kıyısından uzaktaki, ya da dağ tepelerindeki fosilleri açıklamaya yetmiyordu.

Öyleyse, çözümlerden biri fosillerin organik kökenli olduğunu kolayından yok saymaktı. Örneğin York'lu fizikçi ve Royal Society üyesi Martin Lister (1639-1712), Nicolaus Steno'nun yayımladığı (gelecek bölümde ele alacağımız) görüşlere tepki verirken; ve savını, fosil malzemesinin genellikle fosili saran kaya ile aynı türden olmasına dayandırırken şunu öneriyordu: Fosiller, eşi benzeri bulunmayan *(lapides sui generis)* garip taşlardan öte bir şey değillerdir. Fosillerin kayalarda oluşması, canlı yaratıkların hiçbir zaman katılmadığı bir süreçtir (Lister, 1671: 2282). Oxford'lu doğalcı Robert Plot (1640-96) fosillerin yerküre içinde bir tür 'plastik (/hamurumsu) özellik' dolayısıyla

meydana geldiğini ileri sürdü (Plot, 1677: 111-12). Ama bu hamurumsu özelliğin nerede işin içine karıştığı belli değildi; ve mekanik felsefe ilkeleriyle uyumlu olduğu da söylenemezdi. Oxford Ashmolean Müzesi'ndeki fosillerin kusursuz bir resimli kataloğunu (Lhwyd, 1699)[19] hazırlayan Edward Lhwyd (1660-1709), kayalara gömülü fosillerin Nuh Tufanı'nın işi olduğuna inanmakta epeyi zorlandı ve olmayacak başka bir öneriyi ortaya koymak durumunda kaldı: Deniz kabuklarının kökeninde 'kısmen, Tufan sularıyla taşınarak yerkürenin yarıklarına ve diğer boşluklarına yerleşen balık yumurtaları olduğunu' ve yumurtaların kayaların içinde geliştiğini söyledi (Lhwyd, 1945: 389).[20] Böylece, Lhwyd, her ne kadar Tufan'ın, fizik kurallarını çiğnemeden, yetişkin deniz taraklarını kaya içine nasıl yerleştirebileceğini anlayamasa da, yine de Tufan'ı, daha iyisini bulamadığından, bir yerbilimsel neden olarak kullanmak zorunda kaldı.

Lhwyd'ın mektuplaştığı, ünlü Essex rahibi, doğalcı John Ray (1627-1705) de bu sorundan açıkça rahatsızlık duyuyordu. Konuyu, *Miscellaneous Discourses Concerning the Dissolution and Changes of the World* (Ray, 1692a) adlı makalesinde enine boyuna inceledi. Fosillerin mahiyeti sorununun karşılıklı cephelerinde yer alan tüm görüşleri ve savları tartıya vurdu ve Kutsal Kitap kaynaklı yerküre tarihi karşısında ne anlama geldiklerini değerlendirdi ve görünüşe bakılırsa, o gün için bu soruna yeterli bir yanıt verilemeyeceği sonucuna vardı. En azından kendisinin, verebileceği bir yanıtı yoktu (*a.g.y.*: 104-32). Sonuçta, sorunu 'çetin cevizler' sepetine ayırdı. Ama, yine de Nuh Tufanının yeryüzünü biçimlendirmede önemli bir rol oynadığını savunmaktan geri durmadı.

Ray, 'tasarım savı'nın İngiltere'de yayılmasında önemli rol oynadı. Yazdığı metinler, döneminin insanlarının yerküreyi nasıl tanrısal bir lütuf olarak gördüklerini açıkça sergiliyor:

> Yerkürenin yapısında (...) bunca çeşitli bölümler var: Dağlar, ovalar, vadiler, kum, çakıl, kireç, taş, kil, mermer, bal-

çık vb. Tümü de hoş ve bir o denli de yararlı ve çeşitli bitki ve hayvanların çoğalmasına ve yaşamasına elverişli; bitki ve hayvanların kimi dağları, kimi ovaları, kimi sulak yerleri seviyor; kimi gölgeyi, kimi güneşi, kimi kili, kimi kumu, kimi çakılı... Yerküre öyle biçimlenmiş ki, derelere ve ırmaklara su veren onca bol kaynağın çıktığı yüksek dağlar var orta bölgelerde; akan sular aşağılarda yaşayanların gereksinimlerini karşılıyor, onlara kolaylıklar sağlıyor; düzlük ve ovalar suya öyle tatlı akıntı veren bir eğimle oluşmuş ki, yolculuğu ve ekip biçmeyi zorlaştırmamış. Ben derim ki, bunlar akıl, bilgelik ve tasarım sonucu meydana gelmiş olmalı (Ray, 1692b: 190-1).

Bu yürekten inanmış rahibin yerküre üstüne düşünceleri böyleydi işte... Öte yandan, fosillerin aklını karıştırıp, onu rahatsız ettiğine kuşku yok.

İngiliz fiziko-teoloji okuluna bağlı on yedinci yüzyıl yazarları arasında fizikçi John Woodward (1665-1728) belki de en ilginç olanıdır. Doymak bilmez bir fosil toplayıcısı idi ve topladıkları, Cambridge Üniversitesi'nde bulunan ve kendi adını taşıyan büyük paleontoloji (eskivarlıkbilim) koleksiyonunun çekirdeğini oluşturdu. Lister'in ve fosillerin kökeninin organik olmadığını savunanların tersine, Woodward fosillerin daha önce yaşamış canlı yaratıkların kalıntıları olduğu düşüncesini kabullenmekte zorluk çekmedi. İyi de, kayaların içine nasıl girmişlerdi?

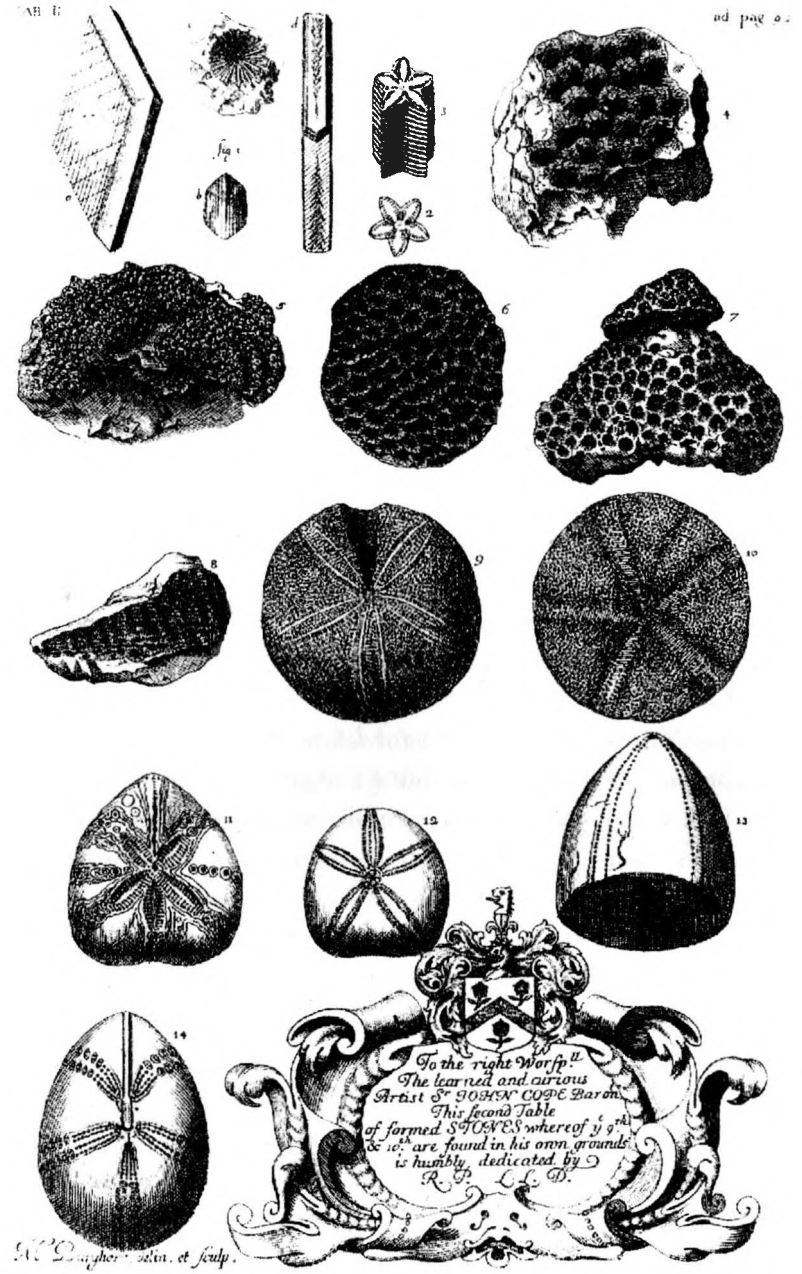
Newton'un yerçekimi kuramının büyük çalkantı yarattığı dönemde yazan ve kayaların derinliklerindeki fosil varlığını açıklamak isteyen Woodward, Tufan sırasında bütün taş ve minerallerin 'katılığını yitirdiğini' ileri sürdü (Woodward, 1695: 29, 74). Sanki Tanrı, deyim yerindeyse, yerçekimi etkisini 'düğmeye basıp durdurmuştu'. Gücü her şeye yeten bir varlık için, sanırım bunu yapmak zor olmasa gerekti. İşte o zaman herşey savrulup, su toprak karışımı tek bir koca sulu çamur çorbasına dönecekti. Tufan sona erince (Tanrı yeniden yerçekimine yol

verince olmalı) tortulanmış malzeme, yoğunluk sırasına göre tabaka tabaka çökerken, fosiller gömülü kalmış olacaktı. Nuh ve yanındakilerin bütün bu olanları nasıl atlattıklarını bildiğimi söyleyemem. Kimbilir, belki de bir mucize gerçekleşti.

Gelelim fosillere: Elias Camerarius, yerçekimi ortadan kalkınca fosillerin niçin un ufak olmadığı sorusunu yöneltti Woodward'a. Yanıtı açık yüreklice ve Kartezyen biçeminde bir mekanik felsefenin ilkeleri doğrultusunda oldu. Woodward (1726: 94-5), organik zerreciklerin dolaşık biçimlerde ve birbirine geçmiş durumda bulunduğunu ileri sürdü. Bu nedenle, organizmaları bir arada tutan güç ortadan kalktığında bile biçimlerini ve yapılarını koruyacaklardı.

Yıllar önce, bu İngiliz fiziko-teologların neler söylediğini ikincil kaynaklar aracılığıyla öğrenmeye başladığımda, kendi kendime dedim ki, 'ya aklından zoru vardı bu adamların, ya da olağanüstü salak idiler.' Adams (1938/1954) gibi tarihçilere göre, on yedinci yüzyıl doğalcıları yeterince dikkatli gözlemciler değildi. Ben sorunun bu olmadığını düşünüyorum; Robert Plot'un *Natural History of Oxfordshire* (1677) (Çizim 2.3) adlı yapıtı için özel olarak hazırlattığı, olağanüstü güzellikte çizilmiş fosil resimlerine bakmak yeterli. Ayrıntılara bunca dikkat edilmiş olması gösteriyor ki, fiziko-teologların yerbilim kuramında başarısızlıkları, yetersiz gözlemden kaynaklanmamıştır. Tam tersine, gözlemlerindeki ayrıntı ve güzelliği esinleyen, Tanrı'nın yapıtlarını tanımak için duydukları güçlü istekti. Gerçekten de, bilim tarihçileri arasında oldukça yaygın bir görüşe göre, çağcıl bilimin kaynağında -sözgelimi, iktisat, coğrafya keşifleri, ya da teknolojideki gelişmelerin yanı sıra- dinsel inançlar bulunmaktadır.

Bu nedenle, on yedinci yüzyıl fiziko-teologlarını salak ya da gözü kapalı kişiler olarak saymak çelişkiye düşmektir. Öyle temel önermelerden yola çıkmışlardı ki, sıra fosilleri açıklamaya gelince düşünsel zorluklarla karşı karşıya kaldılar. Woodward'un kurgusal varsayımları bize ne denli garip gelirse gel-



Çizim 2.3 Robert Plot'un (1677, 92. sayfanın karşısında) özel olarak çizdirdiği 'yapma taş' (fosilleşmiş mercan, deniz kestanesi) resimleri. (Royal Society'nin başkan ve üyelerinin izniyle)

sin, kendi tanrıbilimine, maddenin niteliklerinin mekanik açıklamasına ve Newton'un kuvvetler düşüncesine uygundu. Ama onun bilimi bizimkinden değişikti; çok sınırlı bir zaman ölçeği içine sıkışıp kalmıştı. Bağımsız sınama olanağı hemen hiç bulunmayan bu belli amaçlı varsayımları göz önünde tutmaya hazırdı onun bilimi. Ama Woodward gününün, sözü dinlenen kişilerindendi. Mineral dünyasını sınıflara ayırıp düzenleyebilmek için ince ayrıntılı dizgeler geliştirdi (örneğin Woodward, 1728); ve dediğim gibi, fosil koleksiyonu hatırı sayılır büyüklük ve önemdeydi.

Bir şeyin daha (Herries Davies 1989, ile birlikte) altını çizmek istiyorum: Üzerinde durduğum fiziko-teologlar, bizim yerbilim terimi deyince anladığımızdan çok, eski zaman kalıntıları (ya da kazıbilim) ve eski diller üzerinde çalışan bir araştırma geleneğinden geliyorlardı. Lhwyd daha çok bir eski diller araştırmacısıydı. Woodward eski yapıt toplayıcısı idi. Lister Roma yazıtları üzerinde çalışıyordu. Yerkürenin yaşının küçüklüğüne olan inanç veri alınınca, güney İngiltere'deki tarih öncesi taş anıtlar ya da gömütlük odaları gibi yapıların Yaratılış'tan çok sonra yapılmamış olması gerektiği düşünülüyordu. İşte bu nedenledir ki, böylesi kazıbilim alanlarına ilişkin araştırmalar, doğal olarak yerküre tarihi araştırmalarına bağlanmış oluyordu. İnsan soyunun tarihinin başlangıcı, yerkürenin tarihinin başlangıcıyla birbirinden ayrılmaz biçimde içiçe geçmişti. Fiziko-teolojiden söz etmek ne denli yerindeyse, yeri kazarak eski söylenceleri ve gelenekleri doğrulamak çabasında bir fiziko-kazıbilimden (/fiziko-arkeolojiden) söz etmek de o denli yerindeydi. İngiliz kilisesinin fiziko-dinbilimcileri, araştırma izlenceleriyle kazı alanına girmeye başlayan, usanmaz ve akıllı bilginlerdi; oysa piskopos Usher çalışma odasından ya da manastırdan dışarı adımını atmamıştı.

Woodward'la birlikte Newton adının geçiyor olması, yerkürenin biçimi ve büyüklüğünü kavramamızda Newton'un katkısını dikkatimize getiriyor. Konu, Fransız Kartezyenlerle derin-

lemesine bir çatışmaya yol açtı ve Newton evrenbiliminden yana bir anlaşmayla sonuçlandı. Yerbilim tarihinden daha çok evrenbilim ve yer ölçme bilgisi (jeodezi) tarihine girebilirse de; yerküre üstüne düşüncelerle iyiden iyiye ilgili olması nedeniyle Newton evrenbiliminde sözü edilmeye değer bazı noktalar var. Newton *herşeyden önce* bir fiziko-dinbilimci idi. Düşün alanındaki dev çabalarının kaynağında, dinsel inancıyla bilimini sürekli bağdaştırmaya kalkışması yatıyordu.

Mektuplarında belirttiği birkaç görüşü dışında, Newton yerbilim konularında dişe dokunacak hiçbir şey yazmadı. En büyük amacı, evrenin matematiksel bir betimlemesini yapmak ve evreni (kendisinin) ünlü devinim yasaları ve uzaklığın karesiyle ters orantılı evrensel çekim kuvveti bağlamında kavrayabilmekti. Newton, güneş dizgesinin kökeni konusunda, tanrısal iradenin ürünü olduğu dışında pek bir şey söylemedi. (Ama yerkürenin yaşına ilgi duyuyordu ve bu amaçla, temelde Kutsal Kitap'a uygun bir zaman ölçeğini benimsedi. Gündönümlerinin her yıl daha erken geliş süreleri konusundaki bilgisinden yararlanarak yaptığı çalışmalarda, Kutsal Kitap'taki süredizin ile Eski Yunan, Roma ve Mısır tarihlerinden bilinenleri bağdaştırmaya çalıştı.[21])

Newton'un evreni düzenli işleyen bir yerdi. Güneş merkezli ya da Kopernik'in öngördüğü nitelikteydi. İçlerinde bize en yakını güneş olan sayısız uzak yıldız vardı. Gezegenler güneşin çevresinde elips biçiminde duraylı (/değişmeyen) yörüngelerde dönüyorlardı; ve aylar da bazı gezegenlerin çevresinde 'eliptik turlar atıyorlardı'. Uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak işleyen gizemli çekim kuvveti yüzünden, tümü birbiriyle etkileşim içindeydi. Yerküre kendi ekseni çevresinde dönmekteydi ve bu, güneş ve yıldızların görünürdeki günlük devinimlerini açıklıyordu. Dizge tümüyle, görkemli bir sürekli devinim makinesiydi; çünkü, kozmik devinimi engelleyecek herhangi bir sürtünme kuvveti bulunmamaktaydı. Dizgenin ötesinde uzayın bomboş olduğu kabul ediliyordu. Ayrıca, 1687 yılında Newton (1934),

ortaya attığı üç devinim yasasının -Galileo'nun serbest düşme yasası, uzaklığın karesiyle ters orantılılık yasası ve Kepler'in gezegenlerin devinimi yasası[22]- tümünün birbiriyle uyumlu olduğunu gösterdi.[23]

Kendi ekseni çevresinde döndüğüne ve büyük olasılıkla (Kutsal Kitap'ın söylediği gibi) ilk başta madde karmaşasından oluştuğuna bakarak, yerkürenin başlangıçta şimdikinden daha akışkan durumda olduğu varsayılabilir. Bu düşüncenin doğal sonucu olarak, yerkürenin basık küre biçiminde olması gerekecektir. Descartes'ın kuramı bundan çok değişik bir resim çiziyordu. Hiçbir yerde boşluk yoktu. (Kökel Kartezyen önermeye göre, madde olmayan 'hiçbir' yer yoktu.) Ucu bucağı belirsiz burgaçlar dizgesinde bir burgaçtan ötekine, birinin ekvator bölgesinden komşu burgacın kutuplarına, madde aktarılabiliyordu. Bu görüşe uygun olarak, Kartezyen kuram (kanıt bulunmamakla birlikte) her gezegenin dik duran yumurta gibi, kutupları şişkin küreler biçiminde olduğunu varsayıyordu. Bu bakımdan, Kartezyen ve Newton kuramları arasında bir ayrım bulunmaktaydı ve bu ayrımdan yararlanarak iki kuramı gözlem yoluyla sınama olasılığı doğmuş oluyordu.

Newton'a böylesi bir sınama büyük olasılıkla gereksiz görünmüş olmalı. Kuramı, matematik diliyle de anlatılabiliyordu ve gökbilimsel gözlemler yardımıyla inceden inceye sınanabilirdi. Buna karşılık burgaçlar kuramı, Newton'un sözleriyle (1934: 543) 'zorluklar arasında sıkışıp kalmıştı'. Hayranlık uyandıracak denli 'açık ve keskin çizgili' olmakla birlikte, 'nitel' bir kuramdı. Kepler'in yasalarını açıklaması söz konusu değildi; hele de, inceden inceye matematik diline dökülmüş üçüncü yasasını...

Ama Kartezyenler öyle kolayına pes edecek kişiler değildi. Kepler'in üçüncü yasasına bakıldığında, bir gezegenin dolanım süresini hesaplamak görece basit olmakla birlikte, yörüngesinin büyüklüğünü tam tamına belirlemek bambaşka bir işti. İşte bu yüzden, Newton yandaşları ile Kartezyenler arasındaki tartış-

ma, on sekizinci yüzyılın ortalarına gelindiğinde bile hâlâ sonuçlanmamıştı. Ancak, basık mı (Newtoncu görüş), yoksa yumurta gibi, söbü mü (Kartezyen görüş) olduğunu belirlemek amacıyla yerkürenin ölçülmesinden sonra tartışma kapandı.

Bu görevi yerine getirebilmek için, değişik enlemlerde, örneğin ekvator yakınında ve kutup dolayında, bir derece aralığa kaç mil düştüğünün ölçülmesi gerekliydi.[24] (Bir derece aralığının uzunluğu hem gökbilimsel olarak hesaplanıyordu; hem de şerit metre ile ölçülüyordu.) Bu görevi on sekizinci yüzyılda büyüklü küçüklü Fransız keşif toplulukları üstlendi. Doğalcası, Kartezyenlerle Newtoncular arasındaki anlaşmazlığı sonuçlandırmanın ötesinde, başka erekleri vardı. Ama, yine de önemli konulardan biriydi. Sonunda, Jacques Cassini (1677-1756), Pierre Moreau de Maupertuis (1698-1759) ve Charles-Marie La Condamine (1701-74) gibi insanların çabalarıyla ve aralarındaki tartışmalarla, yerkürenin gerçekten basık bir küre biçiminde olduğunu gösteren sayılara ulaşıldı.[25] Böylece on sekizinci yüzyılın ortalarına gelindiğinde artık, basık yerkürenin, güneşin çevresinde, boşlukta fırlanarak dolandığı tam anlamıyla saptanmıştı ve Eratosthenes'in ta ilkçağda öncülüğünü yaptığı yöntemin kusursuzlaştırılması sonunda, gerçek boyutları biliniyordu.

Georges Cuvier'nin sonradan söyleyeceği gibi, 'Üstün insan zekâsı (anlağı) ve bilim, uzayın sınırlarını patlatmıştı; ve yalnızca akıl yürütmekle açıklanmış gözlemler, evren düzeneğini gözler önüne sermişti' (Cuvier, 1813: 3-4).[26] Ama zaman sorunu tümüyle bambaşka bir konuydu. Yerküre birkaç bin yıllık bir zaman çerçevesinin içine tıkılmıştı. Kayalar, mineraller ve fosiller ortada duruyordu; bunlar toplanıyor, adlandırılıyor ve sınıflandırılıyordu. Ama, yerkürenin tarihini okumada bunlardan yararlanılabileceği, bu bölümde adı geçen kişilerin hiçbirinin aklının köşesinden bile geçmemişti. Doğrusu bu ya, eskiçağlardan kalma yontu, yapı ve paraları araştırmanın ötesinde, yerküre tarihini araştırmak, gereksiz bir girişim gibi görünebilirdi. Çün-

kü, asıl yerküre tarihi, kutsal bir buyruk sayesinde zaten biliniyordu.

Yeryuvarlağı tarihinin, masal-destan gerçeklerine, insan tarihi araştırmalarına ya da soyut 'mekanik' (ya da başka) bir kurama dayanarak değil de, tortul tabakalar ve içerdikleri fosiller üzerinde gözleme dayalı araştırmalar sonucu nasıl yazıldığı önümüzdeki birkaç bölümün konusu olacak. Konuya, yerbilimin bağımsız bir disiplin durumuna gelmeye ve mineralleri (hayvanları ve bitkileri olduğu gibi) derleyip, adlandırıp sınıflandırmaktan öte gitmeyen, mineral dünyası araştırmalarıyla yollarını ayırmaya başladığı günlerden gireceğiz.

III. Bölüm

Yerbilimde İlk Adımlar: Evrendoğum Araştırmaları ve Mineralbilimle Yolların Ayrılması

Yerbilimi (/Jeolojiyi) doğa tarihinden ya da yerküre üstüne kuramlardan apayrı bir bilim dalı yapan nedir? Terim, Yunanca *Gaia* ile *logos* sözcüklerinden türemiştir. *Logos* 'söz', 'konuşma' ya da 'akıl yürütme' anlamına geliyor ve çağcıl İngilizcede, sonuna eklendiği sözcükle birlikte bir bilim ya da araştırma dalının adı oluyor: Biyoloji, astroloji ya da diğerlerinde olduğu gibi... Buna göre jeoloji (yerbilim) yerküreyi inceleyen bilim dalı anlamına gelir; ya da biraz sınırlarsak, yerkabuğunu, yerkabuğunun tabakalarını, ve bu tabakaların bugün sahip oldukları duruma ve koşullara gelişleri sırasında birbiriyle ilişkilerini ve geçirdikleri değişimleri inceleyen bilimdir. Bu tanımıyla, yerbilim bir tarih bilimidir. Çabası, yerkürenin (hiç değilse yerkabuğunun) tarihini ortaya çıkarmaktır. Bu amaçla tabakaları ve içinde kar-

şılaştığı nesneleri inceler. Minerallere, fosillere *vb.* ilişkin bilgilerden yararlanır; ama yerbilimcinin işi, ille de zaman ya da tarih boyutu taşıması gerekmeyen mineralbilimcinin ya da taşılbilimcinin (paleontologun) çalışmalarından ayrıdır. Mineralbilimcinin kimi zaman elindeki malzemeyi, nasıl ya da ne zaman oluştuğuna ilgi duymaksızın derlemek, sınıflandırmak ve sergilemekle ya da kimyasal bileşenlerini bulmakla yetindiği olur.[1] Taşılbilimci kimi zaman organizmaların yalnızca sınıflandırılmasına ya da kırılıp dökülmüş kalıntıların birleştirilmesine ilgi duyabilirse de, günümüzde işin içine yaş ya da zamanın az çok katılmadığı, hemen yok gibidir.

Yerbilim, evrenbilim (/kozmoloji) ya da evrendoğum (/kozmogoni) dallarından da apayrıdır. Evrendoğumun örneklerine Becher ve Descartes'in çalışmalarında tanık olduk. Bunlar kurgul (/spekülatif) dizgelerdi. Descartes yerküreyi, üzerindeki kara parçaları, dağları, ovaları, su kaynakları, ırmakları *vb.* ile birlikte toptancı bir gözle inceleyip ve sonra bütün bunların nasıl ortaya çıktığını açıklamak üzere 'gözüyle görmüş gibi' bir öykü yakıştırdı. Öyküsü, ortaya attığı genel madde kuramıyla, evrendoğum ve gökbilim dallarındaki düşünceleriyle bağdaşabilir olmalıydı. Ama, aslında Descartes, madde ve devinim üstüne kendi 'açık ve keskin çizgili' düşüncelerinden yola çıktı ve yerküre ile ilgili açıklamalarını bu önkabulcü (/aprioristik) düşünsel temele dayandırdı. Oysa bir yerbilimci (diyelim ki on dokuzuncu yüzyıl yerbilimcisi) tam tersini yapar: Kayaları, mineralleri, fosilleri ve tabakaları inceler; bunlara ilişkin bilgileri bir haritaya işler ve elinin altındaki kuramların, (ya da gerektiğinde ortaya atılabilecek yeni kuramların) yardımıyla, tabakaların günümüzde gözlenen düzenine yol açmış olabilecek, akla yakın görünen bir olaylar sıralamasını yerli yerine oturtmaya çabalar. Her biri yeryuvarlağının belirli bir parçasının tarihini ortaya koymak peşindedir. Sonunda, tüm yeryuvarlağının yüzey haritası yapılacak ve tümlenmiş bir tarih yazılabilecektir. Artık, yerkürenin kökeni, iç yapısı, oluşumuna ve değişimler geçirmesine

neden olan büyük süreçler konusunda, daha genel kuramlar geliştirecek duruma gelmiş sayılabilir kişi.

Gerçekte, yerbilim bu on dokuzuncu yüzyıl izlencesinden büyük ölçüde sapmıştır. İleriki bölümlerde betimleneceği gibi, çağcıl yerbilim kuramı yeryuvarlağının daha derinlerindeki bölgeleri ile ilgilidir çokça, ve dıştaki bölgelerin tarihini anlayabilmek için o görünmeyen bölgeleri bilmek gereksinimi içindedir. Ayrıca, kimi yerbilimciler yerkürenin kökenine ilişkin kuramlara ilgi göstermektedir. Yine de, evrendoğum dalı yerbilimciden çok gökbilimcinin alanına girer.

Bu satırların yazıldığı sırada, yerkürenin yapısını ve davranış biçimini zamana bağlı olarak açıklayan geniş kapsamlı bir kuram ortaya çıkmış ve yaygın kabul görmüş bulunuyor. Adına tabla tektoniği denen bu kuramı XI. Bölüm'de ele alacağız. Tabla tektoniği kuramının kabul görmesi, bir anlamda, on yedinci ve on sekizinci yüzyıllarda 'yerküre üstüne kuramlar' yazmış; ama yazdıkları, aşırı iddialı ve genellikle kurgusal olduğu gerekçesiyle on dokuzuncu yüzyılının ilk yarısında bir kıyıya atılmış o insanların daha büyük erek ve özlemlerine dönüş anlamına geliyordu.

İşte bu nedenle, bu bölümde ve bunu izleyen iki bölümde yerbilimin bir bilim dalı olarak ortaya çıkışını ele alacağız; yerkürenin doğumuna, 'yerküreye ilişkin kuramlar'a, mineralojiye ya da yerküre bilimine girmeyeceğiz. (Yerküre bilimi terimi, tabla tektoniğinin gelişiminden, jeofiziğin ve jeokimyanın yıldızının parlamasından ve yerküreye gezegenlerden biri olarak ilgi duyulmasından bu yana, daha eski yerbilim teriminin bir ölçüde yerini almış bir terim.)

Beklenebileceği gibi, yerbilimin doğa tarihinden, 'yerküreye ilişkin kuramlar'dan vb. ayrılma süreci, yerbilim teriminin ortaya atılmasından önce başladı.[2] Ayrılma ansızın olmaktan çok, yavaş yavaş işleyen bir süreçti. 'Yolları ayırma' sürecinin ilk ipuçlarını İngiltere'de Robert Hooke'un (1635-1703) çalışmalarında görüyoruz. Hemen ardından İtalya'da Nicolaus Steno

(1638- 86) ve onun da ardından Lehmann, Füchsel ve Arduino gibi başka Avrupalı yazarlar geldi.

Uzmanlar uzmanı Robert Hooke, Londra Kraliyet Akademisi'nin önemli kişilerindendi; Newton'un rakibi, buluşçu, deneyci, gökbilimci, mimar olmasının yanı sıra, mikroskop ve daha bir sürü konuda uzman olarak ünü almış yürümüştü. İlginç bir geçiş dönemi kişisiydi: Bir yandan eski anlamda bir 'yerküre kuramı' ileri sürerken, aynı zamanda, yeryuvarlağının 'tarihini' üzerindeki tabakalardan ve tabakaların içeriğinden okuyabilme olasılığını da görmüştü. Ayrıca, antikçağdan aktarma masal-destan ve tarih bilgilerine dayanarak düşüncelerini doğrulayabileceğini düşünüyordu. Ama daha başka çok sayıda konuya daldığı için, düşüncelerinin arkasını getirememiş ve düşünceleri daha çok tasarım niteliğinde kalmıştır.

Aralarında Robert Plot da (bkz. Çizim 2.3) olmak üzere çağdaşları gibi Hooke, kayaların içinde fosil bulunmasına büyük ilgi duyuyordu. Güneyli olduğu için, İngiltere'nin güney kıyılarında birkaç yerde birden bulunabilen olağanüstü dev ammonitlerin yabancısı değildi. Bu tür nesneleri en ince ayrıntılarına dek inceledi. Ölümünden sonra yayımlanan *Posthummous Works* adlı yapıtlarındaki (Hooke, 1705) fosil çizimlerinden görüleceği gibi, bu fosilleri Robert Plot'tan çok daha özenle çizdi.

Daha önce adı geçen çağdaşları Martin Lister ya da Johann Joachim Becher'in tersine Hooke, fosillerin gerçekten daha önce yaşamış canlı yaratıkların kalıntıları olduğundan hiçbir zaman kuşkuya düşmedi. Ve fosillerin denizlerden uzakta bulunuşu, Hooke açısından, kara ve deniz alanlarının birbirine göre durumunda ve düzeyinde değişmeler olduğunun göstergesiydi. Önce 1668'de ve ardından 1687'de Kraliyet Akademisi önünde yaptığı 'Yersarsıntıları üstüne konuşmalar'da, gizemli fosil kalıntıları üzerinde dururken Hooke yerkürenin eğri büğrü bir küre olduğunu[3] ve basık bir su gömleğiyle sarılı bulunduğunu ileri sürdü. Yerkürenin kutuplarından geçen, göklere göre kabaca sabit bir ekseni vardı ve bu eksenin yönü düzenli ve ağır

ağır değişmekteydi; böylelikle, gündönümlerinin her yıl biraz daha erken gelmesine neden oluyordu. Ama Hooke, yerkürenin kendi ekseni çevresindeki günlük fırlanmasından, güneşin çevresindeki yıllık dolanımından ve gündönümlerinin erken gelmesine neden olan deviniminden başka bir yavaş devinimi daha olduğunu ileri sürdü. Ona göre, ekvator bölgelerini kutup konumuna ve kutup bölgelerini de ekvatora doğru kaydıran bir devinim daha olmalıydı. Bir başka deyişle, kutuplarda büyük çaplı bir gezinme olduğu varsayımından söz ediyordu.[4]

Bu tür bir devinimin iki büyük sonucu olması beklenirdi: (1) Yerkabuğunun herhangi bir yeri üzerinde etkili olan kuvvetler yavaş yavaş değişime uğrayacaktı (çünkü merkezkaç etkisi ekvatorda kutuplarda olduğundan daha büyüktür); (2) yerküreyi saran su gömleğinin basık biçiminden dolayı, yüzeyin bir zamanlar kara olan alanları su altında kalarak tortul tabaka birikmelerine uğrarken, öteki alanlar yavaş yavaş su üstüne çıkacak ve aşınmaya uğrayacaktı. Yerkabuğu üzerinde etkili olan kuvvetlerin yönü ve büyüklüğünde çok yavaş değişmelerin neden olduğu yersarsıntıları, çöküntülere ve tabaka kaymalarına yol açabilirdi. İkinci etkisi (sırayla karanın bir su altına girmesi bir üstüne yükselmesi) çevrimsel aşınma ve birikim dönemlerine yol açacaktı. Denizden çok uzak yerlerde fosillerin varlığı böylece açıklanmış oluyordu. Hooke daha da ileri gidip kimi canlı türlerinin, suda boğulma ya da karaya vurma sonucu soyu tükenirken; bazı türlerinse, çevre koşullarındaki değişmeler dolayısıyla ortaya çıkmış olabileceğini (tam nasıl olduğunu belirtmeden) kurguladı. Hatta daha da ileri giderek, '[fosillerden] bir *Süredizin* çıkarılabileceğini ve içinde şiddetli (...) Yıkımların ve Değşinim (/mutasyon) olaylarının geçtiği (...) Zaman Aralıkları'nın belirlenebileceğini' ileri sürdü (Hooke, 1705: 411). Fosil içeriği araştırılarak yerkürenin tarihine ulaşılabileceğinin ilk üstü örtülü dile getirilişine, bu metinde rastlıyoruz. Eğer tasarımın arkası bırakılmamış olsaydı, bana göre, bu, tarihsel yerbilim alanında atılmış gerçek ilk adım olacaktı.

Ama arkasını getirmedi. Hooke'un başını kaşıyacak zamanı yoktu. Yuvalandığı Londra'dan ayrılıp böyle bir girişim uğruna arazide çalışmaya zaman ayıramazdı. Her şeye karşın, yukarıdaki düşüncelerde görüleceği gibi, yerküre üstüne kurgusal kuramlara bir yenisini eklemekti yaptığı. Yine de Hooke'un kuramında özel bir yan vardı; çünkü, kuramını gözlem yoluyla sınamayı düşünmüştü. Eğer kutupların konumu öngördüğü gibi değişmekte idiyse, boylamların yönünün de yavaş yavaş dönmesi gerektiği aklına düşmüştü. Bu düşünceyi sınamak amacıyla, uzun bir teleskobu (ırakgörür) gökkubbenin tepesine yöneltmeyi sağlayabilecek eksiksiz bir yöntem tasarladı. Buna göre, teleskoptan aşağıya iki çekül sallandırarak, yerde, boylamın yönünü gösterecek bir doğru çizilebilirdi. On yirmi yıl geçtikten sonra gelip işlemi yineleyerek, belki de boylamın yönünün değiştiğini ve böylece kutbun gezindiği varsayımının doğrulandığını görebilirdik.

Ne var ki bu öneri, Hooke'un kendi gerçekleştirdiği olmaktan çok, bir araştırma tasarımından öte şey değildi. Boylamın yönünü belirlemeyi, bir gece Kraliyet Akademisi üyelerinin önünde denedi (Birch, 1756-7, cilt 4: 527); ama gökyüzü bulutluydu ve proje gökbilimsel bir sınama olarak rafa kaldırıldı. Fakat Hooke tümden yılmadı. Yukarıda söylenenlerden açıkça görüleceği üzere, çağdaşları gibi o da, yerküre tarihinin oldukça kısa bir zaman ölçeğine sığdığını düşünüyordu; öteki türlü, insan ömrü içinde boylamın yönünde değişmeleri ayrımsamak olanak dışı olurdu.

İşte böyle nedenlerle olsa gerek, çağdaşları düşüncelerine dinlemeden karşı çıktılar. Gerçekten de çok iyi belgelenmiştir ki (Turner, 1974; Oldroyd, 1989), Oxford'lu doğa düşünürleri Hooke'un kuramına tümden karşıydı. Onlara göre, Kutsal Kitap'a dayalı tarihten bilindiği üzere, Hooke'un öngördüğü türden olaylar hiçbir zaman olmamıştı. Hooke istemiye istemiye evet demek zorunda bırakıldı; ama, yaşamının sonraki yıllarında Ovidius'un *Metamorphoses'i* ve Platon'un Atlantis söylence-

si gibi metinleri tarayarak, yerkürenin gerçekten çalkantılı bir tarihi olduğunun kanıtlarının -Hooke'un yersarsıntıları kuramı bu konuda kuşkuya yer bırakmıyordu- gizli kalmış olup olmayacağını araştırmak için haddinden fazla zaman harcadı.

Başka bir deyişle, Hooke, bizim büyük ölçüde masalsı nitelikte sayacağımız ilkçağ metinlerine (Kutsal Kitap'tan bazı metinler de içinde olmak üzere) döndü. Amacı, çağcıl bir bilim kuramına (burada kendi gezinen kutuplar kuramına) destek sağlayıp sağlamadıklarını görmekti. Bu uygulamaya, 'Öhemerizm'[5] adı verilebilirse de, ben 'fiziko-mitoloji' (Birkett ve Oldroyd, 1991) terimini yeğliyorum; çünkü bu terim, bilim ile masal-destan araştırmalarının sıkı sıkıya iç içe geçmişliğini anıştırıyor. 11. Bölüm'de ele aldığımız Hooke dönemi fiziko-teolojisiyle uyum içinde...

Hooke'un bu projesi de başarısızlıkla sonuçlandı. Eski metinlerden ne denli özgür yorumlar çıkarmaya çabalarsa çabalasın, sonunda çabaları duvara tosluyordu ve bilebildiğim kadarıyla yerbilim tarihi üzerinde hemen hiç etkisi olmadı; yalnızca, yerküre üstüne on yedinci yüzyıl düşünce biçimlerinin, ilginç örnekleri olarak kaldı. Mitoslar, yeryuvarlağı tarihinin yazımında yaslanılamayacak denli zayıf dayanaklardı. Yeryuvarlağının yerbilimsel tarihini yazmak ya da yerküre kuramını kanıtlanmak için gerekli olan gözleme dayalı bilgileri, yer tabakalarından değil de insanoğlunun elinden çıkma metinlerden sağlayabileceğimiz düşüncesinin ta kendisidir ki, Hooke'un günümüzde anladığımız anlamda bir yerbilimci olmadığını gösteriyor. Söylendiği gibi, kayalara ve fosillere bakmayı ve onlardan bir 'süredizin çıkarmayı' aklından geçirmişti. Ama bu düşünce Hooke'u hiçbir yere götürmedi. Yerküre üstüne düşünme yöntemini, kitaplığına ve fiziko-mitolojisine yönelmekte buldu. Ama bunun adı, yerbilim değildi.

Hooke'un çağdaşı Nicolaus Steno'nun (1638-86)[6] yerbilimci sayılıp sayılamayacağı yerinde bir soru; çünkü, her ne kadar bugün en çok fosiller ve yerkürenin tabakaları konusunda dü-

şünceleri dolayısıyla anımsanıyorsa da, tıp eğitimi almıştı ve sonunda yaşamını Katolik Kilisesi'ne adadı. Steno ilk tıp eğitimini aldığı Danimarka'da doğdu. Hollanda, Paris ve Montpelier'de ileri düzeyde çalışmalardan ve anatomi araştırmalarında önemli sonuçlara ulaştıktan sonra gittiği İtalya'da, Toscana Büyük Dükası'nın saray hekimliği görevine getirildi ve Katolik dinini kabul etti. Böyleyken, Steno Toscana'da çok uzun süre kalmadı ve Protestan dünyasında Katolik öğretisini yaymak amacıyla kuzey Avrupa'ya döndü. Oysa, Toscana'dayken bölgenin kimi dağlık bölgelerinde bolca dolaşmak olanağını buldu ve 'Yüceler Yücesi Büyük Düka'ya (II. Ferdinand) adadığı küçük bir ön inceleme hazırladı. Bu araştırmada yerküreye ilişkin gözlemlerini ve geliştirdiği kuramı açıkladı. Küçük İtalyan Dükalığı toprakları, tüm kürenin yerbilimini kavramak üzere örnek olarak ele alınmıştı.

Usta bir anatomici olan Steno'dan, 1666 yılında Livorno'da yakalanan dev bir köpekbalığını açımlaması istendi. Açımlamayı yerine getirdiği sırada Steno doğal olarak hayvanın dişlerini yakından inceledi ve bunların Malta'da ve başka yerlerde yapılan kazılarda topraktan çıkan nesnelerle bunca benzerlik içinde olduğundan yola çıkarak, topraktan çıkanların köpekbalığı dişinden başka birşey olamayacağına karar verdi. Bu önemli bir sonuçtu. Malta'da bulunan bu nesnelere ilişkin yazı yazmış daha önceki kişiler, bunların yılan dili ya da kuş dili olabileceğini; ya da toprakta öylesine yetişebileceğini sanmışlardı. Plinius'un kaydettiği çok eski bir geleneğe göre, aysız gecelerde gökyüzünden yağıyorlardı. Bir başka söylenceye göre, batan gemiden kurtulan Aziz Paul Malta'ya düştüğünde bir zehirli yılan ısırdı onu. Bunun üzerine adadaki bütün yılanlara kargış yağdırıp onları zararsız duruma getirdi. Bulunan 'dil taşları' *(glossopetrae)* yılanların taşlaşmış dişleriymiş. Bu tür nesnelerin bir zamanların canlı balıklarından artıklar olduğunu savlamak öyle az buz birşey değildi. I. ve II. Bölümlerde sözü edildiği gibi, düşünürlerin çoğu fosillerden rahatsızdı ve bazılarının ürettiği açıklayı-

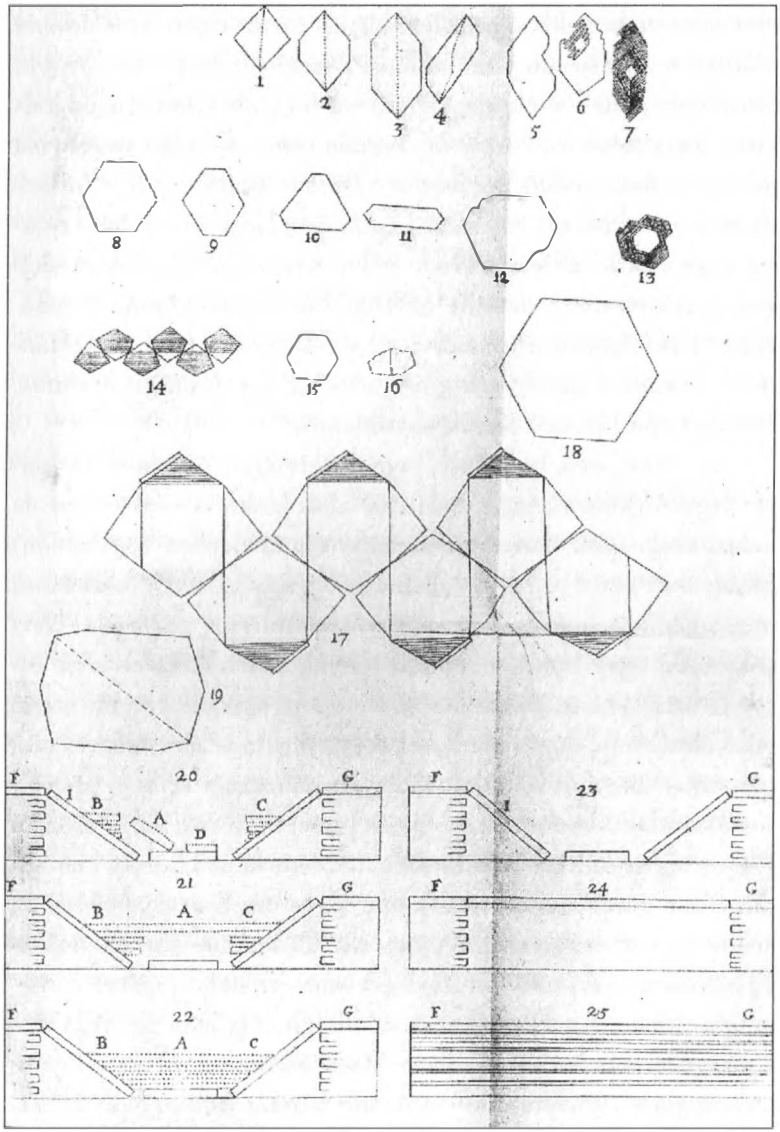
cı kuramlar abartılıydı. (Leonardo'nun düşünceleri hem sıradışıydı, hem de garipti.)

Ama, eğer 'dil taşları' hiç kuşkuya yer bırakmayacak biçimde taşlaşmış köpekbalığı dişleri idiyse, tortul taşlar arasında ne aradıkları sorusunun yanıtlanması gerekirdi. Steno bu soruyu, tamamiyle genel ve oldukça soyut bir biçimde yanıtlamaya kalkıştı: *'[D]iyelim ki, belirli bir biçime sahip ve doğa yasalarına göre meydana gelmiş bir madde olsun; o madde, içinde bulunduğu yere ve üretim biçimine ilişkin ipuçlarını kendi bünyesinde taşıyacaktır'* (Steno, 1968: 141). Toscana Dükü'ne adadığı kısa incelemesinde üzerine eğildiği konu tamı tamına buydu. *Katı Maddelerin Bünyesinde Doğal Olarak Bulunan Katı Maddeler Üstüne Teze Önsöz* gibi garip bir başlık attığı inceleme, 1669 yılında Latince olarak yayımlandı.[7]

Bu *Önsöz*, hem biçimiyle, hem de içeriğiyle üzerinde durmaya değer. Yukarıda eğik harflerle alıntılanan sözcüklerden de anlaşılacağı gibi, Steno bir sorunu, ilk ilkelerden (öğelerden) başlayarak genel anlamda çözmeye uğraşıyordu. Bu bakımdan inceleme, matematiksel bir metnin özelliklerini taşıyordu. Gerçekten de, eğer konu matematiksel yaklaşıma daha elverişli olsaydı, ortaya biraz Eukleides'in *Geometri*'sini andıran bir metin çıkacaktı. Ama, o gün için, yerküreye ilişkin araştırmaların matematiksel biçimde anlatıma gelir yanı olmadığı açık.

Okurun dikkatine takılabilecek ikinci bir nokta da, *Önsöz*'ün Descartes'ın yerküre kuramı ile madde kuramına borçlu kaldığıdır. Buna göre, Steno kristalleşme olgusunu Kartezyen nitelikli zerreciklerin birleşerek büyümesi olarak açıklamıştır. Bu noktaya eğilmenin yeri tam burası değil; ama, kristalleri çizme yöntemi göz atmadan geçilemeyecek denli ilginç. (Çizim 3.1'de, 1'den 7'ye sayılarla belirtilen şekillere dikkat edilirse, aynı kristal türünün değişik örneklerinde, birbirine benzer konumdaki kristal yüzeyleri birbirine sabit bir açıyla bağlı olarak gösterilmiş. Aynı çizimin 14 ile 17 sayılı şekilleri, hematit mineralinin iki örneğinin açık biçimlerini gösteriyor. Uyguladığı bu yaklaşımla, Linnaeus

gibi on sekizinci yüzyıl doğalcılarının yöntemlerinin habercisi oluyor (bkz. s. 293). Steno'nun, bir küp üzerinde eğik yüzeyler



Çizim 3.1 Nicolaus Steno'nun kristallere uyguladığı geometrik çözümleme yönteminin örnekleri ve Floransa yakınındaki Arno Irmağı'nın yerbilimsel tarihini gösteren çizimi (Steno, 1669, 1. sayfadan önceki, katlanmış, numarasız sayfa). (Kraliyet Akademisi başkanı ve üyelerinin izniyle.)

keserek Çizim 3.1 (17)'deki açık şeklin kapalısını elde etmiş olabileceği, Ellenberger'ce (1988: 282) ileri sürüldü. Eğer bu doğruysa, Steno'nun kristal çözümleme ve çizim yöntemi, yüz yıldan daha uzun bir zaman sonra Romé de l'Isle'ın geliştireceği yöntemle temelde birdi (bkz. s. 295). Ama Steno on sekizinci yüzyılı önceden görmüş olamazdı. *Onun* derdi geometrik yapılı kristallerin organik fosillerle akraba *olmadığı* olgusuydu.

Bizim açımızdan daha da önemli olan, Steno'nun tabakalar konusunda yaptığı genellemelerdi. Genellemelerden biri de, taş kırıntılarının suların dibinde tortulandığı (üst üste biriktiği) ve ilk başta birikme ortamının yüzeyine koşut, yatay olarak istiflendiği düşüncesiydi; bir tortul kaya tabakasındaki kırıntıların tümü aynı nitelikte ve tane inceliğinde idiyse 'Yaratılış sırasında, herşeyin suyla örtülü olduğu ortamda çökelmiş olmalıydı' (*a.g.y.*: 163); eğer bir tabakada, başka tabakaların kırıntıları, hayvan ve bitki kalıntıları bulunuyorsa, tabaka ilk Yaratılış sırasında meydana gelmiş *olamazdı;* eğer tabaka ağaç dalları ve benzeri şeyler içeriyorsa, bunlar oraya 'su taşkınları ya da ani sel baskınlarıyla taşınmıştı' (*a.g.y.*); vb. Tabakaların üst üste sıralanmasına gelince, tortul taş çökelebilmesi için, altta kırıntıların yığılacağı bir başka tabaka bulunması gerektiğini Steno gün gibi görüyordu; bir tabaka tortulandığı zaman ya bütün yeryuvarlağını kaplamalıydı; ya da tortulanmayı sınırlayan bir katı madde olması gerekirdi; ve bir tabakanın tortulanması sırasında, şimdi üzerinde görülmekte olan tabaka henüz oluşmuş olamazdı. Öyleyse tabakalar önce yatay olarak birikir; ama daha sonra, ya 'yeraltında ani gaz boşalmaları' nedeniyle, ya da alttaki malzemenin bir biçimde akıp gitmesinin ardından meydana gelen çöküntü sonucu (bu düşüncesi Descartes'ın kuramını anıştırıyor), tabakalar eğikleşebilirdi.

Steno geleneksel olarak, tabakabilimin en belli başlı ilkelerinden birini saptamış olmakla onurlandırılmıştır: Buna tabakalanma (süperpozisyon) ilkesi denir. Bu ilkenin en yalın biçimde anlatımı, yerkürenin kabuğunda rastlanan tortul taş tabakaların-

dan altta olanın daha önce tortulandığı ve kendisinden daha üstte olan tabakalara göre daha yaşlı olduğudur. Bu anlaşılması kolay bir düşüncedir (ya da bize öyle görünebilir) ve ilk ortaya atanın Steno olduğundan emin olamayız. Ama, uzun uzadıya olmasa da, hiç değilse dolaylı yoldan ilkenin sözünü eden en eski metin, onun *Önsöz*'üdür.

Süperpozisyon ilkesi yerbilimde olağanüstü önem taşır; çünkü, kişinin arazide gördükleri ile keşfedilebileceği bir tarih sıralaması arasında bağlantı kurma aracıdır. Bundan dolayı, ilke olarak, yerkürenin tarihini yazabilmek için gerekli kuramsal araca kavuşmuş oluruz. Kişi, yerkürenin bugünkü yüzeyinde görebildiğinden geriye doğru giderek, doğru bir tarih sıralaması içinde, son durumuna nasıl geldiğini öğrenebilir.

Doğrusu, ilkenin kişiyi zaman zaman yolda bıraktığı oluyor. İyi bilindiği gibi, bazan yerkabuğunun hareketi sonucu tabakalarda, büyük ölçekli bindirme, ya da devrilmeler (aşmış kıvrımlanma) olabilir. Ayrıca ilke, yerkabuğunun derinliklerinden yukarıya sokulan erimiş kızgın maddelerin neden olduğu değişiklikler konusunda herhangi bir şey söylememekte. Böyle durumlarda, geometrik anlamda daha altta bulunan taş bazan üsttekinden daha genç olabilmektedir. Ama, Steno, bu ilkenin yalnız tortul taş tabakalanmaları için kullanılmasını amaçlamıştı ve ilke bu bağlamda genel olarak başarıyla iş görüyor.

Steno, on yedinci yüzyıl Toscana'sında gözlediği duruma yol açan olayları tarih sıralamasına koymada, ilkesinden yararlandı. Olayları canlandırmak üzere geliştirdiği kurguyu, Çizim 3.1'in 20-25. şekillerinde görülen ünlü altı kesitle özetlemişti. Burada (25. kesitte) tabakaları Yaratılış sırasındaki durumlarında -ya da Steno'nun olması gerektiğini düşündüğü durumlarında- görüyoruz. Sonra, 24. şekilde alt tabakaları bir sel alıp götürüyor. En üstteki tabaka göçüyor (23). Yeniden tortulanma oluyor (22) ve sürecin yinelenmesiyle(21) kayalar bugünkü durumlarını alıyor (20). (Dikkat edileceği üzere, şekillerin numaralama sırası Steno'nun öngördüğü tarih sıralamasının tersi.)

Her ne kadar bu ardışım çokça şematik görünse ve arazide belirli bir yere göndermede bulunmasa da, Toscana'da gerçek bir yere karşılık gelme olasılığı var.[8] Eğer böyleyse, Steno'nun modeli tam bir soyutlama sayılmazdı. İtalya'nın belirli bir bölgesindeki kimi kazık gibi ortada kayaları anlamasına yardımcı olmak üzere tasarlanmıştı. Çizim 3.1'de I ve A ile gösterilen tabakalar litolojik bakımdan adamakıllı göze batıyordu. Buna göre en az iki tortulanma aşaması seçilebiliyordu.

Steno'nun patronu Toscana Büyük Dükası, küçük dükalığının tüm yeryuvarlağının yapısını tanımak için örnek alınmasından hoşnut olmuş görünüyor. Ama, Steno'nun yerbilimini, terimin bugünkü anlamıyla, tarihten kopuk yapan da belki bu özelliğiydi. Yerküre tarihçisi süperpozisyon ilkesiyle bir 'el aracı' kazanmıştı. Ama araç ne denli genel uygulamaya dönük olursa olsun, Toscana'daki uygulamanın sonucu genelleştirilemezdi. Tarihsel yerbilim on sekizinci yüzyıl sonu/ondokuzuncu yüzyıl başında tam hızla yola koyulmuşken açıkça görüldü ki, yapılması gereken, Steno'nun Arno Vadisi için önerdiği türden çok sayıda küçük 'alt-tarih'i yanyana koyup bütünleştirmektir. Ve bu amaçla, bir takım karşılıklı bağlılaştırma yöntemlerine gerek duyuldu. Steno geride böyle yöntemler bırakmadı; ve Toscana'dan kuzey Avrupa'ya göçtükten sonra yerbilimle ilişkisi koptu; papazlığa bağlandı ve kendini tümüyle Kilisenin işlerine verdi.

Bu arada gözden kaçırılmaması gereken bir başka nokta da, Steno'nun zaman ölçeğinin, Hooke'unki ve on yedinci yüzyılda yaşamış diğerlerininki gibi, çok kısa olduğudur. Toscana'da saptadığı olaylar Kutsal Kitap'ın zaman çerçevesine sıkıştırılmıştı; öyle anlaşılıyor ki, yalnızca iki büyük tortulanma dönemi olduğuna inanıyordu: Birisi yaratılış sırasındaki, öteki Nuh Tufanı sırasındaki... Bu türlü zaman cenderelerine boyun eğmek zorunda kalan bir yerbilim (bana göre) yoksullaşmış ve uygulama alanı çok kısıtlanmış olurdu. Bunu söylemenin yanı sıra, ilkelerin en önemlisi 'süperpozisyon' ilkesini bulanın Steno olduğu, bir kez daha vurgulanmalı. Nasıl oluşmuş olabileceklerini, doğ-

rudan doğruya kayalara bakarak araştıran, Steno'ydu. Bunu, hem dinsel inancı ve hem de (Kartezyen) mekanik felsefe anlayışıyla bağdaşan yollardan giderek yapıyordu. Öyleyse *Önsöz*'ü fiziko-teolojinin bir başka örneğiydi; ve Kutsal Kitap'ta anlatılan Yaratılış masalları ile iç içe geçmiş olması bakımından, fiziko-mitoloji olarak da adlandırılabilirdi; yine de Steno, yerküreye ilişkin düşüncelerine destek aramak amacıyla kendini Hooke gibi, bile bile masallara kaptırmadı.

Bu bölümde, buraya dek sözünü ettiğim kişiler bilgin olarak adlandırılmayı hak ediyorsa da; on yedinci yüzyıl bilginleri, bilimsel devrimin[9] doğal sonuçlarından biri olan yaparak öğrenme yöntemine çalışmalarında daha çok yer vermeye ve Francis Bacon'ın önerdiği gibi, zanaatkârların becerileri ve uygulamalarıyla ilgilenmeye başlamıştı. Bunu, simya deneyleri yapan; ayna ve mercekleri taşlama ve parlatmaya çok emek harcayan Newton'un çalışmalarında çok iyi görebiliyoruz. Robert Hooke, sözcüğün *tam* anlamıyla bir deneyci idi. Onun soylu koruyucusu Robert Boyle da öyleydi; ama Boyle, deneyleri kendi yapmaktan çok, tasarlayan ya da gözetiminde yaptıran bir kişiydi.

Ne var ki konu yerküre olunca, sözü edilecek çok daha eski bir deneyci gelenek vardı. Bu gelenek madencilik uğraşının teknik beceri ve uygulamalarından oluşan birikimdi, İlkçağda çok maden işletilmişti. Buna kanıt, örneğin, Plinius'un (1962) tuttuğu notlardır. Ama Ortaçağ ve Rönesans Avrupası'nın madencilik uygulamalarına ilişkin yazılı belgelere gelince, on altıncı yüzyıl öncesinden günümüze kalmış hiçbir şey yoktur. Bilinen en erken tarihli yayınlar, işletme ve metal içeriğini saptama üstüne bazı yazarı belli olmayan (tarihsiz) kitapçıklardır (*Bergbüchlein* ve *Probierbüchlein*[10] gibi). Bu kitapçıkların kaynaklandığı yer, Saksonya'nın madencilik yapılan bölgeleriydi ve ilk kez 1505 tarihinde yayımlanmış olmalıydılar (Sisco ve Smith, 1949: 50). Kalıp baskı resimler içeren kitapçıklar, metal ve maden cevherlerinin işletilmesinde ve içeriğinin saptanmasında yararlanılan usulleri yalın bir biçimde anlatmaktaydılar. Metal içerik

saptama konusundaki kitapçık dizisi uygulamalı kimyanın simyacılıktan kurtuluşunun ilk yazılı belirtilerini oluştururken, *Bergbüchlein*'de geçen cevher yataklarının oluşumu kuramı henüz 'organik'[11] olmaktan kurtulamamıştı. Becher'in I. Bölüm'de ele aldığımız kuramlarının nasıl bir ortamda filiz verdiği, buradan anlaşılıyor. Daha yüksek nitelikli, daha ayrıntılı yayınlar kısa sürede çoğaldı: Bunlar arasında Vannoccio Biringuccio'nun *De la pirotechnia*'sı (1540) ile Lazarus Ercker'in *Treatise on Ores and Assaying*'i (1574/1951) sayılabilir. Ama bu gelenekteki en ünlü yapıt Georgius Agricola'nın *De re metalica*'sıdır (1556; 1912/1950). Çoğaltılmış kalıp baskı resimleriyle (çokça yeniden basılarak) insanı sürükleyip götüren bu yapıt, on altıncı yüzyıl madencilik uygulamalarına yakından göz atma olanağı verir.

Demek oluyor ki, altın, gümüş, kurşun, bakır, kalay, bizmut, cıva ve demir cevherlerini ve bunların metallerini tanıyıp ayırmada epeyi uygulamalı bilgi sahibi madenci toplulukları vardı. Altın ve gümüş içeriği saptama yöntemleri, özel önem taşımaktaydı. Bu amaçla amalgamlama yönteminden ve 'denektaş'larından yararlanılıyordu. İçerik saptayıcıları (ve külçe altın tüccarları) yaptıkları işte terazinin önemini, kimyacıların terazinin gerekliliğini kabul etmesinden ve maddenin sakımı ilkesi diye bir kavramı resmen uygulamaya sokmasından çok önce, eksiksiz kavramışlardı. Üstelik, ne tür bir kolaylık sağlamak amacıyla olursa olsun, içerik saptayıcılar, elementlerin çözümleme sonunda ortaya çıkan yalın madde olduğu düşüncesinden, (Antoine-Laurent Lavoisier'nin (1743-94) elementleri *Traité élémentaire de chimie* adlı yapıtında (Lavoisier, 1789a) böylece tanımlamasından çok önce) yararlanmış oluyorlardı. Demek oluyor ki, on yedinci ve on sekizinci yüzyıl kimyacıları, ta 'çağcıl' kimya kuramının uygulamaya girdiği Lavoisier'nin 'kimya devrimi'ne değin, Aristotelesçi temel öğeler düşüncesi üstüne, soyut kimya ilkeleri üstüne ya da kimyasal olguların mekanik açıklamaları üstüne bol bol yazıp çizer ve o konuda bir arpa boyu yol alırken,

uygulamanın içinden gelen kişiler çalışmalarını -öyle anlaşılıyor ki- dönemin kimya kuramlarının engellemesine uğramadan başarıyla sürdürdüler.

Denebilir ki, Agricola ile kimya devrimi (1770'ler ile 1780'ler) arasındaki dönemde 'yerküre' kavramında rahatsız edici bir belirsizlik vardı. Bir bakış açısına göre terim, ucu Aristoteles'in yerküresine (ve onun birincil öğeleri su, hava ve ateşe) dek uzanan kuramsal bir varlığın adıydı. Ama yine on sekizinci yüzyılda, çözümlemeli bir çalışmanın ürünleri sayılabilecek -aralarında silis, kireç, alümina, magnezya ve barita'nın da olduğu- çok sayıda, *değişik türde* yalın toprağın varlığının kabul edildiğini görüyoruz.

Topraksı kütlelerin nelerden oluştuğunu bulmada yararlanılan bir yaklaşım, çeşitli türde toprağı bir araya koyup ısıtarak (porselen yapımı gibi) bir bireşim ürünü elde etmeye uğraşmaktı. Johann Heinrich Pott (bkz. s. 63) Meissen porseleninin* gizini çözmek isterken bu yolu boşuna denedi; binlerce değişik karışımı sınanmasına karşın, çabaları sonuç vermedi. Bununla birlikte Pott (1753, cilt 1: 7) topraksı maddeleri dört büyük sınıfa ayırdı: Kireç toprağı, alçı toprağı, kil toprağı, camsı (silisli) topraklar. Bunların her biri, ısı ve asitlerin etkisi altında değişik davranışlar gösteriyordu. Pott gerçekte ham madde alıp ondan yalın toprak elde etmedi; ama, silis toprağını özel bir tür olarak ayırt etmesi önemliydi. Bu, doğal olarak, uzun zamandan beri kristalleriyle tanınan kuvarstan başkası değildi.

Kireç belirli bir toprak türü olarak eski çağlardan bu yana bilinir; bunun nedeni, kireçtaşının ya da mermerin ısıtılmasıyla kolayca elde edilebilmesi ve sıva harcının temel girdilerinden olmasıdır. Ama, az çok ortak kimyasal özellikler taşıyan topraksı maddeler ailesinin bir üyesi olduğu ancak on sekizinci yüzyılda anlaşılmıştır.

Killi toprakların (alümina), herkesçe bilinen çamur ve killerin dışında, başlıbaşına bir kimyasal varlık olduğunun ayrımına

* Dresden ya da Saksonya porseleni olarak da bilinir. (ç.n.)

ilk varanın Alman kimyacı Andreas Siegmund Marggraf (bkz. s. 63) olduğu, 1753 yılında Berlin Akademisi'ne sunduğu (Marggraf, 1762) düşüncelerinden anlaşılıyor. Şapı suda eritikten sonra, çözeltiyi süzgeçten geçirdi ve alkali ile karıştırarak 'şap toprağı'nın çökelmesini sağladı. Kili sülfürik asit içinde çözüp alkali katarak çökelme sağladığında da, aşağı yukarı aynı tür bir madde elde etti.

Maggraf (1762, cilt 2: 411), Friedrich Hoffmannn'ın (1660-1742) yüzyılın başında yaptığı önermeyi de -magnezya adında özgül bir toprak türü olduğunu- doğruladı. Maggraf, doymuş tuz çözeltisinde, çözeltiye giren tuzun kendi alkali bileşeni dışında, bir de topraksı bileşen olduğunu gösterdi.

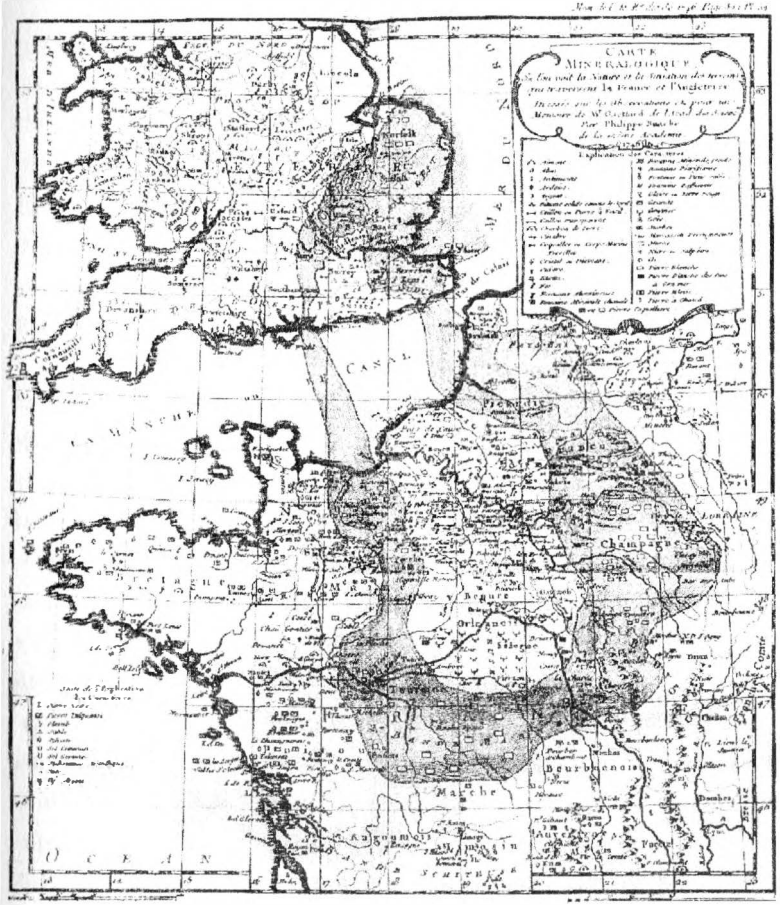
Barita'yı, İsveçli kimyacı Carl Wilhelm Scheele, 1774 yılında manganez cevheri (piroluzit) üzerinde araştırma yaptığı sırada buldu (Scheele, 1901: 52-95). Barita'nın 'ağır spar' (/barit: baryum sülfat) içinde varlığını ortaya koyan, Scheele'nin yurttaşı J. G. Gahn (1745-1818) oldu.

Aslına bakılırsa, on sekizinci yüzyılın sonlarına doğru mineral kimyasında görülen belli başlı gelişmelerde Almanya'nın olduğu denli İsveç'in de payı vardı. Axel Cronstedt (1772-90) alevle analiz tekniğini dizgeleştirdi ve kullanımını yaygınlaştırdı (Oldroyd, 1974a). Çözümleme için gerekli olan, çok yalın bir aygıttan ibaretti: Bir odun kömürü takozu, bir mum, bir üfleç ve birkaç kimyasal madde... Bu yolla, maden arayan kimse, bir parça maden cevherini ya da başka birşeyi çok yüksek bir ısıya dek ısıtarak meydana gelen değişmeleri izleyebiliyordu. Bu sözcüğün tam anlamıyla bir kimyasal çözümleme değildi; daha çok, tanılamaya yardımcı bir sınama idi. Yine de, bu tanı koyma yöntemi olmasa birbirinden apayrıymış sanılacak benzer kütlelerin tanımlanmasını çok kolaylaştırdı.

Mineral çözümleme alanında en büyük atılım, İsveçli kimyacı T. O. Bergman'ın (1735-84) sulu yöntemle mineral çözümlemenin *genel* bir şemasını yayımlamasıyla gerçekleşti (Bergman, 1777). Bir mineral ya da taş (Bergman'ın ilk yayınında bu bir

değerli taştı), bir alkali ile ısı altında kaynaştırılarak çözelti durumuna getiriliyordu. Bergman, yukarıda sözünü ettiğimiz değişik 'yalın toprakların' genel özelliklerini biliyordu ve ustalıkla tasarladığı, çökelme, süzdürme ve (su, çeşitli alkali ve asitlerden yararlanarak) çözelti oluşturma gibi bir dizi işlemden geçirerek, başlangıçtaki maddeden çeşitli toprakları ayırmayı başardı. Artık bugün biliyoruz ki, Bergman'ın ilk girişimi onulmaz derecede yanlışa batmıştı. Ama genel yaklaşımı işe yarar bulundu ve kısa sürede Nicholas Vauquelin (1763-1829) ve Martin Klaproth (1743-1817) gibi yetenekli kimyacılar Bergman'ın yönteminin ilkelerini ele alarak büyük ölçüde geliştirdiler. Böylelikle, birçok mineral ve kayanın kimyasal bileşimi zamanla, özellikle on dokuzuncu yüzyıl içinde, belirlendi. Bu teknik (/uygulayım) bir ömür törpüsüydü; ve dönemin kaba saba aygıtlarıyla ve çoğunlukla saflığına güvenilemeyen kimyasal maddeleriyle yapılan iş, aşırı kertede zor olmuş olmalı. Ama, artık Lavoisier'nin açık seçik ortaya koyduğu kütlenin sakımı ilkesinin kılavuzluğunda, uygulanan usullerde bir tür alacak-verecek dengesi tutturmak olanağı doğmuştu; çünkü, kimyasal yolla birbirinden ayrılan toprakların kütlelerinin toplamı, kimyacının çözümlemeye başlarken ele aldığı mineral ya da taşın kütlesine eşit olmak durumundaydı.

Dediğimiz gibi, bu usuller madencilik geleneğinden doğdu. Cevher içeriğini saptamayla başlayıp sonunda çözümlemeli kimyaya dek uzanan usuller, madencilik geleneğinin ayrılmaz parçalarıydı. Madencilerin kendi aralarında geçerli bilgi birikimi ve terim dağarı vardı. Bu sözcüklerin kimi yerküreye ilişkin eski organik gelenekten kalmaydı: mineral *damarı* ve *yuvalanması, cevher* yatakları, *ana* yataklar vb. gibi... Madenciler çalışma saatlerini yerkürenin *karnında* geçiriyorlardı. Madencilere özgü kaya terimlerinin İngiliz dilinde kapsamlı bir derlemesi Arkell ve Tomkeieff eliyle yapıldı (1953). Başka dillerde de, benim bilmediğim benzer derlemelerin yapılmış olduğuna, kuşku yok.



Çizim 3.2 Jean-Etienne Guettard'ın Akademi'deki çalışmalarını (1746/1751) açıklamaya yardımcı olması için Philippe Buache'nin hazırladığı, kuzey-batı Fransa ve güney İngiltere'yi kapsayan mineral haritası. (Kraliyet Akademisi başkanı ve üyelerinin iziniyle yayımlanmıştır.)

Ama madenciler, ocak açmayı, kuyu kazmayı, baca sürmeyi, yeraltı sularını dışarı atmayı bilmelerine ve hangi kazının kâr, hangi kazının zarar getirebileceğini kayalar, mineraller ve fosillerdeki göstergelerden tanımalarına karşın ve bu tür uygulama bilgilerinin on sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllarda, Sanayi Devrimi'ne koşut olarak çokça artmasına ve gelişmesine karşın, madenciliğin kendi içinden, yerküre üstüne yeni düşünce bi-

çimleri çıkmadı. Madenciler yeri kazmayı biliyorlardı ve deneyimle kazanılmış kendilerine özgü kuralları vardı: Örneğin bir kömür damarı aniden bir kırıkta son bulursa ne yapacakları belliydi. Giderek, Almanya'da bir de yeni tür 'düşünsel madencilik' doğdu. Bu düşünsel madencilik sayesindedir ki, Freiberg Madencilik Akademisi'nde ders veren Abraham Gottlob Werner, ana çizgileriyle tabakabilimsel dikme kesitin temelini attı. Yerbilimin bu çok işe yarayan biçimini, bundan sonraki bölüme bırakıyoruz.

Werner ve okulu üzerinde durmadan önce, on sekizinci yüzyılda geçmiş bazı daha genel etkinliklere değinmeliyiz. Bu etkinlikler, yerbilim kuramına giden yolun taşlarını döşedi. Bu etkinliklerin arkasında madencilerin ve maden mühendisliğinin bilgi birikimi vardı. Bana göre, yerbilimin bizim bugün tanıdığımız anlamda bir bilim dalı olarak ortaya çıkışı; yerkabuğunun kaya ve fosillerini inceleyerek çıkarabileceğimiz bir yerküre tarihi olduğunu akıl etmekle başladı. Yoksa, geçmişte olduğu gibi mineral dünyasının doğal tarihlerini inceleyerek, ya da fosil toplayıp sınıflandırarak değil... Kaya ve fosillere ilişkin ipuçlarını, daha önce Hooke ve Steno'nun düşüncelerinde gördük; ama, bu iki on yedinci yüzyıl yazarı, biraz da kendi özel koşulları nedeniyle, (bize göre) yazdıkları metinlere girmiş üstü örtülü düşüncelerin arkasını getirmediler. Her ikisinin de düşüncelerini geliştirmelerinin önündeki engel, yerküre kuramını biçimlendirmede, Kutsal Kitap'a sözcüğü sözcüğüne bağlı kalmaktan doğan zaman (ya da zaman yetmezliği) sorunuydu. Dolayısıyla, tarihsel yerbilimin ortaya çıkışı, yerküre yüzeyinde (ille de derinliğindeki maden ocaklarında değil) daha çok arazi çalışması yapılmasını bekleyerek, on sekizinci yüzyılın sonuna değin gerçekleşmedi.

Yine de, on sekizinci yüzyılın ilk yıllarında, yerküre üstüne düşünme yollarında ilerde görülecek değişmelerin deneye dayanan temelinin atıldığı, önemli gelişmeler oldu. Bu birikimin bir bölümü, kayalara, minerallere, fosillere ve bunların çeşitli yol-

larla yapılmış sınıflandırmalarına ilişkin bilgilerdi. Bu daha geniş deneysel temelin gerisinde, yerkürenin iktisadi yönlerine duyulan ilgi yatmaktaydı büyük ölçüde; dolayısıyla, maden sanayii burada bir kez daha, gelişmelerde önemli bir rol üstlendi.

On sekizinci yüzyılda, askeri ve ticari amaçlarla yararlanmak üzere, ulus topraklarını bilimsel olarak haritaya geçirme çalışmasını ilk yapanlar Fransızlar oldu. Fransız hükümeti, yerkürenin biçiminden kaynaklanan sorunu çözmek için (bkz. s. 88), Paris Gözlemevi'ni kurdu; aralarında Cassini ailesinin birkaç üyesinin de bulunduğu ünlü gökbilimcileri orada görevlendirdi ve değişik enlemlerde bir dereceye karşılık gelen uzunluğu ölçmek için yeryuvarlağının çeşitli köşelerine araştırma toplulukları gönderdi. Fransa içinde Cassini'lerin gençleri (II. Jacques ve oğlu César François) krallığın ayrıntılı bir haritasını hazırlamak amacına kendilerini adamışlardı. Haritayı ucu ucuna Fransız devrimine yetiştirdiler.[12] Böylece on sekizinci yüzyıl süresi içinde Fransa, iyi topografya haritalarına sahip oldu. Ticari ve askeri amaçlar taşımakla birlikte, bu haritalar Fransa'da yerbilimin gelişmesine de katkıda bulundular.

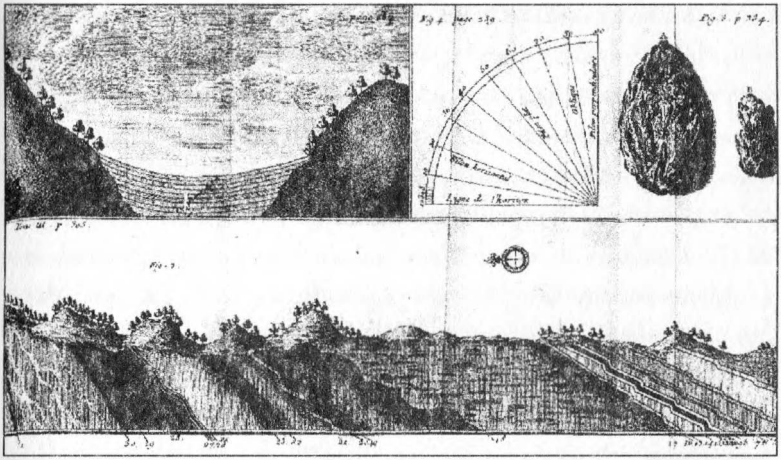
Daha çok ticari nedenlerle, ama aynı zamanda bilimsel merak nedeniyle ve on sekizinci yüzyıl Fransa'sındaki harita yapımı akımından olarak, Jean-Etienne Guettard (1715-86) krallığın mineral dağılım haritasını hazırlamak gibi ağır bir görevi üstlendi. Sınırlı amaçlarla yola çıktı. Tasarladığı iş bizim bugün yerbilimsel harita diyebileceğimiz türden değildi. Haritası, ya da hiç değilse 1746 yılında Bilimler Akademisi'ne sunduğu ilk biçimiyle haritası (Guettard, 1751), yalnızca değişik türde minerallerin Fransa'da (ve İngiltere'nin bazı bölgelerinde) bulunduğu yerleri göstermekle yetiniyordu. Çalışmanın niteliği Çizim 3.2'de görülüyor. Bu arada, gözden kaçırılmaması gereken bir nokta, Guettard ve Buache'nin, Manş Denizi'nin iki yakasında bulunan, benzer türde kaya tabakalarını ilişkilendirmiş olmalarıdır. Böylesi uzantı kestirimi ya da akıl yürüterek sonuca gitme, yerbilimsel haritaların yapımında olağanüstü önem taşır.

1776 yılında, Fransız hükümetinin parasal desteğiyle ve genç Lavoisier'nin yardımıyla Guettard Fransa'nın daha ayrıntılı bir haritasının yapmaya girişti. Harita 214 paftadan oluşacaktı. Daha sonra 1784 yılında Fransa'nın tümünü içine alan, küçük ölçekli, tek paftalık bir harita yayımlayacak olsa da (Guettard, 1784); çalışma tamamlanıp 1780 yılında yayımlandığı zaman (Guettard ve Monnet, 1780), ortada yalnızca altmış pafta vardı. Guettard altmış paftanın tamamını kendisi yapmadı; paftalardan otuz birini mineralbilimci Antoine-Grimoald Monnet (1734-1817) üretti. Lavoisier işin başında kısa bir süre çalışmalara katıldı. Bu yüzden, Guettard'ın *Atlas*'ı sonuçta değişik ellerden çıkmış bir üretimdi (Rappaport, 1969).

Her ne kadar, Guettard'ın amacı maden cevherlerinin ve kireçtaşı ya da kömür gibi iktisadi bakımdan önemli maddelerin yerlerini belirtmek idiyse de, haritasına üç ana *bant* koymuştu: Kumlu bantlar, killi bantlar ve yaprak kayaması (şist) ya da metal içerikli bantlar... Bunlardan sonuncusunun içine yaprak ka-



Çizim 3.3 Auvergne ili, Clermont-Ferrand yakınlarında lav akıntılarını gösterir, Nicholas Desmarest'nin hazırladığı harita (Desmarest, 1806, Tablo 7) (Kraliyet Akademisi Konseyi ve başkanının izniyle)



Çizim 3.4 Johann Gottlob Lehman'a göre Thuringia'daki tabakaların yerbilimsel kesitleri (Lehmann, 1759, Tablo IV) (Kraliyet Akademisi Konseyi ve başkanının izniyle)

ya türleri, kayağantaşlar, granit türleri, mermerler ve metal cevherleri giriyordu. Bununla birlikte, Guettard bu üç birim arasındaki tabakabilimsel ilişkiler konusunda bir görüşten yoksun gibiydi. Birikmelerin tarih sırasına (*a.g.y.*: 279) göre oluştuklarını akıl etmediği düşünülünce, bu pek de şaşırtıcı gelmiyor. Gerçekten de, büyük tortultaş yataklarının hep birlikte, aynı zamanda yerli yerine oturduğunu ve bizim tabakalanma olarak algıladığımız görüntünün, şu ya da bu nedenle kurumaya ve yatay düzlemler boyunca çatlamaya bağlı olduğunu sanıyordu. (Bununla birlikte, 'ilkel' ve tortul kayalar arasındaki ayrımı görmüştü: İlkel kayalar yerkürenin yaratılışı sırasında oluşmuştu; tortul kayalar ise daha sonra...[13])

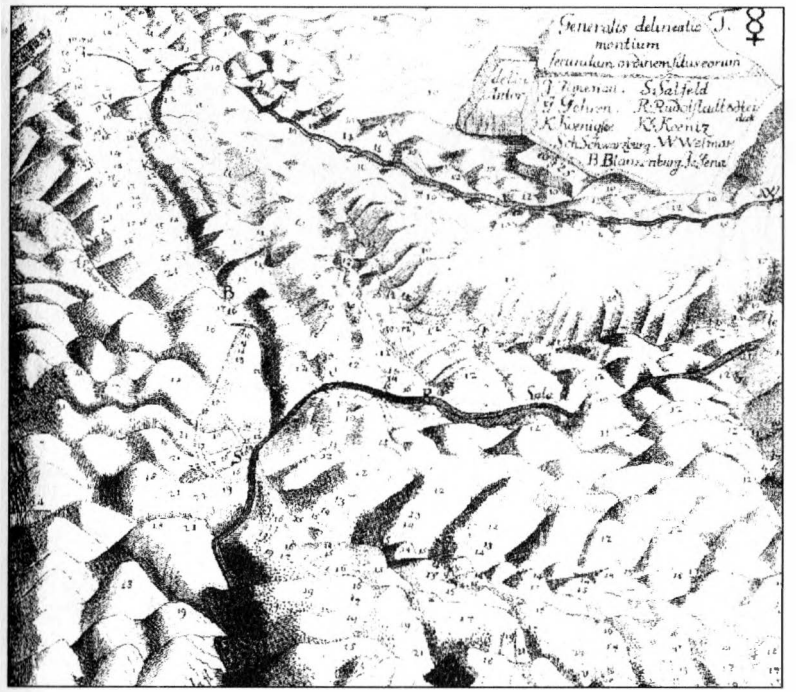
Buna karşılık, kimya öğretmeni G. -F. Rouelle'den (1703-70) öğrendiği düşüncelerden esinlenen genç Lavoisier, derin deniz tortulanmaları (*örneğin*, bazı çamur tortulları) ile derinliği daha az, kıyı boyu tortulanmaları (*örneğin*, bazı kumtaşları ile çakıllı kayalar) arasındaki ayrımı görmüştü ve bunların üstüste gelebileceğini saptamıştı. Bütün bunlar, deniz ilerlemeleri ve çekilmeleri düşüncesini aklına getirdi; bunun üzerine Lavoisier, inceleyerek haritalara işlediği kayaların, öyle görünmelerine yol

açan olayların tarihsel sırası üzerinde düşünmeye başladı. Düşüncelerini ve haritaları açıklamak amacıyla *genel kesitler* çıkardı.[14] Guettard bunların yararlı olduğunu kabul etmiş görünüyor. Ama, kuramdan uzak durmak istediği için, Lavoisier'nin kıyısından değindiği tabakaların tarihsel dizilişi görüşü yönünde yürümedi (1789b). İki adamdan genç olanı da çok geçmeden, kendisini daha çok kimyaya, evliliğe ve para kazanmaya (vergi memuruydu) adamak yönünde yol aldı. Böylece daha önce duyulmamış, özgün yerbilim düşüncelerinin kendi gününde etkisi zayıf kaldı; kimya alanına yaptığı katkılarca gölgelendi. Oysa denebilir ki, Lavoisier bir yerbilimci olarak çok büyük gelecek vadediyordu ve eğer yerküre üstüne düşünmeyi başlıca işi olarak sürdürseydi, yerbilime de kimyaya yaptığı denli büyük katkıda bulunmuş olacağı kesindi. Ama, uzmanlaşma artık bilimi pençesine almaya başlamıştı.

Guettard'ın ilgisini çekenlerden biri de, yerbilimsel anlamda Fransa'nın en önemli bölgelerinden olan ve Fransa'nın Auvergne ilinde yer alan Massif Central'dı. Burada, Clermont-Ferrand kasabasının yakınlarında, kül ve cüruf yığınlarından ibaret koni biçiminde tepelere doğru izi sürülebilen lav akıntıları olduğunu ayrımsadı; ve dolayısıyla bu tepelerin bir dönemde etkin yanardağlar olduğunu kavradı (Guettard, 1752/1756). Ama, bazaltların püskürük kökenli olduğunu Guettard'ın anlaması (1779, cilt 1: 128-54) için birkaç yıl daha geçmesi gerekti; çünkü, (soğuma sırasında çatlaklar oluşması nedeniyle) kimi zaman edindikleri sütunsu yapılarıyla, bazaltların bir sıvıdan kristalleşerek ayrıldıklarını -hatta bir ilksel okyanustan ayrıldıklarını- düşünmek çok olağandı.

Auvergne bazaltlarının püskürük kökenli olduğu yorumunu, Bilimler Akademisi'ne 1765 yılında sunduğu bir bildiriyle açıklayan (Desmarest, 1774, 1777), Limoges Sanayi Ürünleri Denetçisi Nicholas Desmarest (1725-1815) oldu. Bildirisini sunmadan bir yıl önce, Mont-Dore (Auvergne'de, yamaç üzerinde, sevilen bir kaplıca yeri) yakınlarındaki bölgede gördüğü çok sa-

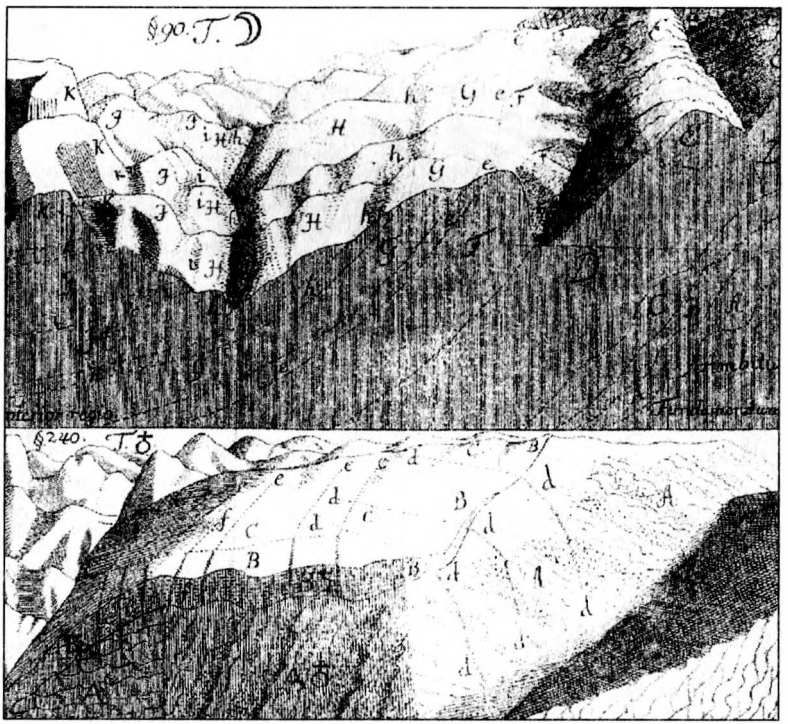
yıda lav akıntısını ayrıntılı biçimde haritaya işlemekle başladığı çalışmalarının tümünü ancak 1806 yılında yayımlayabildi. Çalışmalarının üstün yanı, her lav akıntısının, geçirdiği günlenme ve aşınmanın miktarına ve bir zamanlar taşarak aktığı baca ağzına hâlâ bağlı olup olmadığına bakarak, aralarında yaş ayrımı olabileceğini kabul eden Desmarest'in çeşitli lav akıntılarını *tarih* (yaş) sırasına koymuş olmasıydı. Desmarest ayrıca, Aidat Gölü'nün, bir dere yatağının önünün lav akıntısıyla kesilmesi sonucu oluştuğunu ayırt etmişti (Çizim 3.3[15]). Böylece, küçük bir bölgede de olsa, kayalara bakabilmiş ve gözleyebildiklerine neden olmuş olaylar dizisini tarih sırasına koyan bir varsayımda bulunabilmişti. İzlediği süreç, bizim bugün tanımladığımız anlamda 'yerbilim yapmak'tı. Ama, Desmarest sonunda Auvergne ile ilgili çalışmasını yayımladığı zaman (Desmarest,



Çizim 3.5 Thuringia'dan bir bölgenin Georg Christian Füchsel'in elinden çıkma yerbilimsel haritası (*Actorum Academiae Electoralis Moguntinae...*, 1761, cilt 2 sonuna eklenmiş katlamalı levha) (British Library'den izin alınarak yayımlanmıştır).

1806), yeryuvarlağı tarihine bilimsel yaklaşım, 'yerküre bilimi' çevrelerinde neredeyse yerleşmek üzereydi.

Berlin'de madencilik ve mineralbilim dersleri veren ve daha sonra Petersburg'daki Alman bilim topluluğuna katılacak olan Johann Gottlob Lehmann'ın (1719-67), cevher kütleleri ve 'yatakları' üstüne ilk yayımladığı makale Becher ve Alman madenci geleneğinin ötesine geçmiyordu (Lehman,1753). Hemen ardından, 1756 yılında *Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen* adlı ilginç bir kitap yayımladı (Fransızca basımı, Lehmann, 1759). Kitapta geliştirdiği düşünce, kayaların üç türe ayrıldığıydı. Birinci türe giren *Gange-Gebürgen* ya da damarlı dağlar, ona göre, yerkürenin en baştaki yaratılışında oluşmuş olmalıydı ve 'ilkel' (ya da ilksel) olarak kabul edilebilirlerdi. Bunlar genellikle



Çizim 3.6 Georg Christian Füchsel'e göre Thuringia'da tabakaların yerbilimsel kesitleri (*Actorum Academiae Electoralis Moguntinai...*, 1761, Cilt: 2'nin sonuna eklenmiş katlamalı levha.) (British Library'nin izniyle)

yüksek, kimi zaman uzun sıradağlardı ve çoğu kez mineral damarları içeren kristal yapılı kayalardan oluşuyordu. Bütün yeryuvarlağını etkilediği varsayılan, herşeyi silip süpüren Nuh Tufanı'ndan sonra, çukur alanlarda tortulanma ve tabakalanma oldu. *Flötz-Gebürgen* (tabakalı dağlar) böyle oluştu (Çizim 3.4'ün sol-üst köşesinde görülen tabaka diziliminde C en alttaki tabakayı, K en üstteki tabakayı gösteriyor). Çoğunlukla yanardağları kapsayan üçüncü türün oluşumu 'yörede beklenmedik olaylara ya da devrimler'e bağlanıyordu. Ayrıca, çakıl, ya da sıkı ve gevşek toprak gibi maddeler vardı. Lehmann'ın varsayımına göre, Nuh Tufanı'ndan sonra tufan suları ya okyanuslar oluşturmuş, ya buharlaşmış ya da yeraltının derinliklerinde yitip gitmişti.

Bütün bunlar, oldukça ilkel ve sıkıştırıldığı zaman aralığına sığamayan bir kuramın belirtileri gibi görünebilir ki, gerçekte de böyleydi. Ama Lehmann'ın çalışmasının önemi, incelemeye konu olarak seçtiği Thuringia'nın Ilfeld ile Mansfeld arasında kalan bölgesinde tabakalanmış kayaların belli bir sıraya göre dizildiğini açık seçik görmüş ve bu ardışımı çizerek bir kesitte göstermiş olmasındaydı (Çizim 3.4, aşağıda). Yerküreyi ele alışta taptaze bir yaklaşım niteliği taşıyan bu yanı, Lehmann'ın çalışmasını diğerlerinden ayırıyordu. Yaptığı çizimde görüleceği gibi, çoğunu yöre madencilerinin verdiği isimlerle andığı otuz ayrı kaya tabakası belirlemiş ve işlemişti.[16] Bunlardan bazılarının, madencilerin dağarından yerbilim yazınına geçişi bu yolla olmuştur: Örneğin, *Zechstein* ya da 'ocak-taşı'... (İngiliz yerbilimindeki, magnezya içeriği zengin kireçtaşına denk düşüyor.) Her kaya birimi tek tek isimlendirilip, kimi zaman ilginç biçimde betimlenmişti. Örneğin, ikinci birim kötü kokulu toprak diye adlandırılmıştı: Sürtülünce kedi sidiği kokusu veren bir tür tebeşirimsi kireçtaşıydı bu. On sekizinci birimin alt yüzeyinden 'taban' olarak sözedilmesi ilginç; on dokuzuncu birimle arasındaki sınır çok bozuk olarak gösterilmiş. On sekizinci birim bizim bugün 'Yeni Kırmızı Kumtaşı=Alacalı Kumtaşı' (Triyas)[17] diye adlandırdığımız birim olduğuna göre, Lehman'ın düzensiz

sınırı bugünkü Mezozoik ile Paleozoik arasındaki sınıra karşılık geliyor olmalı. Demek oluyor ki, Lehmann bu önemli tabakabilimsel sınırı, önceden belli belirsiz göstermişti çiziminde.

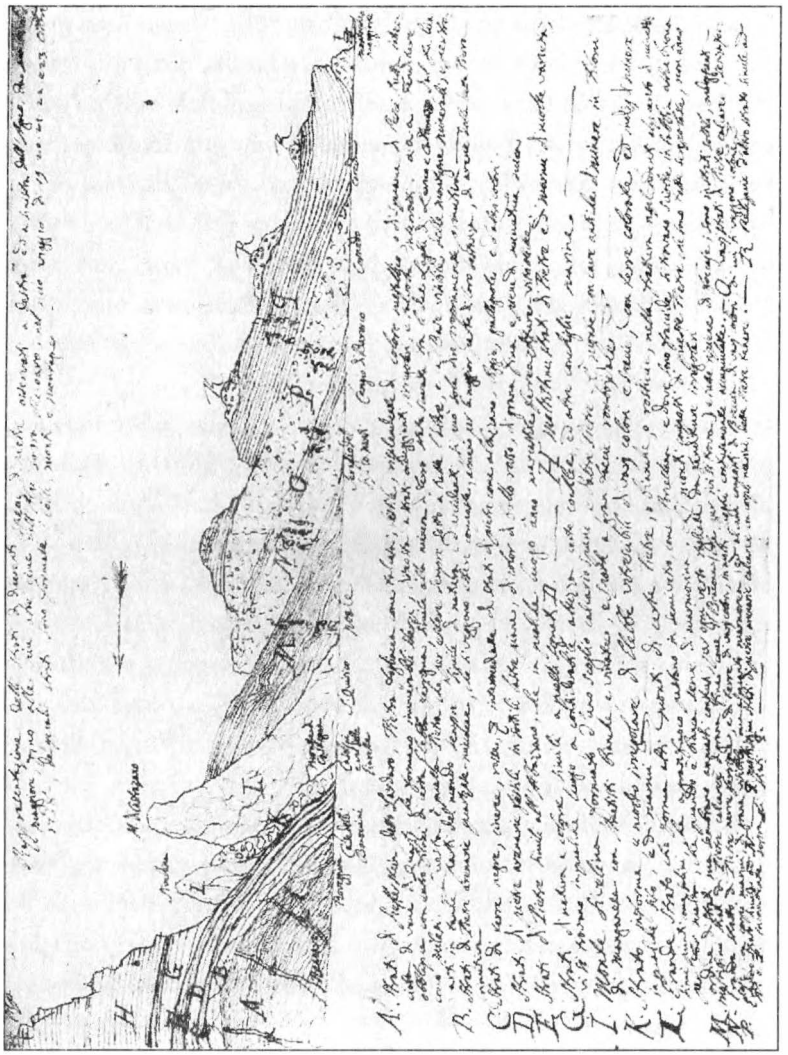
Lehmann'ın çalışması, tabaka ardışımını yerkürenin oluşum sürecinde zaman belirteci olarak kullanma düşüncesinden izler taşıyordu hiç kuşkusuz ve bu anlayışı bir kesit aracılığıyla ortaya koymuş olması önemli bir ilerlemeydi. Kesitler, bekleneceği gibi daha önce sözünü ettiğimiz Steno'nunkilerden çok daha az soyut idi. Gerçekten de, Lehmann (1759: 304) kendisini açık açık yerküre *tarihçisi* olarak adlandırmıştı ve bildiğim kadarıyla Batı dünyası açısından doğru olan bir anlatımla, kendisinden önce hiç kimsenin tabakalı dağları bu biçimde ele almadığını savlamıştı. Fosillere değil de taş oluşumundaki ayrımlara dayandırdığı ve Almanya temelinde aydınlığa kavuşturduğu tabaka ardışımının, evrensel uygulanabilirliği olduğunu düşünüyordu. Bu uygulamanın yerbilim araştırmalarında geçerli genel bir izlence sunmak gibi üstün bir yanı vardı: Ardışım, yeryuvarlağının başka bölgelerinde sınanabilirdi. Öte yandan tabakaların, benzersiz ve yaygın bir olaylar dizisi sonucunda dünya çapında üst üste yerleştiğini varsayarak Lehmann, yerbilimin benimsediği tarih araştırması yöntemiyle ulaşılmamış bir genelleme ortaya koymuş oluyordu. Yerküre tarihçisinin, dünyanın değişik yerlerindeki ardışımları açıklığa kavuşturmak ve bunları birbirine 'bağlamaya' çalışmak zorunluğu vardır. Ayrıca, yerbilimciler (bizim bugün anladığımız etkinlikleriyle) kayaların hangi koşullar altında oluştuğunu, görünüşlerinden ve içeriklerinden yola çıkarak öngörmeye çalışırlar. Lehmann'ın yaptıklarının bununla uzaktan yakından bir ilgisi olduğu söylenemez. Yeryuvarlığının tarihini ortaya koyan bir yerbilimciyse, bu tarih bilgisini tabakalardan sağlar; belki biraz da genel fizik kuramı ya da kuramlarından yararlanır; yoksa, dinsel bir metinde betimlenen doğaüstü bir olaylar ardışımından değil... Lehmann'ın 'tarihi', dizilim düşüncesi içerse ve tabaka gözlemlerine dayansa da, yalnızca bir yanıyla tarihsel nitelikteydi ve tarihsel yerbilimin gelişkin bir örneği değildi.

Bununla birlikte, Lehmann'ınkine benzer çalışmaların daha da geliştirilmesi çok sürmedi. Thuringia bölgesinde çalışan bir başka kişi daha vardı; Schwarzburg-Rudolfstadt prenslerinin sarayında hekimlik yapan Georg Christian Füchsel (1722-73), iki önemli yerbilim yapıtı yayımladı (Füchsel, 1761a, b, 1773). Bunlardan birincisi, *'Historia terrae et maris'* ve *'Eiusdem usus historia suae terrae et maris'* başlıklı iki bölümden oluşuyordu. Bu kitabın önemi, (Guettard'ın mineralbilim haritalarıyla karşılaştırıldığında) ilk kez yerbilimsel kabul edilebilecek haritalar sunmuş olmasından geliyor. Çalışmalarına gönderme yaptığı Lehmann gibi Füchsel de Thuringia bölgesinde belirli bir tabaka ardışımının varlığını ayırt etti; ama öncelinin ortaya koyduğundan daha çok ara bölüm saptadı. Her bir tabaka kendisine özgü belirli fosillerle ilişkilendirilmiş olsa da, aslında tabakaları birbirinden ayırmada tabakanın rengi, taşın dokusu ve bileşimi gibi fiziksel özelliklerden yararlanılmıştı.

Füchsel'in yaptığı Thuringia haritası (Çizim 3.5) Jena'nın güneybatısındaki bölgenin bir tür 'derinlikli resmi' idi. Bölgede başveren tabakaların sınırları, bu topografya haritasını andıran resim üzerinde kabaca çizilmişti. Başka bir çizimde (Çizim 3.6) kesitler ve planlar bir araya getirilmişti.[18] Buraya alınmayan bir diğer çizimde Füchsel eğimli tabakaların, değişik yüzey topografyasına göre nasıl değişik biçimde başvereceğini -yerbilimsel harita yapımının tam özünü- gösteriyordu.[19] Gerçekten de, yerbilimsel harita yapımının temel ilkelerini Füchsel'in çalışmalarında bulmak olası.

Bununla birlikte, yaptığı haritalarda Füchsel'in tabakaları sayılarla ya da harflerle adlandırması, anlamada kolaylık sağlamıyordu, ve ancak on dokuzuncu yüzyıl başlarında renklerin bu amaçla yaygın olarak kullanılmasından sonradır ki, yerbilim haritalarının yerküre tarihini anlamada sunduğu olanaklar ortaya çıktı. Nedeni ne olursa olsun, Füchsel'in önemsiz bir dergide Latince yayımlanan çalışmaları o sıralar yeterince ilgi görmedi; oysa, unutmamak gerekir ki, Abraham Werner'in sonradan us-

taca topluma maledeceği tabakalanma ilkeleri ve terimleri ilkin Füchsel'in (birazı da Lehmann'ın) çalışmalarında yer almıştı. Her üçü de Alman madencilerinin birikiminden beslenmişti: *Muschelkalch* (Kavkılı Kireçtaşı) ve (daha sonra tümden başkalaşarak Yaşlı Kırmızı Kumtaşı adını alacak olan, bkz. s. 181)



Çizim 3.7 Giovanni Arduino'nun elinden çıkmış bu kabataslak yerbilimsel kesit Vicenza yakınında Agno Vadisi'ni gösteriyor. *(Carteggio 'Arduino', busta IV, Fascicolo 'Schizzi topografici')* (Verona Halk Kitaplığı'nın izniyle yayımlanmıştır.)

rothe tode Lager gibi terimlerin, yerbilimcilerin gündelik sözcük dağarına girişi bu yolla oldu. Füchsel ile Werner arasındaki köprüyü sağlayan kişi, Füchsel'i incelediği çalışmasıyla J. S. Schröter (1775) olmuş olabilir. Füchsel'in çalışmalarını, ölümünden çok sonra, hakkını tam vererek değerlendiren Christian Keferstein (1830) Werner'in düşüncelerini Füchsel'den aldığını -hem de mantığını yeterince kavrayamadan aldığı görüşünü- belirtti.

Stratum (yatak ya da tabaka), *situs* (yatak ya da tabaka), *positus* (konum) ve *series montana* (sıradağ ya da oluşuk=formasyon) Füchsel'in kullandığı terimlerdi. *Situs* kavramını *stratum* kavramından ayıran, belli bir tabaka dizisi içinde belirli komşularla yanyanalığı çağrıştırmasıydı. Bir dağ, bir başka dağla aynı tabakalanma katında ya da *situs*'u içinde yer alabilir; ama yine de, ayrı bir coğrafi yerde (positus) bulunabilirdi. Şunu vurguluyordu: Tabakalar bir sıvı içinde çökelmişti ve başlangıçta yumuşakken sonradan sertleşmişti (Füchsel, 1761a: 97); ama, sıralanmaları yalnızca (örneğin Woodward'ın sandığı gibi) özgül ağırlıklarına göre olmamıştı. Tersine, (Steno'nun yazılarından dolaylı olarak anlaşıldığı gibi) birikme birimleri, zaman içinde oluşum sırasına göre dizilmişti.

Genel tabakalanma ilkelerini ve terimlerini saptayan Füchsel, Thuringia'nın geçirdiği tabakalanma olayları bilmecesini çözmeye koyuldu: 'Daha önceki gözlemleri hem birbiriyle ve hem de başka gözlemlerle bütünleyerek onlardan olaylara ya da bir tarih bilgisine ulaşmak olanağı vardır' (*a.g.y.*: 81). Ayrıca, belirli bir dönemi, o dönemde ortaya çıkmış tabakaların adıyla anmak kolaylık sağlar.

Füchsel tabakaların oluşması için gerekli olan tortulanma koşullarını araştırdı; örneğin, derelerin belirli yönlerde, belirli zamanlarda taşıdığı kırıntıları, ya da kara fırtınalarının belirli dönemlerde okyanuslarda yol açtığı birikmeleri inceledi. Deniz ilerlemeleri ve gerilemelerinin yeryuvarlağının 'silkinişlerinden' ileri geldiğini; sarsıntılara, yavaş yavaş biriken tortulların yol

açmış olabileceğini öne sürdü. Zaman ölçeğinin boyutu yüzlerce bin yıl dolaylarından öteye geçememişti ve kendi yerbilimsel bulgularını, Tevrat'ta anlatılan yerküre tarihiyle bağdaştırma girişiminde bulunmuştu; ama, çalışmaları, yukarıda ileri sürdüğüm görüşlerin ışığında, Lehmann'ınkinden kesinlikle daha çok tarihsel olma özelliği taşıyordu.

Şimdi İtalya'ya dönerek, Antonio-Lazzaro Moro'nun (1687-1764) biraz daha erkene rastlayan çalışmalarından söz edelim. Moro uzun yıllar Padua yakınında Feltre katolik yüksek okulunda Konuşma Sanatı ve Felsefe Profesörü olarak ve ardından Venedik'in doğusunda, Friuli'de Portogruaro Katedrali koro yöneticisi olarak görev yaptı. Akdeniz'de zaman zaman ortaya çıktığı söylenen yeni adaların öyküleriyle yakından ilgileniyordu. Bu da onun, yerküre tarihini çok sıkı bir 'Magmacı=magma etkinliklerine ağırlık veren' yaklaşımla ele almasına yol açtı. Yerkürenin derinliklerinin çok yüksek sıcaklıkta olduğunu ve yeraltındaki bu sıcaklıktan kaynaklanan basıncın, zaman zaman, karayı alttan iterek yeni adalar ve hatta sıradağlar oluşturduğunu düşünüyordu. Dağlar yanardağ (Birincil) nitelikli olabileceği gibi, tabakalanmış da (İkincil) olabiliyordu. Ege Denizi'nin tabanından gelen itmeyle yükselmiş bazı kayaların, (Moro'nun kitabının başlık sayfasının karşısındaki sayfada resimlendiği üzere) silme istiridyeyle örtülü olduğuna ve daha sonra bu kayaların yanardağ külü ile kaplandığına parmak bastı. Moro, sıradağların yukarılarında görülen deniz kabuklarının varlığını böylece açıklamış oluyordu.

Moro'nun kuramı Kutsal Kitap'taki Yaratılış öyküsüyle ters düşmeyecek biçimde, özel olarak öne sürülmüştü. Çizdiği varsayımsal yeryuvarlağı kesitlerinde, Moro, yanardağ etkinlikleri sırasında dışarı püsküren malzemenin geldiği büyük yeraltı boşluklarına yer vermişti. Bu çizimler kurgusaldı ve daha erken dönem kuramcılarından Kircher ile Descartes'ın etkisini akla getiriyordu. Ama bir çizim var ki orada, ilerde adına uymazlık denecek yapılara benzer yapılar içeren kıvrımlı tabakalar görül-

mekteydi (bkz. s. 145); ve her ne kadar dikey ölçek çokça abartılı olsa ve bu tür yapıların kuramsal önemi ayrımsanmamışsa da, bunların doğrudan gözleme dayalı olduğu anlaşılıyor. 'Ateş dolu' yerküre kuramının savunucularından olan Moro (1740: 427) bütün tortulların yanardağların püskürdüğü (bizim adına kül ve katı parçacıklar, ya da 'tüf' dediğimiz) malzemeden kaynaklandığını sanıyordu. Bunlar fiziko-teolojik nitelikte kurgusal düşünceler gibi gelebilir; gerçekte de bundan öte birşey değildi. Ama daha aşağıdaki tabakaların 'her mevsime özgü bitki kalıntıları ve meyveler' içerdiğini gözden kaçırmamıştı (*a.g.y.*: 431); ve bu tür olayların yenileneceğine, kendi uygarlığımızın günün birinde yeni tabakaların altında kalacağına, kalıntılarımıza ulaşabilmek için gelecekteki insanların yeri kazacağına inanıyordu. Moro'nun tüm kuramını İtalya ve Ege'nin doğal çevresine göre biçimlendirdiği anlaşılıyor; Magmacıların (iç püskürük savunucularının) öncülerinden ve etkililerinden biri olarak, yerküre üstüne düşünceler tarihinde önemli yeri var. Kurguladığı 'tarih' ne denli yerbilimsel ise, bir o denli de Kutsal Kitap'a bağlıydı; ama, gözlem yanı ağır basıyordu.

Moro'nun yurttaşı, Toscana'nın Vincente ili Maden Ocakları Müdürü, sonradan Padova'da Mineralbilim Profesörü olacak Giovanni Arduino (1735-95) bizim amacımız bakımından Moro'dan daha çok önem taşımakta. Metalurji uzmanı, maden mühendisi ve topograf olması, uğraştığı konular nedeniyle, kuzey İtalya'nın yeryüzü biçimlerini, kayalarını, minerallerini, tabakalarını, dağlarını ve maden ocaklarını yakından tanımasını gerektiriyordu ve Verona Kitaplığı'nda saklanmakta olan çizim denemeleri, yerbilimsel kesitler ve ocak planlarının açıkça kanıtladığı gibi bol bol arazide çalışmıştı. Ayrıca, Vaccari (1993) tarafından belgelendiği gibi, Arduino mineralbilim dalında yazılmış kitapları toplamış, bu kitaplardaki çok sayıda sınıflandırma dizgesini incelemişti.[20]

Arduino'nun 1758 yılı Ekimi'nde Agno Vadisi boyunca, Montecchio Maggiore'den başlayıp, Vicenza'nın kuzey batısın-

da Recoaro'dan yukarıda yüksek Alp doruklarına doğru yaptığı bir yolculuk var ki, o yolculuğun belgeleri özellikle ilginç. Bu yolculuğun ardından, Arduino Çizim 3.7'de görülen olağanüstü bir yerbilimsel kesit ortaya koydu.[21,22]

On dokuzuncu yüzyılda, bir vadi tabanında yürümekle kolaycacık elde edilebilen böylesi kesitler kimi zaman ciddi yerbilimsel yanlışlıklara yol açarken, Arduino'nun taslak çizimi, bana göre, on sekizinci yüzyıl için, tabakaları incelemede değerli, yeni bir gözlemci yaklaşımın belirtisiydi. Sonuçları dünyaya iki mektupla açıklandı (Arduino, 1760); ama, Çizim 3.7'deki yerbilimsel kesit mektupların ekinde yer almadı. Bu mektupların ikincisinde (*a.g.y.*: 158), Arduino yerkürenin kabuğunu 'dört genel ve birbirini izleyen bölüğe' ayırmayı önerdi: Birinci, İkinci, Üçüncü ve Dördüncü... Bu sınıflandırmanın, tabakabilimsel dikme kesit üzerinde bıraktığı izler bugün bile sürmekte.

En başta meydana geldiği söylenen Birinci bölük, temeli oluşturuyordu. Bu temel, şistler *(roccia primigenia)* ile mineral içeren kristal yapılı kayaları *(vetrescibili)*, kumtaşlarını ve konglomeraları (*monti primari*) içeriyordu. Günümüzde Paleozoik kümesi adı altında sınıflandırılan bu kayalar, Arduino'ya fosil içermezmiş gibi görünüyordu. 3.7 no'lu çizimde A, B, ve C olarak adlandırılan birimlere karşılık geliyorlar. Çizimde M'den Z'ye dek gösterilen İkinci bölük (*monti secondari)*, mermerlerden ve fosilli kireçtaşlarından oluşuyordu ve yaklaşık bizim Mezozoik dediğimiz kümeye karşılık geliyor.[23] Resimde N'den R'ye dek gösterilen Tersiyer Dağları *(monti terziari)* çakıl, kil, fosilli kumlar ve bir miktar yanardağ püskürüğü malzemeden oluşuyordu. Bunlar, bizim de bugün hâlâ Tersiyer (/Üçüncü) olarak sınıflandırdığımız tabakalara karşılık geliyor. Dördüncü birim, birikinti ovalarından *(pianure)* oluşuyordu. Vaccari (1993) 3.7 no'lu çizimde, Arduino'nun paleontolojik ölçütlere (fosillere) dayanarak değil de, tabakanın rengi, taşın dokusu ve bileşimi gibi (litolojik) fiziksel ölçütlere dayanarak belirlediği çeşitli bölümlerin İtalya'nın bu bölgesinde bugün

kullanılan bölümlere olağanüstü yakın düştüğünü göstermiş bulunuyor.

Arduino, İtalya'nın kuzeyinde Paleozoik'den (birinci zaman) Mezozoik'e (ikinci zaman) geçişteki sınır çizgisinin günümüzde anlaşıldığı biçimiyle, çok ayrıntılı bir betimlemesini yaptı.[24] Ayrıca, tabakabilimsel dikme kesitin üst bölümlerindeki fosillerin, bugün yaşayan yaratıklara, altlarda ve daha yaşlı kayalarda rastlananlardan daha çok benzediğinin ayırdına vardı. Arduino, yalnız bunu değil, daha çok Prévost ve Lyell'in adıyla anılan ('geçmişin gizini çözecek anahtar bugün işlemekte olan süreçlerde saklıdır') tekdüzenlilik ilkesini gerçekte açıklamış olan kişidir (Stegagno, 1929: 24)[25]. Öte yandan, Arduino yerkürenin başına gelmiş büyük 'afetler ve değişmeler'den de söz etmiştir (*a.g.y.*: 29). Bundan dolayı, Arduino'nun tekdüzenlilikçi yaklaşımı, 'duraylı gidişat' (İng.: 'steady-statism') düşüncesini yansıtmaktan çok bir yöntem niteliği taşımaktaydı. Yaşamının, Venedik'e taşındığı ve daha az alan çalışması yaptığı sonraki bölümünde, yerkürenin geçmişinde dört 'zaman' olduğu düşüncesini geliştirmeye başladı. Ama bu konudaki düşünceleri, yayımlanamadan kaldı.

Arduino, Agno Vadisi boyunca uzanan bölgenin (yayımlanmamış) bir kabataslak çizimi dışında yerbilimsel harita üretmedi. Vaccari o taslak çizimin, kavramsal bakımdan Çizim 3.7'deki kesitle benzerlik taşıdığını gösterdi. Ama, yerküre tarihi bağlamında düşünüldüğünde, Arduino'nun kesitleri büyük olasılıkla daha çok kısa erimli yararlara dönüktü; ve belirttiğimiz gibi onun dörtlü tabaka düzenlemesi, önemi ve etkisinden yitirmeksizin kalıcı olmuştur.

Çağcıl yerbilimin temellerini atmış olan on sekizinci yüzyıl yazarlarından bazılarını -'son biçimi budur' denebilecek bir çerçeve ortaya koymaksızın- kaba çizgileriyle tanıtmayı sürdürürsek, yiğit Alman gezgini Peter Simon Pallas'ın (1741-1811) yapıtlarını ele almalıyız: Sen Petersburg Kraliyet Akademisi'nde doğa tarihi dersleri verdi ve İmparatoriçe II. Katerina adına, Sibirya içlerine doğru uzun süren araştırma gezilerine önderlik

etti; geziler sırasında Uralları ve Altay Dağları'nı inceledi (1768-74).

Pallas'a göre (1777-8), bütün büyük dağ dizgelerinin çekirdeğinde granite rastlanmaktadır. Çevresi, hemen her zaman, granite yanaşık, dike yakın eğiklikte fosilsiz yaprak kayalarla, serpantinlerle ve porfirlerle sarılı bulunmaktadır. Ardından, genellikle daha az eğik, ince killi yaprak kayalar, marnlar ve fosilli, kalın kireçtaşı tabakaları gelmektedir. Çukur bölgeler çoğunlukla, fosil içeriği zengin, bitki fosillerinin sık görüldüğü kumtaşları, marn ve killerden oluşmaktadır. Buna göre Pallas, üç ana dağ türü ya da tabaka türü öngörüyordu: İlkel,[26] İkincil ve Üçüncül tabakalar... İkincil ve Üçüncül dağların 'Doğa belgeliği' görevi yaptığını söyledi; öyle ki, 'bizim gözünü dört açmış yüzyılımızın eline ulaşmış ve araştırılmayı, açıklanmayı, gün ışığına çıkarılmayı bekleyen bu belgeler, geçmişin en uzak kayıt ve anılarından daha da öncelere' gitmekteydi. (Pallas, 1778: 46).

Pallas'ın bir anlamda, belirgin tarih boyutu içeren bir yerküre kuramı önerdiğini, yapıtlarını yakınlarda yeniden değerlendiren A. V. ve M. Carozzi (1991) ortaya koymuş bulunuyor. Bu iki yazar, Pallas'ın yapıtlarını, kimi yorumcularının yaptığı gibi eksik olan Fransızcasından çevirmek yerine, özgün Almancasından çevirmiş olmanın yanında, Ural Dağları bölgesi için hazırladığı 'mineraloji' haritasını dikkatlice incelemişler ve bölgeye ilişkin bugünkü yerbilim bilgileri ile karşılaştırmışlardır. Bundan başka, Urallardaki zaman ardışımını gösteren bir dizi kesit yardımıyla Pallas'ın kuramını çarpıcı biçimde yeniden sergilemişlerdir. Bu çalışma sayesinde, Pallas'ın gerçekten nasıl hem Uralların gelişim tarihini ortaya koymayı, hem de mineralce zengin Sverdlovsk bölgesi topraklarından derlenen tanıtları nedenleriyle açıklamayı amaçlayan bir kuram önerdiği görülüyor.

Pallas'ın öne sürdüğüne göre, başlangıçta, bir kökel okyanus içinde ada gibi uzanan, uzun bir granit sırt vardı. Günlenme ve aşınmaya uğrayan adanın yüzeyinden kırıntılar yıkanıp taşınarak, çevreleyen denizlerde çökeldiler: Batıdaki tortulanma daha

kumlu, doğudaki tortulanma daha killi oldu. Sonra, parlayıcı organik ve demirli malzemeler granit sırtı bastı ve tortulların içine işleyerek zaman içinde yanardağlara malzeme sağlayacak olan, piritli yanıcı yatakları oluşturdu. Bu yanıcı malzeme, tortulları yukarı doğru kabartarak onları şist türünden malzemeye dönüştürdü ve metal yataklarının şıringalanmasına yol açtı. Sürüp giden tortulanma arasında, bu kez her yeri kaplayan kütlesel kireçtaşı yığılmaları da oldu. İkinci kez bir dizi yanardağın püskürmesiyle, yanıcı volkanik malzeme yığılma süreci yinelendi. Bazı kireçtaşları eğim alarak dimdik duruma geldi ve mermere dönüştü. Batı yanında, üçüncü kez meydana gelen bir dizi yanardağ etkinliği sırasında, tortul kayaların tümü deniz düzeyinin üstüne yükseldi. Ural Sıradağları'nın iki yanındaki bakışımsızlık bundan doğdu. Daha sonra doğudan, beraberinde kaba çakıl ve benzer malzemeyle birlikte gergedan ve mamut gibi hayvanların artıklarını getiren bir büyük su baskınıyla, bölgenin yerbilim tarihi tamamlanmış oldu.

Yerkürenin geçmişine ilişkin bu tür şematik anlatımların tarih olarak yorumlanıp yorumlanmayacağı ilginç ve önemli bir soru. Pallas'ın şeması kuşkusuz kurgusaldı. Ama, çok geniş bir alan araştırmasına ve bir tür ilkel harita çalışmasına dayanıyordu. Ve her değişik alanın (on dokuzuncu yüzyıl yerbilim haritalarındaki renk kullanımı gibi) uygun bir 'gösteren' ile belirtilmesi yerine, tıpkı Guettard'ın haritasında olduğu gibi, yalnızca mineraller ve benzer şeylerin bulunduğu noktalar belirtilmekle yetinilmiş bile olsa, Carozziler Pallas'ın haritasına işlenmiş gözlemsel verilerin çağcıl haritalardaki verilerden aşağı kalmadığına tanık olmuşlardır. Harita, ileride V. Bölüm'de ele alacağımız, on dokuzuncu yüzyıl harita yapımcılarının yapıtlarına hiç benzemiyordu kuşkusuz. On dokuzuncu yüzyıl harita yapımcıları tabakaların sınırlarını, renk, doku, bileşim gibi fiziksel (litolojik) taş-tabaka özelliklerine ve diğerlerinden ayırıcı fosil içeriğine dayanarak belirleme çabasındaydı. Daha sonraki harita yapımcıları, sanki her bir birikme birimi belgelikte bir sayfaymış

gibi, tarihi birim üstüne birim koyarak inşa etmek peşindeydiler. Böylesi bir çalışma, işe kuramı çok fazla karıştırmadan sonuç alıcı biçimde yürütülebilirdi; ortaya çıkan harita ve kesitler, yerkürenin tarihine ilişkin araştırmaların sonuçlarını sunuşta tercih edilen araçlardı. Bundan dolayıdır ki, daha önceki bir incelememde, yerküreye ilişkin on sekizinci yüzyıl kuramları ile on dokuzuncu yüzyıl tarihsel yerbilim çalışmalarını, birbirinden kesin olarak ayırma önerisinde bulunmuştum (Oldroyd, 1979).

Öyle sanıyorum ki, bu türlü bir ayırım hâlâ yararlılığını korumakta; ama, Pallas'ın yapıtlarını yakından inceleyen Carozzilerin açıkça gösterdiği gibi, yerküreye ilişkin on sekizinci yüzyıl ve on dokuzuncu yüzyıl araştırmalarını birbirinden ayırmada evrensel bir ayraç görevi yapamaz. Pallas'ın, bölge tarihini aşama aşama inandırıcı bir biçimde anlatmaya çalışırken yaptığı -her ne kadar mineralbilim kanıtlarına ve inanması zor bir yanardağ etkinliğine dayandırmış olsa bile- Ural bölgesinin tarihini toparlamaktı.

Yerkabuğu kayalarını üç türe ayırma yönünde bir başka gelişimi de İsveç'te buluyoruz. Bu konuda yazan kişi, adını daha önce mineral çözümleme alanındaki çalışmaları ile ilişkili olarak andığımız Torbern Bergman'dı (1766). Pallas'ın, düşüncelerini geliştirdiği sırada Bergman'ın yazılarından haberli olması ve o yazıları temel almış olma olasılığı yüksek.[27] Bergman dört belli başlı kaya sınıfı ya da kaya tabakasından söz ediyordu: *Urâldrige, Flolägriga, Hopvräkte ve Vulkaner*. Bunlardan birincisi, yerkürenin oluşumundan kısa bir süre sonra oluştuğu varsayılan ilkel kayalardı: Bunlar çoğunlukla damarlar içeriyorlardı ve fosil taşımıyorlardı. İkinci sınıfa, tabakalı kayalar giriyordu; kireçtaşları, killer, kömür, kumtaşları vb. Üçüncü sınıf kayalar günümüzde birikinti ovası dediğimiz türden birikmelerdi; ve dördüncü sınıf da yanardağlardı. Bergman, Lehmann'ın yazdıkları da içinde olmak üzere, kendinden önce yazılanların çoğundan haberliydi. (Lehmann'ın Thuringia'da belirlediği tabakalı kaya bölümlemelerini İsveç'te uygulamaya çalıştı.) Ama,

Arduino'nun İtalya'daki çalışmalarından haberi yokmuş gibi görünüyor. Bergman, yalnız Pallas'ı etkilemiş olmakla kalmadı; 'yerbilim anlayışı'nı gelecek bölümde ele alacağımız Abraham Gottlob Werner'i de etkiledi.

Öyleyse, on sekizinci yüzyılın ikinci yarısında Avrupa'nın birkaç yerinde yürütülmekte olan çalışmalarda neler görmekteyiz? Arazide yerbilimsel harita yapımı; kesit çıkarma yeni yeni başlamaktadır, tabakabilimsel dikme kesitin (zaman-taş) bölümlerinin saptanmasına doğru ilk adımlar atılmaktadır. Yerküre artık başlı başına bir inceleme nesnesi olarak ele alınmaktadır, evrenbilimin bir dalı olarak değil... Kutsal Kitap'a uygunluk kaygıları tümden yok olmuş değil; ama, kolaylık sağlamak bakımından geriye itilmiş durumdadır. Araştırma konuları gözleme dayalıdır ve bir tarihsel yaklaşımın (zaman-taş yaklaşımının) ipuçlarını vermektedir. Yüksek kuramın yeri, her zaman ön sıralarda değildir; tabakaların tarihi bilmecesini çözmeye yönelmiş, gözleme, kılı kırk yaran incelemeye dayalı bir araştırma izlencesi bulabiliriz karşımızda. Ama gözlemci, uygulamalı araştırmayı kışkırtsın diye kurama da gereksinim duyulmaktaydı; yoksa, gözlemci araştırma, tümüyle yörel ve madenci yaklaşımlı olmanın ötesine geçemezdi. Ayrıca, tek tek bireylerin gözlemleri ve ileri sürdükleri kuramlar arasında eşgüdümü sağlayacak kurumları geliştirmeye de gereksinim vardı.

On sekizinci yüzyılın sonuna gelindiğinde, minerallerin yerkürenin karnında yetiştiği yolundaki eski düşünceyle birlikte on yedinci yüzyılın kolaycılığa kaçan 'mekanik' kuramları da, öğrenim görmüş kişilerin gözünde yaşamını tamamlamış sayılıyordu. On dokuzuncu yüzyılda, bunların yerine başka düşünceler geliştirildi; ama geliştirilen düşünceler, görkemli fizikötesi öğretiler yerine yeni kimya ve fizik bilgilerine dayanıyordu. On dokuzuncu yüzyılın başıyla birlikte, yerkürenin karnından değil de açık havada yapılmış araştırmalardan, tarihsel yerbilim adında, ince ayrıntılı bir bilim dalı doğdu. Bu tür çalışmalar, belirli iktisadi önem taşıyan alanların çok ötesine yayılmıştı; çün-

kü yerbilimin kurucuları, harita yapımı yoluyla, yerkürenin kabuğunu oluşturan kayaları bir toplu resim içinde yerli yerine oturtmak amacını güdüyorlardı. Öte yanda madencilik sanayiinin de önemli katkısı oldu; çünkü, maden işçileri ve maden mühendislerini yetiştirmek üzere yeni kurumlar kuruluyordu ve bu kurumlardaki öğretmenler yüzde yüz 'iş bitirmeye dönük' kaygıları aşan düşünceler geliştirmeye gönüllüydüler. Böylece, hem arazideki ve hem de maden ocaklarındaki çalışmalardan ilgi çekici ve önemli, yeni düşünceler doğdu.

Bu bölümde ele aldığımız kişilere bakarak, Arduino ve Lehmann'ın yeni doğan yerbilim dalına madencilik sanayiinden katkı sağladıklarını düşünebiliriz. Bergman daha çok bir kimyacı ve mineralbilimciydi. Pallas az bilinen topraklarda buluş peşinde bir gezgindi. Füchsel'e soylu kökenden gelme bir bilim adamı diyebiliriz. On dokuzuncu yüzyılda yerküreye ilişkin 'yer-tarihi' düşüncesi ve bilim dalı olarak yerbilim böylesine birbirinden apayrı etkinliklerin bireşiminden doğdu. Almanya'da madencilik sanayii, on sekizinci yüzyılın sonuna gelindiğinde zaten kurumlaşmıştı. Yerbilim alanının kurumlaşması biraz daha sonra oldu.

IV. Bölüm

Sıcaklık, Ateş ve Su Üstüne Düşünceler

Önceki bölümde, on sekizinci yüzyılda yerküre konusunda yapılmış bazı uygulamalı çalışmalara eğildik: Bunlar arasında, madencilik alanındaki çalışmalar, kimyasal çözümlemede atılmış ilk adımlar, ilk arazi çalışmaları, harita ve kesit çıkarımı konuları başta geliyordu. Ama, 'yerküre üstüne düşünürken' yalnız uygulamalı konularla değil, kuram ile de ilgilenmek zorundayız; çünkü, bütün bilim dallarının ortaya çıkışında kuram ve uygulama birbirinden bağımsız değil, el ele yürümüştür. Daha önce belirtildiği gibi, yerkürenin kökeni üstüne (Becher'inki türünde) kurgusal görüşler, yerbilim dalının kurulması çabalarını pek ileri götürmedi; ama unutmamak gerek ki, kimya dalının kurulmasının yolunu açan Becher'in çalışmalarıydı. Yerbilim dalı açısından düşünüldüğünde, yerkürede değişime yol açan iki belli başlı etkene, -su

ve ateşe- ilişkin iki büyük (ve kimi zaman birbirine karşıt) kuram on sekizinci yüzyıl boyunca, dahası on dokuzuncu yüzyıl ortalarına dek, enine boyuna tartışıldı. On sekizinci yüzyılın sonunda yerbilimin bir bilim dalı olarak doğuşunda başlıca kuram kaynağı, ateş ile su etkenlerinden hangisinin daha önemli olduğu konusundaki tartışmalardı. Bu bölümde ele alacağımız kuramcılar (kimi durumlarda) doğrusu çokça arazi çalışması da yapmış olan kişilerdi; ama, onlara ün sağlayan genelde harita yapımı çalışmaları değildi. Öyleyse bu bölümün konusu, on sekizinci yüzyılın, yerküreye ilişkin daha göz alıcı düşünceleri oluyor; çoğu kez öylesine abartılı ki, 'gerçek anlamda' yerbilimin kurulduğu on dokuzuncu yüzyılda zaman zaman şiddetle karşı çıkıldı bu düşüncelere.

Açıkçası ateş de, su da yerküreyi değiştiren inandırıcı etkenlerdendi ve kişinin her iki etkeni de içine alan bir yerküre görüşü geliştirememesi için ilke olarak bir neden yoktu. Suyun yağmur kılığında, sonra ırmaklarda, okyanuslarda ve sellerle yaptıkları, hem gündelik gözlemlerle, hem de kutsal metinler ve söylencelerle açıkça kanıtlanmış gibi görünüyordu. Yanardağların gücü, yerkürenin içini de, dışını da değişime uğratan bir büyük kuvvet olarak ikinci gözönü aday idi. Akdeniz bölgesinde oturanların en yakından tanık olduğu bu güç, masal ve söylencelerle de pekiştirilmişti. Bunları söylemiş olmakla iş bitmiyordu. İki etkenden -ateş ve sudan- hangisine öncelik verilmesi gerektiği, alabildiğine geniş bir tartışma konusuydu.[1] Acaba, eşit ağırlık mı tanınmalıydı?

Yerkürenin kökenini başlıca 'ateş'e bağlayan; ama aynı zamanda suya da önemli bir görev veren kurama bir örnek olmak üzere, önce büyük Alman bilgini Gottfried Wilhelm Leibniz'in (1646-1716) biraz tuhaf olan çalışmalarından söz edebiliriz. Leibniz'in kuramı ilkin on yedinci yüzyılda geliştirildi ve ilk yazıya dökülüşü, oldukça garip nedenlerden dolayı, yalnızca üç yüz altmış sözcükten oluşan bir özet biçimindeydi (Leibniz, 1693; Oldroyd ve Howes, 1978). Özet daha sonra geniş kapsamlı bir

kitaba dönüştürülerek, yazarının ölümünden sonra *Protogaea* adıyla Latince yayımlandı (Leibniz, 1749).[2] Sonunda yayımlandığı tarihe dek geçen sürede, el yazması metin epeyi elden ele dolaşmış olsa bile, yankıları oldukça geç duyuldu.

Sayısız görev arasında ve birçok ilgi alanı yanı sıra, Leibniz Brunswick Hanedanı'nın tarih yazarlığı görevini de yürütüyordu ve bu kapsamda olmak üzere, küçük dükalığın kimi toprak taleplerine temel oluşturur yönde tarih yazmaya çalışmakla görevlendirilmişti. Görevinin hakkını vermek isterken, Leibniz sonunda yerkürenin tümünün kökenini ele almaya yöneldi.[3]

Leibniz'in ortaya attığı yerkürenin kökeni kuramı, temelde Kartezyen nitelikteydi. Descartes'ın burgaç kuramında olduğu gibi, Leibniz de yerkürenin bir yıldız olarak doğduğunu ve yüzeyinin cüruflaşmaya bağlı kara lekelerle tanınmaz duruma geldiğini sanıyordu (Kimyasal fırınlar üzerinde yaptığı gözlemlerden dünyanın tümü için sonuç çıkarmıştı.). Özgün yüzeyi camsı nitelikte olmuş olsa gerekti; ama bu malzeme, tıpkı kavrulmuş kireçtaşı gibi su çekiyordu.[4] Karaların sulardan ayrılması, Kutsal Kitap'ta anlatıldığı gibi meydana gelmiş olmalıydı. Descartes'ın öğretisinde olduğu gibi, yerkabuğunun kimi bölümlerinde, yerkürenin soğuması ve katılaşmasıyla oluşan yeraltı boşluklarına doğru göçmeler olmuştu; ve dolayısıyla sular buralara çekilerek karalar açığa çıkmıştı. Şimdi suların çekilmiş olduğu karaların daha önce su altında bulunduğunun göstergesi, tabakalı tortullar içinde rastlanan deniz kabuklarıydı. Kum, suyun etkisi altında parçalanan kökel camsı maddeden meydana geliyordu. Böylece Leibniz, kuramına ateş ve su etkenlerini birlikte katmış oluyordu. 'İlkel' ve 'ikincil' kaya ayrımını belirleyen ilk kişiydi belki de: Örneğin yerkürenin ilk oluşmasında ortaya çıkan kayalarla, daha sonra ilk 'kabuğun' günlenmesi, aşınması ve taşınması sonunda ortaya çıkan kayalar arasında bir ayrım...

Leibniz inatla, fosillerin bir dönemde yaşamış canlı organizmaların artıkları olduğunu savunuyordu ve (öyle sanılıyor ki) bu konuda, bir süre kendisiyle birlikte Hamburg'da bulunan

Steno'dan etkilenmişti. Becher'in, fosillerin yerküre içinde hayvanlar gibi davranan gizli bir kuvvetin etkisiyle doğduğu düşüncesi[5] kabul görmedi. Leibniz, bir zamanların canlı hayvanlarından arta kalan boşlukları, erimiş mineral maddesinin doldurmuş olabileceğini ileri sürdü.

Descartes'ın mekanik düşüncelerinden yararlanmakla birlikte, Leibniz kutsal kitaplarda geçen Tufan'ın belirgin bir tarih olayı[6] olduğuna inanıyordu ve (yayımcısı Christian Scheidt'a göre) tabakalarda gömülü fosillerin varlığını açıklamak için bu olaya başvuruyordu. Tufan'ın meydana gelişini ve sona erişini açıklamak amacıyla kafasında evirip çevirdiği birkaç düşünce vardı. Bunlardan biri Buridan'ın önerisiydi (bkz. I. Bölüm). Bu öneriye göre yerküre, kendisini çepeçevre saran su gömleğine göre merkezden kaçmış olabilirdi; sözgelimi, geçip giden bir kuyrukluyıldız nedeniyle ya da Ay'ın bir nedenle yerküreye yaklaşması dolayısıyla... Sonunda Leibniz, büyük bir olasılıkla o gün için en geçerli görüşte karar kıldı: Özetle, yerkabuğunun kimi bölümlerinin çökmesinin ardından devinime geçen sular, çöken alanlardan akıp gitmişti. Yerkürenin derinliğinde, başlangıçta iki büyük boşluk dizgesi olduğunu ileri sürdü. Çekilen sular önce üstteki bölmeleri doldurduğu sırada alt bölmelerde hava bulunmaktadır. Tufan sırasında üstteki havuzların yan yüzleri çatlamış ve su oralardan boşalmıştır. Üst boşluğun tavanı durumundaki kabuk paramparça göçerken, daha üstteki tortul tabakalar kırılarak, dağlık bölgelerde olduğu gibi eğik konuma geldiler. Leibniz'in kuramı, bu yanıyla Descartes'ınkine benziyordu. Kırık ve çatlaklar, mineral damarlarının oluşmasına uygun boşlukları sağlamıştı varsayıma göre (bir maden işletme girişimindeki payı nedeniyle Leibniz mineral damarlarının oluşumuyla doğrudan ilgiliydi).[7]

Suya öncelik veren kuramcılar arasında, gezgin Fransız diplomat Benoît de Maillet'nin (1656-1738) çalışmalarını belirtebiliriz. Düşüncelerini biraz alışılmamış bir yazınsal biçimde sunmuştu: Telliamed adını (kendi adının tersten okunuşu) verdiği,

varsayımsal Hintli bir bilginle bir Fransız din elçisinin konuşmaları... Kitap *Telliamed* adını taşıyordu. 1692 ile 1708 yılları arasında bir ara, yazarın Mısır'da Fransız konsolosu olarak bulunduğu sırada kaleme aldığı metin bir süre elden ele dolaştıktan sonra, en sonunda yazarının ölümünün ardından Abbé Jean Baptiste le Mascrier eliyle 1748 yılında bastırıldı (de Maillet, 1748; Carozzi, 1968). Çalışmanın en dikkat çekici özellikleri arasında, deniz düzeyinin yavaş yavaş alçaldığını sergilemek üzere derlenmiş ayrıntılı kanıtlar; bu tür değişiklikleri yakından izlemek üzere bir ölçüm noktası kurulması önerisi; deniz tabanının, dalarak ve (tasarımını sunduğu) ilkel bir denizaltı yardımıyla keşfedilmesi önerisi; zorlu deniz akıntılarının kırıntıları deniz altındaki dağlara, vadilere taşıyıp biriktireceği düşüncesi (gezegen yüzeyinde suların daha da çekilmesi sonucu bunlar ilerde açığa çıkacaktı); yeryüzünde yaşamın uzaydan taşınan tohumlardan başladığı; organizmaların bir tür çok yavaş işleyen evrim süreci dolayısıyla koşullar değiştikçe dönüşüm geçirdiği; ve yerkürenin yaşının milyarlarca yıl dolayında olduğu...

Dokunulmazlık zırhına bürünmüş düşünceleri böylesine yıkmanın, birçok karşıt yaratmış olmasına hiç şaşmamak gerek. (Voltaire, de Maillet'nin yüksekten atan bir palavracı olduğunu düşünüyordu.) En son kitap yayımlanacağında, özellikle yerkürenin yaşı gibi aykırı düşünceler ayıklanıp çıkarıldı. Yine de, geniş okuyucu kitlesi buldu ve birkaç basım yaptı. Ve ilk el yazması suretlerden birkaçı (ama de Maillet'nin elinden çıkan özgün metin değil) günümüze ulaştığı için, yazarın kök niyetlerini açıkça gözler önüne sermeye yetecek malzeme var. Bilgin kişilerin üstesinden gelebileceği bu görevi en üst düzeyde metne bağlılıkla yerine getiren kişi, A. V. Carozzi oldu (1968).

De Maillet, değişik biçimdeki sıradağların deniz altında ilk oluşmasının, değişik okyanus akıntı koşullarına bağlanabileceğini ileri sürdü. Dağları, ilkel ve ikincil olarak birbirinden ayırıyordu. İlkel dağlar, denizin çok derin -canlı organizmaların yaşayamayacağı denli derin- olduğu dönemde, okyanus taba-

nında kırıntıların başlangıçtaki yığılması sonucu oluşmuştu, ona göre. Sonra, ilkel dağlar yüze çıktıkça, onlar da aşınma-taşınma-tortulanma sürecine katkıda bulundular ve kanatlarında, daha sığ sularda oluşmuş olan ikincil dağlar, hem yaşamın gelişmesine elverişli ve hem de bol fosilliydiler.

De Maillet'in kuramı birkaç kaynaktan besleniyordu. Bunlar arasında Descartes'ın özel bir önemi vardı. Kuram, yerkürenin kökeninde Descartes'ınki gibi bir sönmüş yıldız bulunduğundan yola çıkıyordu. Yıldız zamanla su, toz ve külden oluşan bir gömlek edinmişti, kendisini içinde bulduğu burgaçtan. Ama, zamanla suyunu yitiren yerküre kuruyup kalınca, fosillerden çıkan yanıcı maddenin (taş-yağının) yardımıyla yeniden kocaman bir alev topuna dönüşebilecek; böylece yeni bir yıldız harlamaya başlayacaktı.[8] Ama, de Mailet ayrıca, Mısır'da bulunmuş olması nedeniyle, Arap kaynaklarından da kimi düşünceler kaptı. (Arapçayı kolaylıkla konuşup yazıyordu.) Örneğin, *Telliamed*'de Omar-al-Khayyam'a doğrudan gönderme vardır (Carozzi, 1968: 152-3). Khayyam, deniz düzeyinden çok yüksekte, tepelerdeki kavkıların (/deniz kabuklarının) sağladığı kanıtlara bakarak ve kıyı çizgisindeki değişmelerin kanıtlarına ulaşmak için eski haritaları inceleyerek, deniz düzeyinin alçaldığı konusunda güçlü kanıtlar bulunduğu sonucuna vardı.

Özet olarak, de Maillet'nin düşünceleri, gözlemin, kurgusal evrenbilimin, ilkçağ bilgilerinin ve yürekli, özgün varsayımların bir harmanlamasıydı. Yeryuvarlağının tarihinde ateşin ve suyun rolü üstüne on sekizinci yüzyılda süren tartışmaların içinde doğrudan yer almadı. Ama düşüncelerinin, en azından Fransa'da, etkisiz kaldığı söylenemez.

De Maillet'nin on sekizinci yüzyıl Fransız bilim çevreleri dışında kalmasına karşılık, şimdi ele alacağımız kişi de bilim çevrelerinin o denli ta içindeydi. Buffon Kontu, Georges Louis Leclerc (1707-88), Burgonyalı, varlıklı bir ailenin çocuğuydu. Varlığını ormancılık ve silah üretimi alanlarına yaptığı yerinde yatırımlarla artırdı; ama aynı zamanda kabına sığmaz ve seçkin

bir doğa tarihçisiydi. Evrenbilimden Newton fiziğine dek doğa bilimlerinin her dalına ilgi duyuyordu. 1739 yılında Fransa Kraliyet Bilim Akademisi üyeliğine seçildi ve aynı yıl Kraliyet Bahçesi'nin yöneticiliğine getirildi. On yıl sonra Buffon, tamamlandığı zaman kırk dört cilt tutacak ünlü Doğa Tarihi adlı yapıtını yayımlamaya başladı.[9] Yapıtın üç cilt tutan giriş bölümünün birinci cildi yerbilim konularıyla ilgiliydi; on iki cilt memelilere, dokuz cilt kuşlara ve beş cilt minerallere ayrılmıştı. Ayrıca, sonradan eklenen altı ek cilt bulunuyordu. Ek ciltlerden *Epoques de la nature* adını taşıyan beşincisi (Buffon, 1778, 1962; Roger, 1962) yerküre kuramı alanında önemli bir açıklama içeriyordu. Bütün bu çabaları dolayısıyla, Buffon gününün en belli başlı yazarlarından sayılmıştı. Özellikle biçemi nedeniyle ünlenmişti.[10] *En başta* bir on sekizinci yüzyıl doğa tarihçisi olmakla birlikte, Buffon'a bir geçiş dönemi kişisi gözüyle bakılabilir; çünkü düşüncelerinde bir yandan, yerkürenin kökenine ilişkin evrenbilimsel kurguları, öte yandan davranışlarının genelde fizik yasalarına uygunluğunu, tabakalarının oluşumunu ve belirli mineral çeşitlerine ilişkin ayrıntıları hep birlikte işin içine katıyordu.

Buffon'un doğa tarihinin birinci cildi -unutmayalım ki, *Telliamed*'in yayımından hemen bir yıl sonra ve Leibniz'in *Protogaea*'sının tam metninin ortaya çıkışıyla aynı yılda yayımlanmıştı- epeyi ayrıntılı bir *'Theorie de la terre'* sunuyordu ve dizinin hayvanlar dünyasını anlatan öteki bölümlerinde geçen bilgilere bir temel oluşturmayı amaçlıyordu.[11] Buffon, Newton yandaşı İngiliz gökbilimci, William Whiston'un (1667-1752) daha önce ortaya attığı düşünceden yola çıktı: Whiston yerkürenin, bir kuyrukluyıldızın Güneş'e çarparak kopardığı bir parçadan doğduğunu sanmıştı (Whiston, 1696). Sonrasında, yerküre tabakaları tıpkı de Maillet'nin öngördüğü gibi, deniz-altı akıntılarının dipte tepeler yığması ve vadiler oymasıyla meydana gelmişti. Ama, Jean Jacques Dortous de Marain'in (1678-1771) düşüncelerini geliştiren Buffon ayrıca, yerkürenin derinliklerinin hâlâ sıcak olduğu kanısındaydı. 1767 yılından başlayarak (Roger,

1989: 467) ve Newton'da *(Principia,* III. Kitap, 41. Önerme, 21. problem) yakaladığı bir ipucundan yararlanarak, Buffon bir dizi olağanüstü deneye başladı: Erimiş kızgın bir kütlenin soğumasıyla oluştuğu varsayımından yola çıkarak, yerkürenin yaşını saptamaya kalkıştı.

Epoques de la nature adlı yapıtında, yerküre tarihinin yedi aşaması olduğunu öğreniriz. Yeryuvarlağı soğurken, önce yüzeyi kabuk bağladı. Kabuk bağlama sürecinde dev kabartılar, yarıklar, çukurlar; ve böylece 'ilkel' dağlar oluştu. Soğumanın ilerlemesi, ilkel kabuğun boşluklarına toplanmış, ya da buharlaşarak kabuktaki yarık boylarına yerleşmiş metal kütlelerin katılaşmasına yol açtı. Cevher yatakları böylece oluştu.

Soğumanın daha da ilerlemesi su yoğunlaşmasına olanak tanıdı ve böylece, toprak, su, hava ve ateşin birbiriyle çatır çatır etkileşime girdiği yeni bir evre başladı. Kum ve kil oluştu; ama, kil daha sonra sertleşerek şeyl, sleyt ve şiste dönüştü. Yaşam bu dönemin çirkef kokulu sıcak sularında başladı ve su kabuklularının artıklarından kireçtaşları meydana geldi. De Maillet'nin sandığı gibi ve *'Théorie de la terre'*de varsayıldığı üzere okyanusların altında ve bir de dünyanın dönmesinin etkisi ile, tortullar üstüste yığılarak dar, fakat çok uzun uzanışlı büyük sırtlar, hatta deniz-altı silsileleri bile oluşturdu. Ardından, suların yerkürenin derinliklerindeki büyük mağaralara kaçması sonucu deniz düzeyi alçalırken dağlar su yüzüne çıktı. Büyük mağaraların, ilk baştaki dev balonlamalarda tavan çökmesiyle oluştuğu sanılıyordu.

Artık koşullar büyük ormanların gelişimine elverişli duruma gelmiş sayılıyordu ve bu ormanların ürettiği bitkisel malzeme, karıştığı pirit içerikli kille birlikte, birike birike dünyanın büyük kömür yataklarını meydana getirdi. Bu malzemenin yanmasının yanardağları doğurduğu sanılıyordu: Piritin suya değmesinden açığa çıkan ısıydı yanmaya yol açan.[12] Kuramın bu yanı, Pallas'ın aynı yıl yayımlanan, III. Bölüm'de sözünü ettiğimiz kuramını andırıyordu.[13]

Buffon'un bir kanısı da, canlı yaşamın birden, kendiliğinden başlayabileceğiydi. Maddenin doğasında var olduğunu düşündüğü bu özellik, elverişli çevre koşullarında ortaya çıkacaktı doğallıkla. Yerküre soğuduğunda, canlı yaşama elverişli koşullar ilk önce kutuplarda ortaya çıkacaktı; ardından, soğudukça, hayvanlar ve bitkiler ekvatora doğru göç edeceklerdi. Bunun ötesinde, uzun sürede yavaş ilerleyen soğuma, çeşitli organizmaların ekvatora doğru göçüne yol açacaktı. Buffon, ilk yaşam türlerinin, genelde bugün var olanlardan daha büyük olduğunu düşünüyordu; çünkü, ilksel yerkürenin sıcak koşullarında, yapılarını oluşturan 'organik moleküllerin' özellikle etkin oldukları düşüncesi vardı. Böyle düşünen Buffon'a göre, soğuduğunu varsaydığı yerkürede organizmalar 'evrim geçirmiyor', tersine 'yozlaşıyordu'. (Ölen organizmaların molekülleri yeni organizmalar oluşturmak üzere yeniden çevrime girerken, bozulan koşullar yüzünden biçimlerin değişime uğradığı düşünülüyordu.)

Kuzey Amerika ve Avrasya'nın eski hayvanları arasında bazı benzerliklerin ayırdına varan Buffon, iki kıtanın eskiden bağlantılı olması gerektiği sonucuna vardı. Buna dayanarak yerküre tarihinin olaylar dizisine son bir halka önerdi: Şimdiki Atlas Okyanusu bölgesi tabakalarının, kuramında öngördüğü 'yerkürenin karnındaki dev boşluklar'dan birine gömüldüğünü söyledi.[14] En sonuncu 'doğa dönemi', insanın ortaya çıktığı dönem olarak belirleniyordu.

Açıkçası, bunun tümü iyiden iyiye kurgusaldı ve varlığını arazi gözlemlerine ne denli borçluysa, bir o denli de Descartes, Newton, Leibniz ve de Maillet gibi önceki kuramcılara borçluydu. Oysa, şimdiki incelememiz açısından ilginç olan, yerkürenin yaşını yukarıda özetlediğimiz kuram bağlamında ve Newton'un soğuma yasasından yararlanarak deneysel biçimde belirleme çabasıydı Buffon'un.[15] Dijon yakınında, Montbard'daki yurtluğunda, demir döküm işliğinde çalışırken değişik boylarda bir dizi demir küre üretti ve bunları neredeyse erimiş duruma gele-

ne dek ısıttı. Her birini ayrı bir mahzende soğumaya bıraktı ve küreler mahzenin ısısını buluncaya dek geçen zamanı ölçtü. Değişik boylardaki bir dizi kürenin soğuma sürelerine ilişkin verilerden yola çıkarak yerküre büyüklüğünde bir kürenin bugünkü sıcaklığını buluncaya dek gerekebilecek süreyi öngördü. Metal ve metal-dışı malzeme karışımlarını kullanarak ve soğuma süresi boyunca yerkürenin Güneş'ten ısındığını hesaba katarak hesaplamalarında bazı ek düzeltmeler yaptı. Sonunda, erimiş durumundan başlamak üzere yerkürenin yaşı olarak açıklanan süre, yetmiş beş bin yıl dolayındaydı. Ama Buffon özel söyleşilerde, yakın çevresine yerkürenin yaşının üç milyon yıl dolayında olabileceği öngörüsünü yapıyordu.[16] Soğuya soğuya, yerküre en sonunda yaşanmaz ve ölü duruma gelecekti; ya da Buffon o düşüncedeydi. Dikkat edileceği gibi, Buffon'un düşüncesinde su ve ateşin ikisine birden yer vardı.

Buffon'u bir yerbilimci olarak düşünmek yersiz olur; gerçek o ki, onun yaşadığı dönemde böyle bir terim yoktu. O, alanında bir işçi olmaktan çok bir kuramcı ve ince işler adamıydı: Kayalar, mineraller ve fosiller üzerinde gözlemler yapsın ve bu tür nesnelere ilişkin bilgileri haritalara gereğince işlesin; ardından, bu yolla edindiği bilgileri, yerkürenin bugünkü durumuna nasıl geldiğini açıklayan kuramlar içinde kaynaştırsın... Buffon, yeryuvarlağının tarihini bu tür bir çalışmaya dayandırmadı. Yerbilimsel değişim süreçlerini bugünkü işleyişi içinde gözlemedi (ya da hiç değilse, gözlediğinden söz etmedi). Göz kamaştıran kuramcı tipi varya, o tam öylesi idi ve ne denli etkili olmuş olursa olsun, çağcıl yerbilime giden yolun tam üzerinde yer almadı.

Yerküreyi kavrayış biçimi bakımından *'Theorie de la terre'* (Buffon, 1749) ile *Epoques de la nature* (1778) arasında belirgin bir ayrım vardı. Birincisi, çevrimsel değişimi ve doğa süreçlerinde denge durumunun sürdürülmesi düşüncelerini içeriyordu (Taylor, 1992). İkincisi, 'doğrusal, tek-yöncü' bir yorum getiriyordu. İkincide tasarladığı değişimler, tersine işlemeyen türdendi. Gerçekten de, yerkürenin zaman içinde iyice soğu-

masıyla, gelecekte yaşamın kaçınılmaz biçimde sona ereceğini bile kestirmişti. Beklenmedik tarihsel olaylarda yerkürenin uğradığı değişimleri ayrıntılarıyla saptamaktan çok, yerkürenin geçirdiği değişimleri belirlediğine inandığı yasalara ilgi duymaktaydı.

Oysa, on sekizinci yüzyıl sonlarının kuram çalışmaları, yerküreye ilişkin düşüncelerde kısa sürede önemli gelişmeleri getirecek ve yerbilim adıyla kurumlaşıp oldukça hızlı uzmanlaşan bir öğrenim dalının on dokuzuncu yüzyılda kuruluşuna yol açacaktı. Almanya'nın önde gelen kuramcısı, Saksonya'nın Freiberg Madencilik Akademisi'nde ders veren Abraham Gottlob Werner idi (1749-1817). Adını daha önceki bölümlerde birkaç kez andığımız Werner yerküre tarihinde büyük önceliği suya vermişti.

İngiltere'nin başlıca kuramcısı, İskoçyalı bir çiftçi ve iş adamı olan James Hutton idi (1726-97). Hutton felsefeye ve bilime ilgi duyuyordu. Suyun aşındırma-taşıma ve biriktirmeyi sağlayan bir etken olarak yaptıklarına kayıtsız kalmamakla birlikte, bir kuramcı olarak ilgilendiği başlıca konu yerküre merkezinin yaydığı sıcaklık idi ve bu sıcaklık etkeninin, yerkürenin geçmişte başından geçmiş değişimlerde ve gelecekte başına gelecekler-de ne türlü bir işlevi olabileceği üzerinde duruyordu. Bu iki insanın düşüncelerini sırasıyla ele alacağız. Yerküreye ilişkin düşünceler üzerinde ikisinin de büyük etkisi oldu.

Her ne kadar tıp adamı olmak üzere eğitilmişse de, Hutton yetişkinlik çağının başlangıç döneminin büyük bölümünü Edinburgh'un doğusundaki Berwickshire'da sahibi olduğu iki arazide çiftçilik yaparak geçirdi.[17] Zamanının ve gücünün çoğunu, tarımdaki en son bilimsel ilkeleri uygulayarak çiftliklerini daha iyi işletme yolunda harcadı ve bunda zamanla öylesine başarı kazandı ki, bir noktadan sonra, epeyi genç yaşta Edinburgh'a çekilebildi; bazı işlere atılmakla birlikte, kendini daha çok bilim ve felsefeye verdi. Hıristiyan eğitimi görmüş olmasına karşın, insan suretinde bir tanrıya güvenini oldukça genç yaşta yitirmiş

olduğu anlaşılıyor. Bunun yerine, tanrının varlığına inançta yalnızca doğadaki göstergeleri temel alan güçlü ilkelere bağlanmıştı. Başka türlü söylemek gerekirse, onun inandığı, bilge ve iyilik dağıtan bir tanrısal varlıktı; ki o, yerküreyi ve üzerinde yaşayanları insanoğlunun yararı doğrultusunda tasarlamıştı. Aydınlanma döneminin bu genel inanışı uyarınca Hutton, Tanrı'nın varlığının doğada açıkça sergilendiği görünen hikmetin (/tanrısal tasarımın) kanıtlarına dayanarak, savlanabileceğini düşünüyordu. Tanrı'nın varlığının varsayımsal kanıtının insanlara İsa'nın yaşamı aracılığıyla açıklanmış olduğu düşüncesineyse, vahiyi inkâr edenlerce kulak asılmamaktaydı.

Özellikle Hutton gibi bir çiftçi, dış etkilere açık sağlam kayaların günlenmesi sürecinde, hayvanlar ve bitkilerin de katılmasıyla oluşan verimli topraklar konusuna uzun uzadıya kafa yormuş olmalı.[18] Ama, hemen aklına düşmüş olmalı ki -belki çiftliğine emek verdiği günlerde- o verimli topraklar aşınma ve taşınmayla denizlere süpürülmekte ve anlaşıldığı kadarıyla, insanoğluna göre ayarlanmış olması gereken doğa düzeni bozulmaktadır. Çünkü, vahiye inanmayan Hutton, birçok çağdaşının tersine, düşüncelerinde Kutsal Kitap'taki zaman ölçeğine bağlı kalmak gibi bir zorunluluk duymuyordu. Gerçekten de, kanatlanıp giden imgelemiyle, yerkürenin ilk oluştuğundan bu yana süresiz uzunlukta bir dönemin geçmiş olabileceğini düşünüyordu ve ilk başta nasıl oluşmuş olabileceğini bir yana bırakıyordu.

Eğer toprak yavaş yavaş, ama engellenemez biçimde süpürülüp gidiyorsa, ve eğer insanı gözeten tanrısal tasarım doğrulanacaksa, bir tür dönüşümlü 'yerbilim' süreci olmalıydı; yoksa, aşınma-taşınma sonucu bütün kara yüzeyi dümdüz bir ovaya dönecek; giden tarım topraklarının yerine yenisi gelmeyecek ve Hutton'a göre yaşam sona erecekti. Bunun üzerine, insanoğlunun geçimini sağladığı tarım topraklarının yenilenebilmesi için nasıl bir dönüşümlü süreç gerektiği üzerinde derin derin düşünmeye başladı. Kuramını geliştirdiği sırada Hutton birçok etkenin yardımını görmüş olabilir.

Yolculuklarında, Hutton Orta İngiltere'nin yeni sanayi bölgelerine de uğradı ve James Watt ile mektuplaştı. Yeni çıkan buharlı makineleri gördü İngiltere'de ve çok etkilendi: Koskoca, karmaşık bir makine kütlesinin devinimi, tek bir ısı kaynağınca sağlanıyordu. Hutton'un gününde bilinenlerden biri de, gazların sıkıştırıldığında ısındığıydı.[19] Genç bir tıp öğrencisiyken kan dolaşımı konusunda yazdığı tez -buna 'mikro-evrende kan dolaşımı' diyordu- onun çevrimsellik bağlamında düşünmesini kolaylaştırmış olabilir (Hutton, 1749; Donovan ve Prentiss, 1980). Bütün bu parçaları bir tür düşünsel boz-yapta bir araya getiren Hutton, aşağıda bulacağınız olağanüstü yerküre kuramına ulaştı.

Hutton (kendinden öncekilerin yaptığı gibi, doğal olarak) bir varsayımdan yola çıktı: Yerkürenin içinin sıcak olduğunu ve koskocaman bir yeraltı yakıt ambarı barındırdığını, temel aldı. Bu yakıt, güneşten ışık alan bitkilerin etkinliğiyle uzun çağlar boyunca üretilmişti (Allchin, 1994). Bunun ötesinde Hutton şunu önerdi: Yerkürenin iç malzemesi zaman zaman, değişik yerlerde genişlemeye başlıyor, zorlayarak kabuğun içine doğru sokuluyor ve bu süreçte yerkabuğu tabakalarını yukarı doğru kabartarak, eğikleştiriyordu. Kimi zaman erimiş kızgın kayalar bu sokulma sürecinde tabakaları yarıp geçerek, yeryüzünde yanardağlar meydana getiriyordu. Kimi zaman, magma yarıp çıkma olanağını bulamadan genişleme evresi sona eriyor ve yalnızca tepe ve dağ kabartılarına yol açıyordu. Yeryüzüne ulaşamayıp da yerkabuğunun içinde sokulup kalan malzeme soğuyup katılaşarak, granit türünden kristal yapılı kayaları meydana getiriyordu.[20] Bunlar çok sonraları, aşınma-taşınmayla çırılçıplak kalmış yüksek alanların göbek bölümlerinde açığa çıktığında, insan soyunun gönenci için gerekli yeni toprakları zaman içinde üretebilecek kayaları sağlamış oluyordu. Bu görüşe göre, yüksek rakımlı, kristal yapılı kayalar, çevreleyen daha alçaktaki tortullardan daha genç yaşta olacaktı; ve bu, bir anlamda, Steno'nun sırayla üst üste yığılma (alttaki daha yaşlıdır) ilkesiyle

çelişiyordu. (Ama bu ilke, doğal olarak, yalnızca tortul kayalar düşünülerek önerilmişti.)

Yukarıda anlatılanlar Hutton'un yerküre kuramının 'yapıcı' yanını betimliyor. Kuramın bu yanı, denizlerde tortul tabakalarının birikmesine yol açacak günlenme ve aşındırma süreçleriyle dengeleniyordu. Zamanla bu tabakaların üzerine başka tortul tabakaları birikecek ve alttakiler iyice sıkışarak sert tortullar biçiminde pekişecekti. Sonra, sürekli artan basınçla birlikte tortulların ısısı yükselecekti ve erime meydana gelebilecekti; bu da, 'magma'nın genişlemesine ve yukarıda betimlendiği şekilde sokulmasına yol açacaktı. Hutton, Akdeniz'deki Santorini Adası'nın ortaya çıkışını, deniz altında yeni kara oluşumuna bir örnek diye gösteriyordu (Hutton, 1795, cilt 1: 147). Gözlenen kayaların hiçbirinin ilksel ya da 'ilkel' olmadığında direniyordu (Hutton, 1899: 194-5).[21]

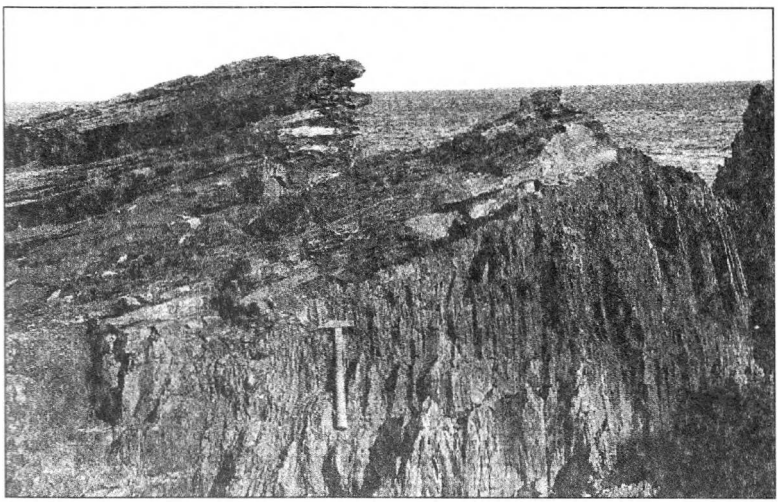
Bana göre, kuramının zayıf noktası, 'yerküre-makinesi'nin işleyişinde sıkışma evresinden genişleme evresine geçişteydi. Ama bunun doğru olduğu kabul edilirse ve eğer, daha da önemlisi, neredeyse sonsuza yayılmış olay dizileri olasılığına kişi aklını yatırabilirse, -ki Hutton böyle düşünüyordu; çünkü ne yandan bakılırsa bakılsın, onun yerküresi sonsuza dek durmadan çalışacak bir sürekli devinim (/devri daim) makinesiydi- tüm süreç oldukça akla yakın görünebilirdi. Ama Hutton daha da ileri gitti ve eğer bu kuram doğruysa, doğada hangi gözlemlerle karşılaşmayı bekleyebileceğini sordu kendisine.

Yükselen, erimiş granitsi malzemenin (magma), üst üste yığılı tabakalara eğim vermesi beklenebilirdi. Ama bir genişleme evresinin tamamlanmasıyla, bütün kayalar aşınmaya uğrayacaktı ve zaman içinde tabakaların aşınmış başları dış etkilerle karşı karşıya kalacaktı. Eğer bu açıkta kalan başlar daha sonraki bir evrede, yerkürenin rasgele devinimleri sonucu, okyanus tabanına düşerse, zamanla yeniden tortul tabakalarıyla kaplanabilir ve sırayla onlar da pekişebilirdi. Sonra, bir bütün olarak yükselmeye uğrarsa, bazı yataya yakın tabakaların,

eğik hatta dik tabakaların üzerinde yattığına kişi gözleriyle tanık olacaktı.

Böylesi yer yapılarının (günümüzde bunlara uymazlık deniyor) bulunabileceği Hutton kuramının öngörülerinden biriydi. Aramaya başladı ve İskoçya'nın birkaç yerinde aradığını buldu: Biri, Arran Adası'nın kuzey burnunun ucunda; öteki, İngiltere ile sınırın hemen kuzeyinde, Jedburgh'da, Jed Irmağı'nın yamaçlarındaki sarp kayalıklarda; bir başkası, kıyı boyunda, Hutton Uymazlığı'nın (bkz. Resim 4.1) birkaç mil kuzeydoğusundaki Siccar Sivrisi'nde. Bu örneklerin her birinde, ünlü Yaşlı Alacalı Kumtaşı ile, üzerinde oturduğu (günümüzde Siluriyen yaş kümesine sokulan, köşeli kuartz kumundan oluşan) boz renkli, sert bir kumtaşı arasında uymazlık saptadı. Hutton bu kayaların yabancısı olmasa gerekti; çünkü, çiftliklerinden biri alacalı kumtaşı, öbürü boz kumtaşı (grovak) üzerinde bulunuyordu (Oldroyd, 1994).

Siccar Sivrisi'nin özellikle ilginç bir öyküsü var. Alacalı Kumtaşı'nın, Cockburnspath yakınındaki arazisinin kuzeyinde, kıyı boyunda başverdiğini Hutton biliyordu. Boz kumtaşı ise



Resim 4.1 Berwickshire'da, Siccar Sivrisi'ndeki 'Hutton Uymazlığı': Dik grovak (şistus) üzerinde aykırı durumda yatan kumtaşı görülüyor. (British Geological Survey Direktörü'nün izniyle yayımlanmıştır; NERC'in hakları saklıdır.)

birkaç mil doğudaki sarp kayalıklarda açığa çıkmıştı. Tüm yapması gereken kıyı boyunu denizden izleyip iki taş arasındaki dokanağı bulmaktı. Aradığını, Resim 4.1'de görülen uymazlığın açığa çıktığı Siccar Sivrisi'nde buldu. Kuram yardımıyla ortaya atılmış ve temelinde Hutton metafiziği yatan (insan soyunun yerküre üzerinde yaşamını ve gönencini düzenleyip sürdüren Yaradan'ın bilgeliği ve iyiliği düşüncesinden çıkarılmış) yaman bir öngörüydü. Üstelik Hutton'a sorulacak olursa, yerkürenin engin yaşı konusunda gözlemsel kanıtlar sağlıyordu.

Bildiğim kadarıyla, Hutton'un bu öngörüsü belki de ilk, özenle aklın süzgecinden geçirilmiş, başarılı yerbilimsel savdı: '*p* ise *q*; *q*; o halde *p*.' (Eğer varsayımları geçerliyse, bunu yerkabuğunda gözleyebilmeliydi; gözleyebildiğine göre savladıkları doğruydu.)[22] Bu tür akıl yürütme tümdengelimli sayılmaz. Gerçekten de yanıltıcı: Aleni sonuçtan yola çıkıp, sonucu doğurduğunu varsaydıklarını doğrulamak gibi bir yanılgı içeriyordu. Her şeye karşın, Hutton başarılı bir öngörü yapmıştı ve böylesi başarı genellikle kişinin düşüncelerine onay getirir. Hutton'un Edinburgh'daki arkadaşlarının yaklaşımı da böyle olmuştu. Varsın kuramının bütününde birçok kurgusal ve belirsiz yanlar oluversin...

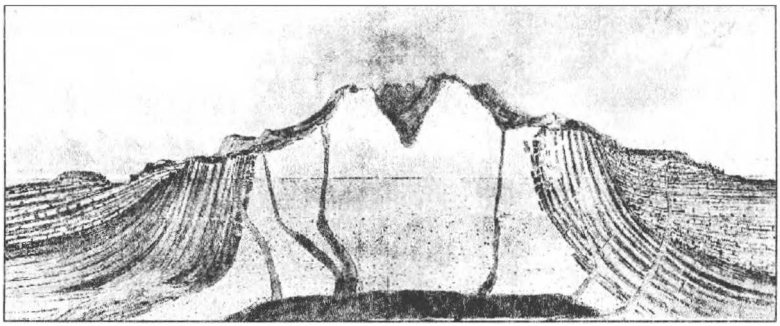
Hutton bir başka önemli öngörü daha yaptı. Eğer büyük miktarlarda erimiş kızgın kaya zaman zaman yerkabuğuna aşağıdan sokuluyor idiyse, ana granit kütlesinden çevresindeki malzemenin içlerine uzanan kristalin kaya damarları bulmak umulabilir, diye düşünüyordu.[23] 1785 yılında Kuzey İskoçya'nın aşağı bölgelerinde çıktığı bir gezide Hutton, Blair Atholl'a uğradı ve Tilt Boğazı boyunca birkaç mil yürüdü. Bölgede en bol rastlanan kaya, Hutton'un adına 'şistus' dediği bir tür şistti ('Dalradian' Şisti). (Vadide aynı zamanda kireçtaşı da bulunmaktaydı.) Anlaşılan, granit kütlesinin boğazın biraz yukarısında bulunduğu konusunda yörenin ağasından ön bilgi almıştı; bu nedenle, granit ile şistus arasındaki dokanağı bulurum umuduyla vadi boyundan yukarı yürüdü. Umudu boşa çıkmadı; çünkü,



Resim 4.2 Tilt Boğazı'nda granit damarları. Çekildiği yıl: 1987. Yazar, her zamanki yerinde.

vadi boyunda Resim 4.2'de görülen türden göz alıcı granit damarlarına rastlanır. Hutton'la Abraham Werner'in yoldaşları arasında geçen tartışmalarda bu buluşun ne denli önem taşıdığı aşağıda ele alınacak.

Hutton'un düşünceleri önce bir kitapçık biçiminde yayımlandı (Hutton, [1785] 1987); ardından Edinburgh Kraliyet Derneği'nin bilgi tutanakları (*Transactions of the Royal Society of Edinburgh*) arasında çıktı (Hutton, 1788);[24] en sonunda, ünlü *Theory of the Earth with Proofs and Illustrations* adıyla kitap biçiminde yayımlandı (Hutton, 1795-1899).[25] Dört ciltlik bir çalışma olacaktı; ama, üçüncü bölümün yayımına sıra ancak 1899'da, Hutton'un ölümü üzerinden yüz yıldan çok geçtikten sonra gelebildi; bu nedenle etkisi az oldu; dördüncü cilt hiç yayımlanmadı. İlk iki ciltte bazı çizimler var. Bunların en ilginci Jedburgh'daki uymazlığı gösteren çizim; ama, Hutton'ın kuramının tadını tam tamına vermiyor. Şu talihe bakın ki, birkaç yıl önce *Theory of the Earth* ile ilişkili bir dizi çok güzel çizim ele geçti (Craig *ve diğ.*, 1978). Bunlar arasında Arran Adası'nın Çi-



Çizim 4.3 James Hutton'a göre Arran'ın kuzey kesiminin kesiti. Çizen: Clerk of Eldin (Sir John Clerk of Penicuik'in izniyle)

zim 4.3'de görülen olağanüstü bir kesiti vardı.[26] (Hutton adaya 1786 yılında arkadaşlarıyla uğradı.)

Bu çizimden Hutton'ın kuramının ne olduğu kolayca anlaşılıyor: Koskocaman bir granit kütlesi yerkürenin karnından yukarılara doğru yolunu zorlayıp, üstte yatan tabakaları (tabakalar granitten yaşlıdır) kubbe gibi kabartıyor. Aşınma-taşınmanın işe koyulmasının ardından granit, büyük bir kristalin kaya kütlesi olarak ortaya çıkıyor. İşte, Arran Adası'nın kuzeyindeki Goat Fell Dağı'nı oluşturan bu granit kütlesidir ve haklı olarak, yerbilim tarihine mal olmuş alanlardan biri sayılmaktadır. Özellikle, granit dağın altında yer alan varsayımsal 'magma kazanı'na dikkatinizi çekerim.

Böylesi bir yerkabuğu yapısına 'bakma'nın; ya da, düşünce olarak yaklaşmanın oldukça değişik bir yolu daha var. Granitin şöyle ya da böyle, daha önce oluştuğu; ve deniz bir yandan çekilirken granit adanın çevresinde tortul tabakaların daha sonra oluştuğu akla gelebilir. On sekizinci yüzyılın son çeyreği ile on dokuzuncu yüzyıl başlarının en gözde kuramına kalsaydı, Arran kayaları bu biçimde yorumlanmış olacaktı. Burada kastettiğim Werner'in 'su öncelikli' ya da Neptüncü[27] kuramı.

On sekizinci yüzyılın ikinci yarısında Doğu Avrupa'da bazı madencilik akademileri kuruldu; amaçları, madencilik bakımından önemi büyük olan Saksonya ve Slovakya gibi bölgelere tek-

nisyen ve teknolog yetiştirmekti. Bunlar uygulamalı yerbilim alanında resmi sayılabilecek bir eğitim sağlamak üzere dünyada kurulmuş ilk kurumlardı; ama, uygulama yanı öylesine ağır basıyordu ki, üniversiteden çok teknik yüksek okul gibiydiler. Buna rağmen, bu kurumların en ünlülerinden olan Freiberg'dekinde, Werner yerkürenin geçmişine ilişkin çok önemli bir kuram geliştirdi. Burada yaptığı çalışma oldukça 'felsefi' nitelikteydi; o denli ki, von Humboldt, Novalis ve Goethe gibi ünlü 'insancı' yazarlar Werner'in derslerini izlemeye değer bulmuşlardı. Birçok on dokuzuncu yüzyıl yerbilimcisini ilk eğitimden geçiren, Werner olmuştu.

Ailesi madencilik ve metalurji sanayinden gelen Werner'in kendisi de Freiberg'de okumuştu. Daha sonra hukuk okumak üzere Leipzig'e gitti ve Leipzig'deyken, minerallerin dış özelliklerine bakarak nasıl tanınabileceğini anlatan yararlı bir kılavuz kitap yazdı (Werner, 1774, 1962). Yazdığı kitap, eğitim gördüğü yuvaya mineralbilim öğretmek üzere atanmasını sağladı ve meslek yaşamının kalan bölümünün tamamını Freiberg'de ders vererek geçirdi.

Michel Foucault'nun yankı uyandıran *Order of Things* (1966, 1970) adlı yapıtını okuyanlar, minerallerin dış nitelikleri konusunda Werner'in yazdıklarının, Foucault'nun savıyla yakından uygunluk içinde olduğunu göreceklerdir.[28] Foucault'nun ileri sürdüğüne göre, adına 'Klasik Dönem' denen (yaklaşık 1660-1800 arası) dönemde doğa tarihçisinin nesneleri dış niteliklerindeki benzerlik ve ayrımlara göre incelemesi ve düzenlemeye kalkışması olağandı; amacı, bir sınıflandırma meydana getirmekti.[29] Nesnenin iç doğası araştırılmıyordu ya da tarihini (geçmişteki koşulları anlamında) aydınlatmaya çalışan çıkmıyordu da, nesne, yalnızca dış niteliklerine bakarak sınıflandırılıyordu. Werner'in Leipzig'de tanıma kılavuzunu hazırladığı sırada geçerli yöntemin bu olduğu kesin. Oysa, mineral dünyasındaki nesneleri bu yaklaşımla sınıflandırmanın büyük zorlukları var. Aynı kimyasal bileşimdeki maddeler, çeşit çeşit biçimde

karşımıza çıkabilir. Tersi de geçerli olabilir: Değişik kimyasal bileşimdeki maddeler benzer dış görünüşe ya da kristal yapısına sahip olabilir. Üstelik, mineral bireyini tanımlamak zordur; oysa, bitkiler ya da hayvanlar bakımından böyle bir zorluk yoktur. Bunu da bir yana bırakalım, mineral türlerinden neyi kastediyorduk? Türün tanımı sorunu biyologları bugün hâlâ uğraştırıyor; ama, sorun mineralbilimci açısından çok daha çapraşıktı: Mineralin dişisiyle erkeğini bir araya koyup, başarıyla çoğalıp çoğalmayacaklarını görmek olanağı yoktu. Mineralleri çözümlemek için uygulanan kimyasal yöntemler 1770'lerde henüz hiç gelişmemiş bir aşamadayken ve birçok eş anlamlı sözcük içeren mineralbilim adlandırma dizgesi yerli yerine oturmamışken, Werner'in yalnız dış niteliklere bakarak ve bu nitelikleri betimleyerek bir mineral sınıflandırmasına gitmesinden daha yerinde bir şey olamazdı.

Buna karşın, Freiberg'e atanmasının ardından Werner yavaş yavaş bu tutumdan uzaklaştı ve her minerali, yeryuvarlağının oluşumundan bu yana, meydana gelişi (ya da tortulanması) süresince yaşadığı tarih ışığında incelemeye başladı. Böylece yaptığı mineralbilim çalışmaları çok belirgin bir kuramsal nitelik kazanarak, erken döneminin 'pozitivist (/deneye dayalı)' ya da 'olgubilimci (/fenomenolojist)' tavrından ayrıldı. Çalışmalarının ürünü olarak, *Kurze Klassifikation und Beschreibung verschiedenen Gebirgsarten* adında önemli bir kitapçık ortaya koydu (Werner, 1786, 1971). Geliştirdiği kuramı kısaca aşağıda bulacaksınız.[30]

Werner yerküreyi maddenin bir biçimde yığılımıyla oluşmuş, belki de ilksel bir karmaşadan doğmuş sayıyordu. Ve tıpkı de Maillet, Buffon ve benzerlerinin kuramlarındaki gibi, ilksel katı çekirdeği saran, bir kocaman sudan gömlek -bir evrensel okyanus- var olduğunu düşünüyordu. Werner'in bir başka varsayımı da, bu evrensel okyanusun yığınla malzeme içeren bir çözelti olduğuydu. Çözeltiye girmiş bu malzeme, ilksel çekirdeğin bozuk yüzeyinde kristalleşerek, yüzeyi kaplamıştı. Granit ilk

çökelen maddeydi; ve sonra, diğer kayalar şu sırayla: (1) granit; (2) gnays; (3) mika-şist; (4) killi şistler; (5) ilkel kireçtaşı; (6) trap; (7) porfir; (8) siyenit; (9) serpantin; (10) topaz kayası; (11) kuvars kayası; (12) silisli şist.[3] Bu çökelme dizisinin tamamlanmasının ardından, okyanusta su düzeyinin o denli alçaldığı sanılıyordu ki, çekirdeğin yüksek bölümleri -artık bu aşamada granit türünden, kristalin malzemeden oluşan taşküre- açığa çıkmıştı. Böylece, okyanus havzalarına tortulları biriktirecek aşınma-taşınma-biriktirme süreci başlayabilirdi. Bu tortul kayalar kat kattı ve belirli bir düzen içindeydi. Werner, bu kat kat, mekanik kökenli, fosil içeren kayalara *flötz* kayalar adını verdi; onun verdiği adı kullanmayı sürdürmek kolaylık sağlayacak. Kuramını geliştirme çalışmalarının daha ileriki bir aşamasında, Werner 'geçiş kayaları' kavramını ortaya attı: Köken ve özelliklerine bakınca, bu geçiş kayaları hem mekanik, hem de kristalsi nitelikler gösteriyordu. Son olarak, volkanik ve birikinti malzemelere ilişkin söyledikleri, resmi bütünlemeye dönük önemsiz katkılardı. Yanardağların, kömür gibi parlayıcı malzemelerin yanmasından ortaya çıktığını sanıyordu.

Bildiğim kadarıyla, Werner yaşamı boyunca canlı bir yanardağ görmedi. Görmüş olsaydı, belki de böylesine gerçekleşmesi zor bir kuramla ortaya çıkmazdı. Ama unutmamak gerekir ki, yanardağlardaki sıcaklığın parlayıcı bir maddenin yanmasından kaynaklandığı düşüncesi çok eskiydi; ve bu düşünce, Hutton'un kendi 'yerküre makinesi'nin göbeğine oturttuğu, gerekli sıcaklığı yanma ve basınçla sağladığı varsayılan, koskoca, erimiş kızgın madde yığını fikrinden daha akıl almaz değildi.

Werner kuramının özel ilgi çeken bir yanı, bazaltın kökeni konusuydu. Doğu Avrupa'nın kimi yerlerinde, tepelerde üst üste yığılmış bazalt 'gözlemeleri'nin dik sütunlar oluşturduğu görülür. Werner bunları, -güya- yükselebildiği gibi alçalabilen evrensel okyanusunun son ürünlerinden biri gibi gördü. Hutton yandaşlarına göre, bu saçmaydı. Bazalt dış püskürmeyle yeryüzüne akmış lavların ürünüydü ve soğuyup büzülerek sütunsu

biçimler almıştı. Bu düşünce Werner'in aklına yatmadı; çünkü, onun oturduğu bölgenin bazaltları yanardağlarla ilişkiliymiş gibi görünmüyordu ve sanki billurlaşarak bir sıvıdan ayrılmış gibiydiler. O sıralar, ateş (yanardağ) yanlıları ile su (deniz) yanlıları arasındaki çatışma, bazaltın kökeni üzerinde odaklaşmıştı ve konuyu ateş-su çatışması olarak adlandırmak yerinde olacaktır belki de. Ama, ateş yanlısı kuramcılarla su yanlısı kuramcılar arasındaki tartışma, bazaltın kökeni sorununu aştı ve genellikle, çok daha geniş çağrışımları yüklendi.

Hutton'ın özellikle, Tilt Boğazı'nda gözlediği granit damarlarına ilgi duyduğundan yukarıda söz edilmişti. Werner kuramından yararlanarak böylesi damarları ya da bazalt dayklarını (kesip geçen damarları) açıklamak çok zordu. Werner elinden geleni yaptı ve bizim adına magma kökenli dayklar diyeceğimiz yapıların, üstteki bir çözeltiden ayrılan bazaltsı malzemenin yerkürenin yüzündeki çatlakları doldurmasıyla meydana geldiği varsayımına sarıldı. Eğer bu olayın aynı noktada üst üste iki kez yinelendiği düşünülürse, daykların içindeki 'yerli kaya' parçalarının varlığını açıklamak umuduna bile kavuşabilirdi kişi. Ama bu tür özel amaçlı bir varsayım, Hutton'ın Tilt Boğazı'nda yaptığı gözlemler sırasında karşılaştığı çok sayıda ve her türlü biçimdeki damarları açıklamaktan çok uzaktı. Öte yandan, IX. Bölüm'de göreceğimiz gibi, bir tür çözünük maddenin kayalara sanki 'su'yu andırır biçimde işlediğini akla getiren damarlar var birçok yerde. Hutton'ın, yukarıya doğru sokulan büyük magma kazanları kuramının (bkz. Çizim 4.3), her olayı açıklamakta başarılı olamadığı da kesin.

Zaman konusu yerbilimde her zaman önemli olmuştur. Bildiğim kadarıyla, Werner'in bu konuda özgül olarak yapılmış yayını yok. Ama '6000 yılcı'lardan olduğu sanılmasın. Guntau'nun (1984: 71) belirttiğine göre, Werner bir el yazmasında evrensel denizin yerküreyi bir milyon yıldan beri kaplamış olabileceğini açıklamış. Dolayısıyla, her ne kadar İrlandalı kimyacı Richard Kirwan (1799) gibi Werner yanlılarının Werner kuramından

yola çıkarak Kutsal Kitap'a uygun bir yerbilim inşa etmek istedikleri gerçek olsa da, Werner'in kendisi bu yolu seçmedi. O da Hutton gibi, vahiy olayına inanmayan bir kişi idi.

Ne olursa olsun, haddi hesabı olmayan miktarlarda granit içerikli malzemeyi ya da her neyi ise, bünyesine alıp çözeltide tutabilen bir evrensel okyanus düşüncesi büyük olasılıkla saçma görünecektir; Werner'in İskoçyalı karşıtlarına da öyle görünmüş olmalı. Özellikle iki noktaya parmak basmak zorunluğu var. Birincisi, minerallerin bir çoğu alkalilerde çözünebilir; bu nedenle, Werner'in varsayımsal okyanusunun güçlü alkali nitelik taşımış olmaması için özel bir neden yoktu. İkincisi, dünyanın çeşitli bölgelerinde deniz düzeyinin alçalmakta olduğu bilinen bir gerçekti. De Maillet bundan söz etmişti. On sekizinci yüzyılın öteki gözlemcileri, özellikle Baltık bölgesinde yaşayanlar, kıyı çizgisinin alçaldığının kesin kanıtlarını fark etmişlerdi (Wegmann, 1969).[32] Öyleyse çekilen bir okyanus düşüncesi hiç de akla aykırı değildi.

Gerçekten de Werner'e kalırsa, kuramının en üstün yanı, gözlemle doğrulanmış sağlam kanıta dayanmasıydı. Bu konuda öylesine güçlü bir kanıya sahipti ki, bilinen doğa tarihinden, mineralbilimden ya da yerbilimden ayırmak için kendi bilim dalına yeni bir terim önerdi ve 'jeognozi' adını verdi. Daha önce gördüğümüz gibi, Werner'in en güçlü olduğu dönemde, 'jeoloji' terimi henüz yeni yeni kullanılmaya başlıyordu. Ama, ona göre, yerbilim başlığı altıda yazılıp çizilenler çokça kurgusal olma eğilimindeydi. Kurduğu bilim dalı apayrı olacak, ayağını olgulara sağlam basmasıyla diğerlerinden ayrılacaktı.

Evrensel okyanus ve benzeri konularda kurgusal düşünceler bir yana bırakılırsa, bu pekâlâ olabilirdi. Litolojik özellikleriyle ayırt edilebilen her tabakaya *Gebirgsformation* (ya da 'oluşuk [/formasyon])' adını vermişti. Lehmann, Füchsel ve diğerlerinin daha önce gösterdiği gibi, Saksonya'da (ve Thuringia'da) başveren değişik oluşuklar belirli bir düzene göre sıralanmışa benziyordu; ve bu, 'ortaya çıkarılabilir bir zaman dizini'nin göstergе-

si olarak kabul edildi (Werner, 1971: 20). Werner'in çalışmalarının yerbilim tarihi bakımından en önemli özelliği buydu. Bu, şu anlama geliyordu: Yerküreye ilişkin araştırmalarda Saksonya, tam bir Kuhn'cu yaklaşımla, 'benzetmelik (/örnek-olay/paradigma)' görevi yapabilirdi (Kuhn, 1962). Werner'in öğrencilerinin önünde, açıkça tanımlanmış ve bir ölçüde üstesinden gelinebilir bir görev duruyordu. Saksonya'daki tabaka ardışımını alıp, yeryuvarlağının başka bölgelerindeki tabakaları incelemek ve açıklamakta bir 'büyüteç' gibi kullanabilirlerdi. Böylece, (Kuhn'cu terminolojiyi kullanmayı sürdürürsek) 'jeognozistler', yeryuvarlağının başka başka bölgelerindeki tabakaları Werner'ci bir çerçeveye yerleştirmek gibi bir dizi 'bulmaca' ile karşı karşıyaydılar. Kimi zaman bir bulmaca, Saksonya örnek-olayı gibi görülmesi beklenen belirli bir oluşuğun atlanmış olduğunun; ama, genel düzene uyulduğunun ayırt edilmesiyle çözülmüş olabiliyordu. Öte yandan, eğer veriler hiçbir yere yerleştirilemeyecek denli aykırıysa, o zaman bir 'kuraldışılık (/anomali)' söz konusuydu. Ve, eğer yeterince kuraldışılıkla karşılaşılmışsa, Werner'in örnek-olayını sonunda terketmek zorunluğu doğabilirdi (Kuhn'un bilimsel değişim konusundaki incelemesini bilen birinin bekleyeceği gibi). Werner'in öğrencileri dünyayı dolaşmaya başlayıp yanardağ etkinlik bölgelerini daha yakından tanıdıkça (bkz. VIII. Bölüm), bazı terk olayları görüldü. Wernerci kuram bir yandan terkediledursun, bir yandan da üzerinde oynandı.

Werner'in 'jeognozi'sine bir tür tarih bilimi gözüyle bakılıp bakılamayacağı, önemli bir soru. Werner'in 'oluşuk'lardan söz ettiğini gördük. Tabakalar yalnızca görünüşlerine, bileşimlerine ve hatta fosil içeriklerine göre sınıflandırılmamalıydı. Varlıklar zamanın akışı içinde oluşmuşlardı; ve geometrik bir düzene uyuyorlardı. Bu geometrik düzen -Steno'nun 'alttaki yaşlıdır' (süperpozisyon) ilkesinden yola çıkarak, Werner'in su öncelikli (deniz tanrısı Neptün'cü) kuramı doğrultusunda kullanıldığında- tabakaların birikme sırasını göstermekteydi, (en genci en üstte olmak üzere). Böylesi değerlendirmeler kimi yerbilim tarihçileri-

nin (örneğin Laudan, 1987: 94), tarihsel yerbilimin Werner'in çalışmalarıyla başladığı (ve dolayısıyla yerküreye ilişkin düşünme yöntemlerinde önemli, yeni bir evre olduğu) görüşünü benimsemelerine yol açtı.

Buna karşın, görünüşe bakılırsa, süredizin (/kronoloji) Wernercileri pek ilgilendirmiyordu ve onlar daha çok tabakaların uzamda birbirleriyle ilişkilerini ortaya çıkarmaya ilgi duyuyorlardı. Bu ise hiç kuşkusuz, madencilik ağırlıklı bir okul bağlamında beklenebileceğin ta kendisiydi. Bundan dolayı, her ne kadar Werner'in aklından gerçekte bir zaman boyutu geçmekte idiyse de, kuramının uygulamasında ağırlığı olmadı. İşte bu yüzden, Werner'in 'jeognozi'sini betimlerken 'tarihsel' terimini değil de, 'kökenci (/genetik)' terimini kullanmayı yeğliyorum. Werner şu sonuca ulaşmıştı: Tabakaların birikiminde saptanabilen genel bir ardışım vardı. Böyleydi; çünkü, evrensel okyanusta ve daha sonra okyanusun değişik havzalarında belirli bir sıraya göre meydana gelen değişmeler olmuştu. Yeryuvarlağının tarihi daha çok bir gramofon plağını andırıyordu: Bir kez çalmaya başladı mı, kendiliğinden belirli bir sırayı izliyordu. Bunun adına 'genetik' kuram diyorum.

Ama Werner'in 'jeognozi'si, genetik kuram niteliğiyle yüzde yüz başarı sağlayamadı; çünkü kısa sürede ayırdına vardı ki, benzer görünüşlü ya da benzer litolojiye sahip kayalar başka başka katmanlarda karşısına çıkmaktadır.[33] Eğer her bir oluşuk yerküre tarihinin belirli bir dönemine özgü idiyse, bu durumun olmaması gerekirdi. Bunun üzerine Werner, benzer koşulların zaman zaman yeniden ortaya çıktığını açıklayabilmek için *duruma-özel* bir varsayımdan yararlanmak zorunda kaldı. (Örneğin, yukarıda sözü edildiği gibi, okyanusların düzeyinde sürekli alçalma yerine, zaman zaman yükselmeler alçalmalar olduğunu varsayması gerekti.)

Öyle ya da böyle, Werner'in oluşuk kavramını aynı adı taşıyan çağcıl kavramla bir tutmak, Carozzi'ye (1988) göre yanlış olur. Carozzi, çağcıl oluşuk kavramının zamana ilişkin bir çağrı-

şım taşımadığını söylüyor. Günümüzün 'oluşukları' taş-tabaka bilgisine ilişkindir ve ancak fosiller ve biostratigrafi ile ya da radyometrik ölçümlere dayalı tarihlemelerden sonra zamansal ya da tarihsel bir anlam kazanırlar.[34] Carozzi'ye göre, 'yerbilimcilerin Wernerci "oluşuk" kavramından kurtulmaları', 'uzun ve sancılı' bir dönem sonunda oldu. Bundan dolayı, Werner'in çalışmalarına, Laudan'ın yaptığı gibi olumlu bir ışık altında bakmaz.

Yerbilimcilerin herşeyi yerli yerine oturtmalarının, Carozzi'nin önerdiği kadar uzun sürdüğünü sanmıyorum. Gerçekten de bana öyle geliyor ki, tarihsel yerbilim, on dokuzuncu yüzyılın başlarıyla birlikte yerini sağlamlaştırmıştı. Haklı olarak 'yerküre tarihçileri' sayılmış olan Cuvier ile Brongniart'ı (V. Bölüm) ele alalım örneğin: Paris Havzası'nda yaptıkları tabakabilim çalışmalarında 'oluşuk' terimini kullandılar. Ama gerçek şu ki, on dokuzuncu yüzyıldan ta günümüze değin uygulamalarıyla tarihsel yerbilim, hiçbir dönemde Wernerci 'jeognozi' ile aynı şey olmadı. Yaptıkları tıpkı sıradan bir tarihçinin yaptıklarına benzer: Belgeliklerden malzeme toplayıp, o malzemenin öyle biçimlenmesine yol açan olaylar ardışımına uyan, inandırıcı bir öyküyü bütünlemeye çalışır. Ve tıpkı bir tarihçinin değişik belgeliklerdeki bilgilerden ortaya çıkardığı kopuk tarih bilgilerini birbirine kaynaştırdığı gibi, tarihsel yerbilimci de ayrı ayrı coğrafya bölgelerinden derlediği tabaka bilgilerinden bir bütün dokumayı amaçlar. Her iki süreci de biçimlendiren, kuramdır. Tarihçi gerek duyduğu kuramları siyaset biliminden, toplum ruhbiliminden ya da her neredense oradan sağlar. Yerbilimci ise, aşınma-taşınma-biriktirme, tortulanma ve yanardağ etkinliği gibi süreçlere ilişkin kuramlardan yararlanır; bir de özellikle, fosillerin dağılımına ilişkin düşüncelerden (ve sonuç olarak geçirdikleri biyolojik evrimden). Hem insan tarihi öğrencisi ve hem de yerbilim öğrencisi açısından, şimdiki zaman geçmişi öğrenmede kaba bir kılavuzdur, ama yanılmaz bir kılavuz değildir.

Bunu söylemekle, Werner'in yerküre tarihi üstüne düşünme yöntemlerinin önemini azaltmayı amaçlamıyorum; tam tersi...

Laudan (1987) Werner'den söz ederken; onun düşüncelerini durup yorulmadan yorumlayan, uygulayan ve sınayan öğrencilerinin yeryuvarlağının her köşesine 'Werner ışınımı' gibi yayıldığını anlatıyor. Terim çok yerinde. Werner ışınımı dediğimiz örnek-olay sayesindedir ki, ilk kez yerküre araştırmaları mineralbilim kapsamı dışına çıkabildi. Werner ışınımı, Werner-benzetmeliği öncesi koşullardan kurtulmanın aracıydı.[35] Werner'in 'jeognozi'sinin geliştirilmesiyle, mineralbilimden 'pat' diye tarihsel yerbilime geçiş oluverdiğini söylemek istemiyorum. Gerçekten de, tarihsel yerbilim mineralbilimsiz edemiyordu.

On dokuzuncu yüzyılın ilk yıllarında, Werner yanlılarıyla Hutton yanlıları arasında bir tür egemenlik savaşı vardı.[36] Başlangıçta Werner yanlıları çoğunluktaydı. Bizim görüş açımızdan bakıldığında, Hutton haklı gibi görünüyor: Evrensel okyanus düşüncesi saçmaydı. Bulunulan yer ve yaşanan dönem ışığında, pekâlâ tersi söylenebilirdi. Eğer okuyucu geri dönüp Çizim 4.3'e bakarsa, Hutton'un Arran'ı betimlediği olağanüstü kesit, Wernerci bir bakışla da yorumlanabilir, istedikten sonra. Arran'ın yerbilimsel haritası için de aynı şey söylenebilir. Gerçekten de, Rudwick'in (1962) gösterdiği gibi, saygın bir kuruluş olan Londra Yerbilim Topluluğu'nun kurucusu, ünlü İngiliz yerbilimci George Greenough 1805 yılında İngiltere'yi bir uçtan bir uca dolaştığı sırada, arazideki kanıtlara bakarak Hutton kuramını mı, yoksa Werner kuramını mı yeğleyeceğine iç rahatlığıyla karar veremedi. Bunun sonucu, Yerbilim Toplulluğu'nun ilk yayınlarında bir tür kuramsal bilinemezcilik (agnostisizm) vardı; bir tür 'İkisinin de canı cehenneme!' tavrı... Herkes kuramdan uzak durmaya çalışıyordu. O denli hoşnutsuzluk içindeydi insanlar, Wernercilerle Huttoncular arasındaki kavganın şiddetinden...

O halde şurası açık ki, döneminde Werner kuramının kimseye yanlış görünmeyen bir yanı vardı; öyle ki, deney ve akıl yürütme gerektirmeyecek denli gün gibi ortada... Bu iki kuram, birbirinin bakışığı olmak bakımından, bir bakıma Batlamyus ve

Kopernik'in gökbilim alanındaki kuramlarıyla karşılaştırılabilirler. Arran Adası gibi bir yer 'üstüne düşünürken' birbirinden çok değişik iki yol tutulabilir. Eldeki sınırlı kanıtlar, şu yönde ya da bu yönde inanç sahibi olmayı sağlamaya yetmiyordu.[37]

Dünyanın İngilizce konuşulan kesimlerinde ağır basma eğilimi göstermiş Wernerci görüşe ilişkin bazı tarihsel önemde noktalar üzerinde durulabilir. Ortaya atacaklarım, Archibald Geikie'nin *Founders of Geology* [Yerbilimin Temelini Atanlar] adlı, iz bırakmış yerbilim tarihi ile ilgili daha çok. Geikie şöyle yazıyor:

> Bilim tarihinin hiçbir döneminde, kuramı bir yana attıklarını ve doğrulanmış olguları temel aldıklarını sanan Werner ve okulunun gördüğünden daha garip bir sanrı yaşanmadı. Hiçbir dönemde kuramın bu denli dolu dizgin gittiği bir dizge tasarımı ortaya konmadı; hem de öyle bir kuram ki, gözlemle desteklenmemiş ve, bugün artık bildiğimiz gibi, tümden yanılgı içinde... Werner'in yönteminin ve bu yöntemin uygulamaları ile varsayımlarının baştan sona hiçbir dayanağı yoktu ve varsayımlar sanki kanıtlanabilir gerçeklermiş gibi ele alınmıştı. Tam kanıtlanması gereken nokta, araştırılmadan doğru gibi kabul edilmişti ve kurgusallığa düşmemekle öğünen jeognostlar, gerçekte yerküre kuramının sorunlarını çözmeye uğraşmış kuşaklar arasında düşlemcilerin en onmazıydı (Geikie, 1962: 212).

Geikie Werner'i suçlamayı sürdürerek, bilgi dizgesini yerkürenin (Saksonya adlı) çok sınırlı bir alanı üzerine inşa ettiğini ve 'soğan kabuğu' modelinin hiç esnek olmadığını; ama tersi kanıtlarla yüzyüze gelince gevşeyiverdiğini söylüyordu. Yine Geikie'ye göre, (açığa vurmaktan çekinmeyerek söylediği gibi) üstün bir konuşmacı ve öğretmen olmasına karşın Werner 'yazmaktan tiksiniyordu'. Geikie'ye kalırsa, Wernerci ya da Neptüncü kuram kısa sürede, henüz yazarı yaşıyorken tartışma konusu oldu.

Bu tür değer yargıları, günün koşullarını hesaba katmayan(/anakronist)/karşıt bilim tarihi uzmanları için olağanüstü malzeme oluşturuyor.[38] Oysa, dünyanın İngilizce konuşulan bölümünde Werner'e saygınlığını geri kazandırmak için çok şey yapmış olan Alexander Ospovat, kuramın yalnızca 'soğan kabuğu' modeliyle bitmediğini gösterdi. Werner'in okyanusu alçalıp yükseliyordu (ama, toplamda alçalıyordu) ve fırtınalı ya da dingin dönemleri oluyordu (Werner, 1971: 22). Buna iki türlü bakabiliriz: Kuhn'cu bir anlayışla 'bir benzetmeliğin uzantısı' olarak; ya da, Sir Karl Popper'in alay konusu yaptığı gibi, *amaca özel* bir varsayımdan medet ummak olarak. Her iki bakış da, Werner'in çalışmalarının bilimselliğine kuşku düşüremez; istersе Werner'in 'jeognozi'si, Popperci anlamda 'iyi' bilim görüntüsü taşımasın...

Werner'in coğrafya bilgisinin, Geikie'nin sezindirdiğinden çok daha geniş olduğunu ve Geikie'nin okuyucularını inandırmaya çalıştığından daha bol yayın yaptığını sergileyen Ospovat oldu (1980). Daha da önemlisi, gözden kaçırmamak gerekir ki, her ne kadar Neptüncü kuram 1830'lara gelindiğinde artık İngiliz yerbiliminden dışlanmış idiyse de, Almanya, Fransa ve Kanada'da değişik biçimlerde direndi. Bunun başlıca nedeni, şist ve gnays türünden başkalaşmış kayaların, mineral damarlarının ve maden yataklarının mahiyetini anlama yolunda gösterilen çabalardı. Başkalaşmış kayalar yapraklanma ya da bantlaşma sergiler ve kimi zaman tortul kayalara ya da granit gibi kristal yapılı kayalara benzer görünüm verir. Bundan dolayı, granitin, Hutton'un inandığı biçimde, büyük bir magma kütlesinin yerküre yüzeyinin altında soğuması ve kristalleşmesinin ürünü olduğunu düşünmek, olayı fazlasıyla basite indirgemekti. Bu konu IX. Bölüm'de daha bütünlemesine incelenecek.

Böylesi tarih yazımını ilgilendiren konuları şimdilik bir yana bırakarak, Hutton-Werner yanlılarının tartışmalarının on dokuzuncu yüzyılın başlarında nasıl sonuçlandığını araştırabiliriz. Genellikle, Vulkancı (Romalıların ateş tanrısının adından dola-

yı) kuramın kazandığı sanılmıştır. Bu bir bakıma doğruysa da; IX. Bölüm'de gösterileceği gibi, kaynağını 'su ağırlıklı' kuramdan alan pek çok düşünce kullanımda kaldı ve yüzyılın sonraki kısmında gelişti. Auvergne'de yapılmış olabilecek arazi gözlemlerini saymazsak, Yanardağcıların 'utku'sunun (eğer bu utku idiyse) iki özgül dayanağı vardı.

Bir kere, Hutton'un arkadaşı Sir James Hall'ın (1761-1815) (1805, 1812, 1826) yaptığı deneye dayalı araştırmalar vardı. Hutton'un kuramına itirazlardan bir tanesi, ısının etkisi altında kalan kireçtaşının mermere dönüşemeyeceği idi; çünkü, ('karbonik asitli hava' ya da benzer bir terim yerine bugünkü adıyla) karbon dioksit uçup giderek geride sönmüş kireç kalmış olacaktı. Hutton, gazın basınç altındayken kaçamayacağını, böylece kireçtaşının eriyerek mermere dönüşebileceğini ileri sürdü. Hall bunu, üç aşağı beş yukarı gerçekleştirmeyi başardı: Öğütülmüş tebeşiri sımsıkı kapalı bir varil içinde ısıtarak taşımsı bir kütle elde etti. İnsan biraz imgelemini zorlasa, taşımsı kütle mermer sayılabilirdi. Ya da, William Whewell'in pek güzel benzettiği gibi, 'Sir James Hall, tebeşir unundan karılmış bir somun mermer çıkardı fırınından [*aslı gibi*]'. Neptüncüler ikna olmadılar. Belki tebeşir bu yolla pekişim kazanabilirdi; ama bu, mermer yapmanın tek yolunun bu olduğu anlamına gelmezdi. Su ağırlıklı bir köken olasılığı dışta bırakılmış olmuyordu.

Diğer bir deneyin esin kaynağı, Edinburgh yakınlarında olan Leith'deki bir cam fabrikasında geçen kazaydı: Kazada büyük bir erimiş cam kütlesi fırından dışarı akmış ve ağır ağır soğuyarak kristal yapılı bir kütleye dönüşmüştü. Hall, erittiği lav örneklerini hem hızlı hem de yavaş soğumaya bıraktı. Çabuk soğumanın ürünü cam oldu; oysa, yavaş soğumanın ürünü kristal yapılı bir ürün oldu. Neptüncüler buna karşı da bir yanıt buldular. Hall'ın deneylerini yineleyen Jameson, ısıtılan bünyeden alkali bir bileşenin uzaklaşmak zorunda kalması nedeniyle, ısıtılmadan önceki ve sonraki malzemenin kimyasının aynı olmadığını savladı (Sweet ve Waterston, 1967).

Yaptığı deneylerin üçüncüsünde, Hall kum ile tuzlu su karışımını ısıttı ve kumtaşına yakın pekişmiş bir madde elde etmeyi başardı. Huttoncular, deniz tabanında yığılan tortulların, tabandan gelen ısının etkisi altında bu duruma gelebileceğini söylediler. Ama Neptüncüler, işin içine tuzun karışmasının bir kimyasal sürece neden olduğunu ve ilksel okyanusun tuzlu, kaynar sularının da aynı işi yapabileceğini söylediler. Dolayısıyla, tartışmayı bitiren yalnızca Hall'ın deneyleri olmadı ve eğer bu öyküden bir ders almak gerekirse, o da şu: Deneysel yerbilim ya da laboratuvar çalışmalarının, yerbilim kuramı ya da arazi çalışmaları karşısında ille de bir üstünlüğü yoktur. Ama Hall'ın deneyleri, 'deneysel yerbilim'in (neredeyse) ilk örnekleri olmak yönünden önemliydi.[39]

Kesinlikle Hutton'un kuramından yana ağır basan bir başka deney dizisinin ereği de, -termometreden yararlanarak maden kuyularında- derinliklere indikçe yerkürenin gerçekten ısındığını göstermekti. Erken dönem kuramcılarından Kircher, Descartes ve Leibniz bu düşünceyi benimsemişlerdi; ama, on sekizinci yüzyılın 'su ağırlıklı' benzetmeliğinin gölgesinden kurtulamamışlardı. Werner ve yandaşları, yeryüzünün ana ısı kaynaklarının güneşten gelen günlük katkı, ilksel okyanusta birikmiş sıcaklık ve yörel kömür yanmalarının neden olduğu düzensiz, yüzeysel yanardağ etkinlikleri vb. olduğunu savunuyorlardı. Ama, on dokuzuncu yüzyıl başında konuyu gözlem yoluyla daha yakından inceleyen birkaç Fransız araştırmacı oldu (d'Aubuisson de Voisins, 1803, 1807; Cordier, 1827). Lagrange, Laplace ve Fourier gibi Fransız kuramcılar da, gökbilim ve fizik kuramının ışığında, yerkürenin derinliklerinin sıcak olması gerektiğini savundular.

Fransız maden mühendisi Louis Cordier'nin (1777-1861), birçok dergide yayımladığı deney sonuçları (örneğin Cordier, 1827) özellikle güvenilir bulunmuştu. Yoksa, İngiltere'nin güneybatı ucunda, Cornwall'daki maden ocaklarında da benzer mahiyette pek çok çalışma yapılmıştı ve ülkenin Yerbilim Top-

luluğu'nun bilimsel yayınlarında açıklanmıştı. Termometresini alıp Fransa'nın çeşitli maden ocaklarına indiren, ve termometreyi kuyu boşluklarında sallandırmak yerine kayanın içine yerleştiren Cordier, sıcaklığın her yirmi beş metrede 1°F gibi olağanüstü bir hızla arttığını buldu. Aynı eğimle artmayı sürdürmesi durumunda yerkürenin içinin sıvı olması gerektiği ve yüzeyinde, kalınlığı 100 kilometreyi bulan, ince, katı bir kabuktan başka bir şey bulunmadığı sonucuna vardı. Bu sonuç, Descartes'ın ve Leibniz'in önceki düşüncelerine uyuyordu. Cordier'nin düşüncesine göre, depremlerin meydana gelmekte bulunması, ince kabuğun esnek olduğunun kanıtıydı. Bunun yanı sıra, yerkürenin soğumakta ve büzülmekte olduğu düşünülüyordu. Dış kabuğun paramparça durumda olmasına yol açan bu soğuma ve büzülmeydi. Ama, kabuğun sıcaklık kaybının içteki malzemenin sıcaklık kaybından daha hızlı olması yüzünden kabuk, içteki malzemeyi baskı altında tutuyordu ve bu basınç, yanardağ etkinlikleriyle zaman zaman boşaltılıyordu. Böylesi bir kuram yerkabuğundaki tabakalanmayı açıklamaktan çok uzaktı ve Hutton'un yerbilim dizgesinin gerektirdiği anlamda çevrimsel bir kuram da sayılamazdı.

Cordier'nin dizgesi, dönemin Fransız yerbilim açıklamalarının çoğu gibi, bütünüyle tek-yönlüydü (geri işlemiyordu) ve Buffon'un izinden gidiyordu. Soğuma tek-yönlü bir süreçti. Bu nedenle, Cordier'nin kuramı, bir yandan suya dayalı Neptüncü kuramdan çok ateş üzerine kurulu Vulkancı kurama destek olurken, bir başka yanıyla Huttonculuğun yakınına bile uğramıyordu. Huttoncu olabilmesi için çevrimsel bir kuram olmalıydı; oysa, Cordier'ninki çevrimsel değildi; Fransız fizikçi Joseph Fourier'nin (1768-1830) (Fourier, 1820, 1824) yerkürenin soğumasına ilişkin yaptığı kuramsal açıklamayla uyumluydu daha çok. Fourier ise Laplace'ın evrenbilim kuramlarına bağlıydı[40] (bkz. XII. Bölüm). Gerçekten de, Cordier'ye esin kaynağı olan, Fourier'nin çalışmalarıydı (Edinburgh'ta oturan taşralı Huttoncularınki değil kesinlikle). Cordier'nin çalışmalarının

'çıktı' yanı ise, Elie de Beaumont'nun geliştirdiği, soğuyup büzülen bir yerküreye dayanan dağ oluşumları kuramıyla bağlantılıydı. Bu çok önemli ve derin etkileri olmuş kuramı, VIII. Bölüm'de ele alacağız.

Neptüncülerle Vulkancılar arasında -Gillispie'nin ([1951] 1959) *ustaca* ve etkili biçimde sergilediği- epeyce büyük tartışmalar sürerken, görünürdeki en önemli konu, yerküre kuramında ateşin mi yoksa suyun mu ağırlıklı olması gerektiğiydi. Tartışmayı iki tarafın da 'kazanamadığı' söylenebilir. Vulkancılar kazandıklarını savladılarsa da, cephenin yalnızca dar bir kesiminde baskın çıktılar; diğer bir deyimle bazaltın kökeninde... Aralarında granitin kökeni sorununu da sayabileceğimiz daha geniş konularda, tartışma günümüze değin sürüp gelmiş bulunuyor. Denebilir ki, yerbilimciler arasındaki büyük bölünme - sert (püskürük ve başkalaşmış kayalar) üzerinde uzman olanlarla, yumuşak (tortul) kayalar üzerinde uzman olanlar arasındaki bölünme- ta yerbilimin başlangıç yıllarına, Ateş Tanrısı ile Deniz Tanrısı'nın egemenlik günlerine dek gider. Ve yirminci yüzyılın 'migmatistleri' ile 'magmatistleri' arasında süren tartışma (bkz. IX. Bölüm ve Çizim 9. 3), imgelemin biraz zorlanmasıyla, uzak geçmişin ateş ve su çatışmasına dek götürülebilir. Yerkürenin üstüne düşünüldüğünde, bu iki etkenden -kendi kuramına- en uygunu hangisiydi?

V. Bölüm

Uzaklık ve Yükseklik Ölçümlü Yeryüzü Haritasının Yapımı: Toprak Üzerinde Egemen Olmanın Koşulu

Yerbilim haritacılığının başlangıcını on sekizinci yüzyılda Guettard ve Lavoisier gibi insanların çalışmalarında ve Füchsel'inki gibi haritalarda gördük.[1] Ama bu erken dönem haritalarının çoğu, tabakaları göstermekten çok minerallerin yerlerini göstermekteydi (Greenly ve Williams, 1930; Eyles, 1972; Taylor, 1985). Öncelikle iktisadi önem taşıyan kaya, mineral ve cevherlerin başverdikleri noktaları belirliyorlardı, ve yerkürenin tarihini anlatmaktan uzaktılar.[2] Bunu yapabilmek için, aynı yaşta olup da dış görünüşleri ayrı olan kayaları ayırmaya yarayacak bir ölçüt ya da kimi ölçütlere gerek vardı. Bir de, bilgileri haritaya uygulamayı sağlayacak öyle bir yöntem olmalıydı ki, bakan neredeyse bir bakışta anlayıversin.

Bilgilerin, harita biçiminde toplanmasının başlangıçlarına, örneğin Füchsel'in çalışmalarında rastlanabileceğinden söz etmiştik. Ama haritalarda boyanın bu amaçla kullanılması da büyük bir yenilikti. Bilinebildiği kadarıyla ilk kullanan, eğitimini Freiberg Akademisi'nde almış, Friedrich Gottlob Gläser (1749-1804) adında bir maden mühendisi oldu: Suhl dolaylarını ve Saksonya'nın Werra Irmağı boyunu gösteren bir harita yapmıştı (Gläser, 1775). Harita[3] köylerin, sanayinin, maden ocaklarının yerlerini ve madenlerin başverdiği noktaları gösteriyordu. Üç kaya türü, sınırlarını gösterir biçimde işlenmişti: Granit (kırmızıyla), kumtaşı (sarıyla), kireçtaşı (kül rengiyle). Sınırları çok kabaca gösterilen, yama yama oturtulmuş üç renk vardı. Ama, kumtaşını boydan boya kesip geçen bir de granit 'damarı' işlenmişti haritaya.

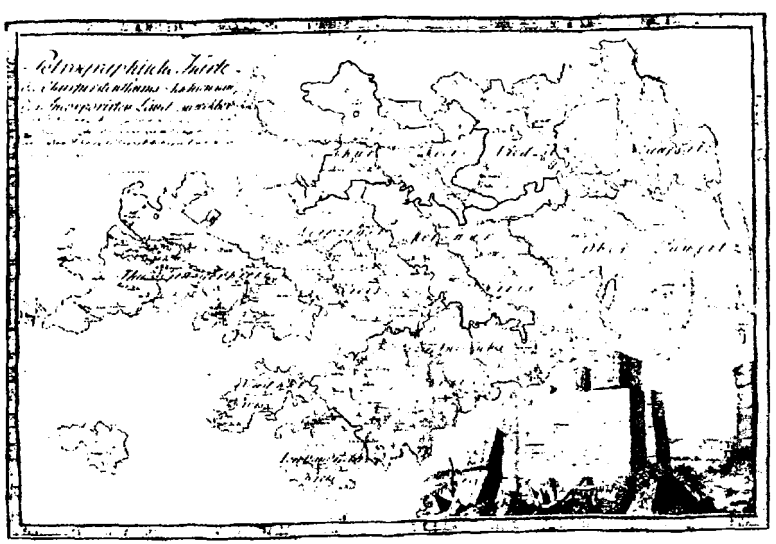
Üç yıl sonra, Werner'in Freiberg'den meslektaşı Wilhelm von Toussaint Charpentier (1780-1847), yalın bir Saksonya haritası yaptı. Harita, Werner'in önerilerine uyarak ve Wernerci kuramda önerilen sekiz taş-tabaka alt bölümünü sergileyecek biçimde boyanmıştı (bkz. Çizim 5.1).

Dört yıl sonra, Fransız Pierre Bernard Palassou (1745-1830), tabakaların doğrultu ve eğimlerinin gösterildiği sekiz mineralbilim haritası yardımıyla açıklanan Pirenelere ilişkin yerbilgisi konusunda kapsamlı bir makale yazdı (Palassou, 1781). Palassou'nun haritaları incelendiğinde, Pirenelerin içlerine doğru uzanan çeşitli vadiler boyunca dolaştığı ve oralarda rastladığı her türlü kayayı ve metal cevherini not etmiş olduğu hemen görülecektir. Sonra, çizelgelerine işlediği çeşitli kafaları (mostraları) düz çizgilerle, gezip görmediği (demek cesaretini kendimde buluyorum) dağ yamaçlarına doğru uzattı. Böylece, çağcıl harita yapımcıları gibi, bilinmeyen yerleri doldurmuş oluyordu. Bugün geldiğimiz noktadan bakınca, Palassou'nun kaba ve yalına indirgeyen bir yaklaşımla çalışmış olduğu söylenebilir. Hiçbir çağcıl haritacı, sınırları bunca bol keseden çizme yürekliliğini kendinde bulamaz. Ama, şurayı unutmamak gerekir ki, Palassou sınırları açıkça belli tortul tabakaları işlemiyordu hari-

tasına; onun yaptığı bir granit kütlesi içinde karşılaştığı çeşitli cevher yataklarını belirtmekti. Kitabında çok sayıda kıvrımlı tabakanın kesitini de vermeye çabalamıştı.

1801 yılında, İtalyan Scipione Breislak (1748-1826) İtalya'nın yanardağları konusunda yazdığı bir makaleyi, Napoli bölgesinin büyük bir haritası üzerinde açıkladı: Yanardağlar ve lav akıntıları kırmızı ile gösterilmişti (Breislak, 1802). Amerika'da, İskoçyalı William Maclure (1763-1840) ülkenin doğu bölgesinin renkli bir yerbilim haritasını yaptı (Maclure, 1809); ardından 1817 yılında değiştirerek yinelediği (Maclure, 1817) haritadaysa, 'Yaşlı Alacalı Kumtaşı' ya da 'Birinci Kumtaşı Oluşuğu' da içinde olmak üzere, altı 'Werner tarzı' taş-tabaka alt bölümü de yer almaktaydı. Hindistan'ın iki bölgesinin renkli yerbilim haritalarını yayımlayan, Benjamin Heyne oldu (1814).[4]

Ama, yeryüzünün haritasını çıkarma ve tabakaları renklerle gösterme alanında, erken dönemin en önemli çabası İngiliz mühendis ve haritacı William Smith'den geldi (1769-1839). Kısa sürede anlaşılmıştı ki, renkli haritaların tıpkı basımının sorunlarına



Çizim 5.1 Johann Friedrich Wilhelm von Toussaint Charpentier'e göre Saksonya'nın taş-bilgi haritası (aslı renkli) (1778, 1. Levha). (Londra Doğa Tarihi Müzesi'nin izniyle yayımlanmıştır.)

karşın, yerbilgilerini aktarmanın en etkili yolu harita yapımından geçmektedir. Smith'in gerçekleştirdiklerine özel önem kazandıran, değişik kaya birimlerini birbirinden ayırmak için taş-tabaka bilgileri yanında fosillerden de yararlanmaya başlamasıydı.

Smith, bugün Jura devri kayaları adıyla bilinen kayaların en belirgin biçimde başverdiği Batı İngiltere'de yer alan Bath bölgesinin çocuğudur. Kanal yapımının patlama gösterdiği on sekizinci yüzyıl Britanya'sında kendi isteğiyle, kurutma kanalı ve harita yapımı işine atıldı. Böyle bir uğraş sahibi olmanın ona Britanya'nın pek çok bölgesinde çalışma olanağı sağlaması sonucu, Güney İngiltere'de bulunan çeşitli kaya türleriyle tanışmış oldu. Tabaka bilgisi açısından ne iyi bir talihtir ki, Güney İngiltere'de tabakaların dağılımı yalın ve düzenlidir. Üstelik, taş-tabaka özellikleri açısından çok çeşitlilik sergilerler: Tebeşir, kil, kumtaşı, kömür, şeyl gibi değişik kayaların gösterdiği dağılım, tek rengin açıklı koyulu gölgeleriyle oldukça kolay işlenebilir; ya da, farklı renklerle işlenirse, daha da etkili olur.

Ama Smith bununla yetinmedi. Kendi yöresi olan Bath yakınlarında, adına oolitik[5] kireçtaşı* denen fosil bakımından zengin taşların bolca başverdiği görülmekteydi. Ama, fosillerin hepsi tek tür değildi. Gerçekten de, topraksı kireçtaşının bir altbölümünü belli bir fosil topluluğu nitelendirirken, bir başka altbölümünü başka bir fosil topluluğu nitelendiriyordu. Tebeşir gibi farklı taş-tabaka özellikleri taşıyan kayaların kendilerine özgü fosilleri vardı; ama, tebeşiri de fosil içeriğine göre alt-bölümlere ayırmak olasılığı bulunmaktaydı.

Bath yöresinin tepeleri, derin vadilerle yarılmıştır. Bu durum haritacının kayalar arasına, deyim yerindeyse, girip çıkmasına ve üç boyutlu yapıyı kavramasına olanak tanır. İşte bundan dolayı Smith, kanal yapımı ve diğer girişimlerin gerektirdiği ölçümlerle uğraştığı sırada, hiç değilse 1799 yılına gelindiğinde, ve büyük olasılıkla daha da erken, yeterince bilgi toplamıştı: Bölgede, kömür damarlarından tebeşire dek her çeşit tabaka-

* Tahıl tanecikleri gibi göz göz, topraksı ve tabakalı. (ç.n.)

nın, kalınlığıyla birlikte dökümünü yapabilmişti. Her kaya türünde bulunabilen birkaç fosil türünü de çizelgelerinde belirtmeyi unutmadı. Hemen yayımlanmamakla birlikte[6] bu çizelgenin el yazması suretleri elden ele dolaşır olmuştu. Hemen ardından, Smith İngiltere'nin ve Galler'in renkli bir yer bilgileri haritasını yapma hazırlıklarına başladı; harita, Britanya'nın bundan böyle yapılacak bütün yerbilgisi haritalarının öncüsü olacaktı. 1801 tarihini taşıyan erken dönem taslaklarının varlığı biliniyor; ve hatta, daha erken tarihlilerin de bir dönem var olduğu, ama bunların yittiği ya da iyi korunamadığı düşünülüyor (Judd, 1897; Cox, 1942). Yine de, ekinde bir açıklamayla, eksiksiz bir haritanın yapımı 1815 yılını buldu (Smith, 1815a, b).

Smith'in (yıllar içinde gözleme dayalı bilgileri arttıkça, elinden çıkan her surette biraz daha düzeltmeye uğramış) haritası, birkaç yanıyla dikkat çekiciydi. Birincisi, her dalda bilgili haritacı arkadaşı John Farey'den (1766-1826) ve daha sonra, on dokuzuncu yüzyılda İngiltere'nin en seçkin yerbilimcilerinden biri konumuna gelecek ve sonunda Oxford'da kürsü sahibi olacak yeğeni John Phillips'den önemli yardım görmüş olmasına karşın, harita büyük ölçüde tek kişinin çabasının ürünüydü. İkincisi, Smith tabakaların sınırlarını belirtmek için çok açık seçik; ama uğraştırıcı bir yöntem kullandı. Her kaya türüne, özgül bir renk verdi (çağcıl haritalarda hâlâ Smith'in kullandığı renklerden bazıları kullanılıyor); ve her tabakalanma biriminin boyasını tabana doğru gittikçe koyulaştırarak, birbirinden yeterince kolaylıkla seçilmesini sağladı.[7] Haritada verilen bilgiler Smith'in yakından tanıdığı Somerset ve Gloucestershire gibi bölgelerde çok ince ayrıntılara dek inerken, Anglesey gibi yakından tanımadığı ya da daha karmaşık bölgelerde açık seçik değildi.

Söylendiği gibi Smith, İngiltere ve Galler ile İskoçya'nın kimi bölgelerinin haritalarını neredeyse tek başına çıkardı ve yıllar ilerledikçe daha çok ayrıntının eklendiği çeşitli düzeltilmiş suretlerini yayımladı. Çok büyük oldukları için haritaları bu kitaba almanın kolay bir yolu yok. Ama, Smith'in çalışmalarına



Çizim 5.2 William Smith'in elinden çıkan Cumberland yerbilgileri haritası 1824 (aslı elle renklendirilmiş). (British Library'nin izniyle yayımlanmıştır.)

bir örnek olmak üzere, İl Haritaları dizisinden buraya aldığımız Cumberland İli haritası Çizim 5.2'de görülüyor (Smith, 1824). Smith ve Farey, İl Haritaları dizisini daha çok ticari amaçla çıkarmışlardı. Dizi, Smith'in ana haritasından alınma bölümlerden oluşuyordu ve parça parça satışa çıkarılması, İngiltere ve Gallerin çeşitli illerinden alıcıların işine geliyordu.

Her ne kadar Smith, fosillerin tabakalar için 'kılavuz' görevi yapabileceğini söyleyen büyük ilkesi dolayısıyla haklı bir üne kavuşmuş idiyse de, Rachel Laudan'ın (1976) savladığına göre,

kendi söylediklerine kendisi de her zaman uymuyordu. Görüyoruz ki, (Smith'in, değişik kaya birimlerini, içerdikleri fosillere göre nitelendirme ilkesine uyarak) ayrı ayrı olması gerektiğini bildiğimiz kireçtaşlarını, haritasının kimi yerlerinde tek renge boyamış; tersine, fosillerine bakarak süredizinsel tabaka kesitinde aynı tortulanma bölümüne girmesi gereken bazı tabakaları da, değişik yerlerde değişik renklerle göstermiş.

Laudan, Smith'in fosillere her zaman güvenmediğini savlıyor. Smith'in 1799 yılında Bath'da kendi yönetimi altında düzenlettiği ilk tabaka çizelgesine baktığımızda Laudan'ın savının destek bulduğunu görüyoruz.[8] Çizelgede, kömürden yukarı doğru tebeşire dek, yirmi üç kaya birimi sıralanmış. Her kaya biriminin öngörülen tabaka kalınlığı belirtilmiş, taş-tabaka özellikleri betimlenmiş, ve bazı fosil adları sayılmış. 'Kırmızı toprak' olarak adlandırılan birime (bugün Triyas yaşlı kabul ediliyor), 'Bilinen herhangi bir fosil yok' notu düşülmüş. Oysa, Bath bölgesinin 1801 yılında elle yapılmış ve günümüze gelebilmiş bir yerbilgisi haritasında, sınırları belirlenmiş ana birimlerden biriydi bu birim.[9] Buna göre Smith, tabaka birimlerini, önce taşının özelliklerine bakarak ayırıyordu. Gerçekten, aklın tartısına vurulursa, başka türlü yapmış olmasına olanak yoktu.

Ama bunu söylemek, Smith'in, tabakaların özgül fosil içeriğine bakarak tanınacağı ilkesini saptamadığı ya da o ilkeden yararlanmadığı anlamına gelmiyor.[10] Örneğin, daha önce söz edildiği gibi Bath bölgesinde, taş özellikleri birbirine benzeyen üst topraksı kireçtaşı ile alt topraksı kireçtaşını birbirinden fosil bilgisine (paleontoloji) dayanarak ayırdı. İlke hep aklındaydı; ondan her zaman yararlanmasa, ya da yararlanmayı beceremeyecek konumda olsa bile... Üstelik, Güney Britanya'daki başlıca birimlerin tabakabilimsel dikme kesitini ortaya çıkararak, ülke yerbilimi açısından önemli bir görevi yerine getirdi. Bunu, *Geological Section from London to Snowdon* [Londra-Snowdown Arasının Yerbilimsel Kesiti] (Smith, 1819) adıyla yayımlayıp elle boyadığı hayranlık uyandıran çizimde çok güzel görebiliyo-

ruz: Tabaka sıralamasının üst bölümlerindeki tabakaların görece kalınlıklarını ve uzamsal ilişkilerini, bugün anladığımız biçimiyle, göstermektedir. Ancak kesit karmaşık Galler bölgesine ulaştıktan sonra Smith'in işi 'geçiştiriverdiği' söylenebilir; çünkü, orada karşılaştığı, olağanüstü karmaşıklıkta -Werner kuramındaki adıyla- 'geçiş kayaları'nı yeterince, hatta başlangıç olarak bile, yerli yerine oturtamamıştır; nerede kaldı, tabakaları kendi yöntemiyle fosil içeriğine göre düzenlemek...

Yerbilim haritası ve yerbilim kesiti, bir bölgenin yerbilim tarihinin tutarlılığını sınamakta çağcıl yerbilimcinin yararlandığı temel el araçlarıdır. Ama, 'Smith, tabakalarda dile gelen biçimiyle, yerküre tarihine özel bir ilgi duymakta mıydı acaba?' diye sorulacak olursa, bu yerinde bir soru olur. Sonuçta, işi harita yapmaktı ve öyle sanıyorum ki, onu asıl ilgilendiren, kolaylığı ve hesaplılığından dolayı, tabakaların geometrik düzeniydi; tıpkı daha önceleri Saksonya'da Wernercilerin olduğu gibi... Smith'e göre, tabakalar, 'oluştuklarından beri nasılsa öyleydiler ve yerkabuğu o zamandan beri pek bir yamulup yumulma ya da ırgalanma görmemişti. Bir tek Tufan'dan söz edilebilirdi ki, o da yüzeysel bir olaydı.'[11] Yeryuvarlağının genel tarihini incelemek başkalarının işiydi.

Bu göreve hevesle sarılanlar, sayıları on dokuzuncu yüzyılda artan yerbilimciler oldu; ellerindeki başlıca araçlar, yerbilimsel harita yapımı ve paleontolojik verilerin (fosillerin) bağlılaştırımıydı. Britanya'da, tüm ülke haritasının yapımı, 1807 yılında George Bellas Greenough'ın (1778-1855) önderliğinde kurulan Geological Society of London'ın (Londra Yerbilim Topluluğu) beyefendi takımı yerbilimcilerince yürütüldü. Smith'in dışında yürütülse de, temel çıkış noktası onun çalışmalarıydı. Greenough'ın haritası 1819 yılında (Greenough, 1819), ekinde bir açıklamayla birlikte piyasaya çıktı (Greenough, 1820). İkinci basımı yirmi yıl sonra yapıldı. Haritanın 'nesnel', kuramdan-arınmış ve gözlemle saptanmış bir bilgiler toplamı olması özellikle amaçlanmıştı. Smith'in tek başına ortaya koyabileceğinden çok daha fazla bilgi içermekteydi.

Greenough'ın haritası, Neptüncülerle Vulkancılar arasında, özellikle Edinburgh'da[12] geçen tartışmaların beraberinde getirdiği kurgusal kuram alıştırmalarına yararlı bir karşı çıkış oluşturuyordu. Ama işin doğrusu, eğer kullanana olabildiğince çok şey söylemesi isteniyorsa, haritanın kuram ışığında hazırlanması kimi bakımlardan daha iyidir. Yoksa, harita 'anlam'dan yoksun olacaktır. Smith'in kendisine özgü kuramı olağanüstü ilginçlikteydi: Britanya'nın doğusunda bir yerde peş peşe sarsılmalar yaşanmış olduğunu; bu sarsılmaların Güney Britanya'da bir baştan öbür başa, üst üste tortul tabakalar yaydığını (kıyıya art arda vuran köpük tabakaları gibi); kendi harita yapım yöntemiyle açıklığa kavuşan kaya dağılımının böyle doğduğunu düşlüyordu. Ayrıca Werner'in 'evrensel' oluşuklar düşüncesine bağlılığını da sürdürüyordu. Bu tür düşünceler bugün bizlere ilginç gelmeyebilir; ama, Smith'in olağanüstü güzellikte ve açık seçiklikte haritalar üretmesinin önünde engel oluşturmadılar ve yerbilimsel düşünce biçimini somutlaştırdılar.[13] Harita yapımında her ne kadar nesnellik önem sıralamasında en başta gelirse de, azıcık kuram katılması, hiç katılmamasından daha iyidir.

Burada belirtmek gerekir ki, tarihsel incelemelerde (Britanya söz konusu olduğunda) her ne kadar ilgi Smith ve Greenough'ın büyük boyutlu erken dönem haritalarına yöneltilmişse de; aynı dönemin, tümüyle dikkatlerden uzak kalmış, daha ayrıntılı bir harita yapım 'geleneği' daha vardı. Yakın tarihli bir makalesinde Torrens (1994), Smith, Farey vb. 'becerikli kişilerin', genellikle malikânelerinin mineral varlığını bilmek isteyen toprak sahipleri adına, nasıl küçük bölge haritaları çıkardıklarını ve ayrıntılı yerbilimsel araştırmalar yaptıklarını göstermiş bulunuyor.

Bu ayan kökenli işverenlerden biri, Royal Society'nin güçlü başkanı Sir Joseph Banks idi. Banks'ın Derbyshire'daki Ashover Malikânesi'nin, 1812 tarihli, olağanüstü ince ayrıntılı ve renkli bir yerbilgileri haritası bulundu. Farey'in, Smith'in ilkelerine uygun olarak yaptığı haritayı bulan, Torrens idi.[14] Eğer tarihi bilinmese görünüşünden, haritanın on dokuzuncu yüzyıl

sonlarında yapılmış olduğu sanılabilirdi. Bu yeni buluş da gösteriyor ki, on dokuzuncu yüzyıl başlarında, bugüne değin sanıldığından çok daha güçlü bir yerbilimsel harita yapım geleneği bulunmaktaydı, büyük olasılıkla. Ama toplumun öğrenim görmüş kesiminin geneline bakınca, yerküreye ilişkin düşünce yöntemlerini pek etkilemiş olduğu söylenemez. Orta sınıfın alt kesiminden gelen Smith, Geological Society'nin erken döneminde üyeliğe alınmadı. Banks ise gerekli toplumsal nitelikleri taşıyordu ve yayınlarını desteklemek yoluyla Smith'den yana pek çok girişimde bulundu. Ama, Geological Society'nin, 'kendi' kurduğu Royal Society'nin yanı sıra serpilmesinden hiç de hoşnut olmayan Banks, 'Yerbilimsellerin' derneğine katılmadı. İşte bu yüzden, soylu yerbilimcilerle işin erleri arasında çıkar birliği ve ortak mesleki çalışmalar, -Banks istese sağlanabilecekken- genel bir olgu olarak ortaya çıkmadı. Toplumun kafasında genelde daha ağır basan ayanın düşünceleriydi; oysa, Smith ilerde daha çok sayılarak ona tabakabilimin kurucusu gözüyle bakılacak ve yaşlılığında, Adam Sedgwick kendisine 'İngiliz yerbiliminin babası' adını verecekti.

Yerbilimsel harita yapımcılığına Fransa'da önemli katkı yapanlar arasında mineralbilimci Alexandre Brongniart (1770-1847) ile hayvanbilimci Georges Cuvier (1769-1832) vardı. Döneminin en sözü dinlenir bilim insanı olan Cuvier, özellikle -VI. Bölüm'de ele alacağımız- 'ani yeryüzü yıkımı' görüşü ile anılır. Şimdilik şu kadarını belirtmekle yetinelim: Brongniart ile Paris havzası üstüne yaptıkları çalışmada Cuvier, çeşitli tortul kaya birimlerinin (yazarların bunlara 'oluşuk' adını vermesi dikkat çekici) yığıldığı sırada egemen olan koşulları kafasında canlandırmaya çalıştı. Örneğin, (çağcıl tortulanma olaylarına benzeştirerek) tuzlu su ve tatlı su ortamlarındaki tortulanmaları birbirinden ayırdılar; böylelikle, Paris bölgesinin yerbilim tarihini, denizin ilerlediği ve çekildiği dönemleriyle; suların kavkılı hayvanlarla kaynadığı ve bomboş kaldığı dönemleriyle okuyucunun önüne serebildiler. Görünüşü birbirine benzeyen ancak süredi-

zinsel bakımdan ayrı tabakaları, fosillerin yardımıyla belirlediler. Başka bir deyişle, Smith'in tabakabilim ilkesini uygulamaya koydular. Örneğin, Werner'in betimlediği alçıtaşıyla Paris bölgesinde karşılaşılan alçıtaşını, belirli kavkı yataklarıyla ilişkilerine bakarak birbirinden ayırdılar. Bütün bunlar, yerbilim olaylarını kendi gözüyle görmüş insanların tanıklığına gerek kalmadan yapılabildi (Cuvier ve Brongniart, 1808, 1811, 1822). Öncelerdeyse, gördüğümüz gibi, yerküre tarihi üstüne birşeyler öğrenmek isteyen Robert Hooke kadim kayıtlara, mit ve söylencelere başvurmanın zorunlu olduğunu düşünüyordu. On yedinci yüzyılda kayalar ve fosiller yeterli sayılmıyordu.[15] Öte yandan, Lavoisier'nin çalışmaları, Brongniart ve Cuvier'nin önüne, hem zaman hem de uzamca yakın bir örnek sağlamaktaydı.

Ayrıca on dokuzuncu yüzyılın başlarında, farklı bölgelerde yapılmış yerbilim gözlemleri arasında bağlantı kurmaya dönük çalışmalar da yapıldı. Bu tür çalışmaların bir örneğini, İskoçya doğumlu mimar Thomas Webster verdi (1773-1844). Londra'da bulunduğu yıllarda müze bekçisi, kitaplık sorumlusu, proje ressamı ve yeni palazlanmakta olan Londra Yerbilim Topluluğu'nun sekreterlerinden biri olarak görev yaptıktan sonra, 1841 yılında, Londra'da Üniversite Koleji'nin ilk Yerbilim Profesörü oldu. Wight Adası'nın, Hampshire ve Londra Havzalarının yerbilgilerini ele aldığı klasikleşmiş makalesinde (Webster, 1814), dönüşümlü birikmiş deniz ve tatlı su tortullarını birbirinden ayırt edişte Brongniart ve Cuvier'nin çalışmalarını izlemişti. Tebeşir alt bölümleri fosil verilerine dayanarak saptanmıştı ve açıklaması renkli haritalar ve kesitlerle donatılmıştı. Bizim şimdiki amacımız açısından daha da önemli olan, Güney Britanya'da incelemekte olduğu kayalarla, Manş Denizi'nin karşı kıyısında Brongniart ile Cuvier'nin Fransa'da betimlediği kayalar arasında bağlılaşım saptama çabasına düşmesiydi: Paris, Londra ve Wight Adası (Hampshire) tortulanma havzalarını çizimler yardımıyla (10. tablosunda) karşılaştırıyordu.[16] Webster ayrıca, Wight Adası'nda ve Purbeck Adası'nda

görülen yüksek eğimli devrik tabakaları ve tabakalardaki kırılma (faylanma) görüntülerini, geçmişte yerkürede büyük deprenmeler (/hareketler) olduğunun ve deprenmeleri geniş çaplı bir aşınma izlediğinin kanıtı olarak kullandı.

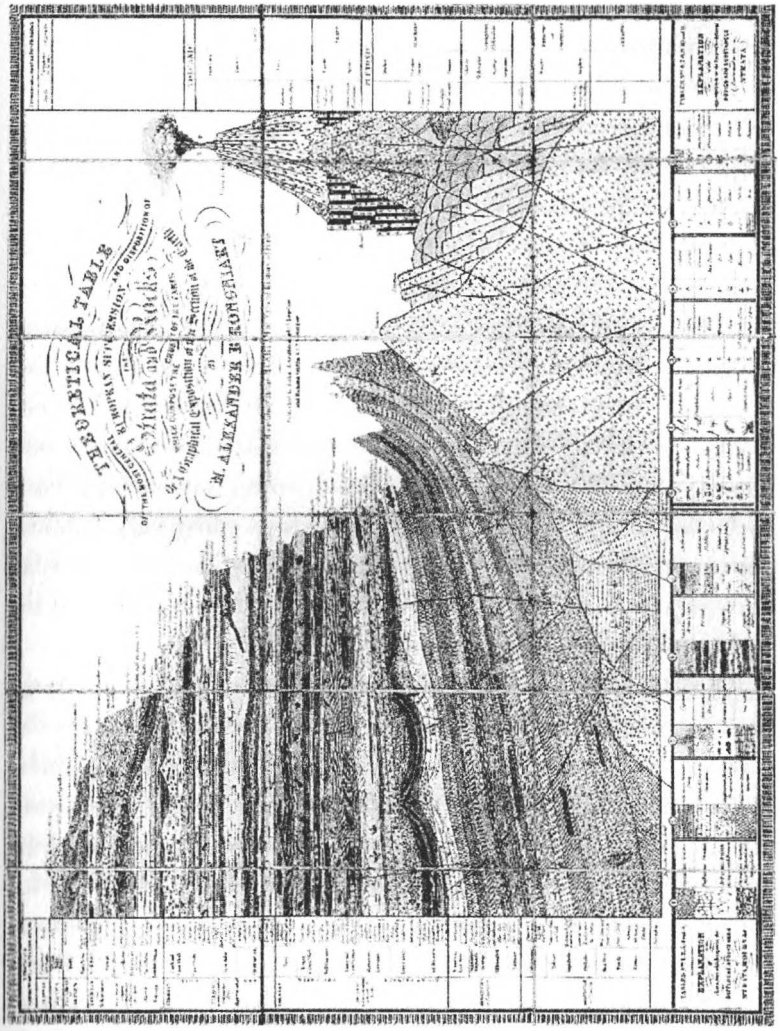
Webster'in araştırmalarında, günümüze değin sürüp gelen çalışmaların başlangıcını bulduğumuzu söylüyorum: Yerkürenin tabakalarının haritasını çıkarma ve sonuçları yerkürenin yerbilimsel tarihini anlatabilmek amacıyla yorumlama çalışmaları bugün hâlâ sürüyor. Bu uygulamanın ortaya çıkışına ben yerbilimde 'tarihselleştirme'* adını veriyorum.[17] Yerkürenin tortul tabakalarını bir tür yaz-boz tahtası gibi düşünebiliriz. Yerbilimcinin -bir tür tarihçi olarak- görevi, üst üste, biri tam silinmeden öteki yazılmış yazıları birbirinden ayırmak, parçaları arasında bağlılaşımı (/korelasyonu) sağlamak ve onları zaman sırasına sokmaktır. Bundan sonra, her ele geçmiş parçanın kimliğine bakarak, kendi kökenine ilişkin verdiği ipucu ölçüsünde, bütünün tarihini kayıtlardan okumak olasılığı doğar. Hiçbir oluşuk dünyanın her yanına yayılmış değildir; ama, yatay uzantıları olabildiğince saptanmalıdır. Taş-tabaka özellikleri, aynı zaman dilimi içinde nasıl uzamda değişim gösterebilirse ve göstermesi olağansa (örneğin, çamurlu bir ırmak ağzının yakınında kıyı kumulları bulunması gibi), aynı durum fosiller için de geçerlidir; ama, (paleontolojik) fosil verilerinin yardımıyla, hiç değilse bir ölçüye değin yanal bağlılaşım olanağı bulunabilir.[18]

Böylece, Werner'in yaşadığı 1780'lerle 1815 dolayları arasında yerbilim, 'tarihselleşti'. Wernerci kuramın, (en yalın ve bilgiçlikten uzak yorumuyla) 'kat kat soğanı' andıran modeli, (ne de olsa, zaman içinde oluşan tabakalarda belirli, keşfedilebilir bir düzen vardı) tortul taşlardan oluşan yaz-bozun tarihinin araştırılmasına yol açtı. Alexandre Brongniart'ın elinden çıkmış bir kesit (tarihsiz, 1829 olabilir), bu yoldaki çabaların sonuçlarını en iyi biçimde sergiliyor: Kesit, on dokuzuncu yüzyılın otuz-

* Karşılaştırmalı tarih [koşulları saptama ve diğer dönemlerden ayrı yanlarını belirleme]. (ç.n.)

lu yıllarına gelindiğinde, Avrupa'da yerleşik tabakaların genel tarihinin nasıl anlaşıldığını iyi gösteriyor (Çizim 5.3).

Bu sanki kendini beğenmiş bir Wernerci'nin elinden çıkmış 'kat kat soğan' modeliymiş gibi gelebilir insana; hatta Lehmann ve Füchsel'i aşmış yandaşlarından birinin elinden çıktığı sanılabilir. Aralarında şöyle bir ayrım olduğunu öne sürüyorum: On



Çizim 5.3 Alexander Brongniart'ın gözüyle Avrupa'daki tabaka ardışımını genel biçimde gösterir (özgün suret boyalı) kesit. (Londra Doğa Tarihi Müzesi'nin izniyle yayımlanmıştır.)

dokuzuncu yüzyılda yaşamış Brongniart'a sorulursa, bu bir katmaca çizimdi: Avrupa'nın çeşitli bölgelerinin yerbilimsel tarihi üstüne bilinenlerinin bir tür 'ortalama'sıydı. Birkaç tekil ya da yörel tarihin bileşimiydi. Füchsel'in çizimiyse, tersine, yalnızca Thuringia'da işe yarıyordu. Werner'in tabaka ardışımı, her ne kadar Füchsel ve başkalarının sağladığı türden bilgileri temel alsa da, tarihsel (ya da tarihselleştirilmiş) yerbilim çalışmalarının gerektirdiğinden çok ötede kuramsaldı. Yine de, Wernerciler Brongniart'ın ortaya koyduğu katmaca sonucun altına seve seve imza atarlardı. Ama Werner'in kendisi, bunca kurama karşın, böyle bir sonuca ulaşamadı. Tabaka bilgisinin kazanılacağı yer, arazi çalışmalarıydı.

Bunda hiç de şaşacak bir yan yok. Unutmamak gerekir ki, karşılaştırmalı yerbilim tarihi çalışması, imece isteyen bir iştir; biraz da kurumsal destek... Bir başına ve bir gecede gerçekleştirilemez. Smith'in elinde bir harita, tabakaların oluşumunu açıklayan (işe yaramaz) bir kuram ve bir de Britanya'daki tabakaların geometrik düzenine ilişkin sağlam bir görüşten başka birşey yoktu. En ince ayrıntılara dek inen bir kayalar tarihi değildi ortaya koyduğu. Bu tür tarihin ortaya çıkışıysa, on dokuzuncu yüzyılın ilk yıllarıyla birlikte başladı. Öncülük yapanlar Brongniart ve Cuvier idi, ama Webster gibi daha az tanınmış kişiler de üzerlerine düşeni yaptı.

Karşılaştırmalı yerbilim çalışmalarıyla birlikte, yerbilim araştırmalarının önünde yeni ve çekici bir ufuk açıldı. Ülke haritalarının yapılması zorunluğu vardı ve bu öyle ya da böyle, eşgüdümlü bir yaklaşımla yapılmayı gerektiriyordu. Bir ülke haritasının çıkarılmasıyla birlikte, ülkenin yerbilimsel tarihi de belirlenebilir duruma geliyordu; ve tam bu ayrıntılı harita çıkarma sürecidir ki, aynı zamanda ülkenin yeraltı zenginliklerine ve dolayısıyla iktisadi olanaklarına ilişkin birşeyleri açığa çıkarıyordu. Sanayi Devrimi'nin hızlı gelişimiyle birlikte, ulusal yerbilim haritacılığı gittikçe daha çekici duruma geldi ve on dokuzuncu yüzyılda hiç bıkıp yorulmaksızın sürdürüldü; ta bugünlere gelene değin...

On dokuzuncu yüzyılın ilk otuz yılında, bütün bir ülkenin haritasını çıkarabileceklerini sanacak denli gözü kara kişiler ortaya çıktı. Gördüğümüz gibi, İngiltere, Galler ve İskoçya'nın bazı bölgelerinin haritasını çıkarmayı William Smith üstlendi. Richard Griffith (1784-1878) İrlanda'da çalıştı (bkz. Herries Davies ve Mollan, 1980; Herries Davies, 1983, 1995) ve 1814 yılında haritasının bir erken örneğini sergilemişti bile; ama, yayımlanması 1838 yılını buldu. 1808, İskoçya'nın kabaca yapılmış bir yerbilim haritasının, Yerbilim Topluluğu'na (Geological Society) sunulduğu yıldı. Haritayı yapan Genevan Louis Albert Necker (1786-1861), 1806 yılında Edinburgh'da öğrenim görmüş ve yaşamının sonraki yıllarını Skye'da geçirmişti. Daha da önemli olan, John Macculloch'ın (1773-1835) çalışmalarıydı. Tek başına yaptığı büyük İskoçya haritası ölümünden sonra yayımlandı (Macculloch, 1836; Cumming, 1981). Her ne kadar çalışmaya özel merak olarak başladıysa da, giderek (1825 yılında) devletten para desteği sağladı; tek kişilik resmi bir haritacı takımı gibi çalıştı. Dayandığı kuram büyük ölçüde Wernerci nitelikteydi. Britanya'nın küçükçe yörelerinin de haritaları, yüzyılın hemen başlarında başarıyla yapıldı. Bir örnek vermek gerekirse, J. S. Henslow'un yaptığı Anglesey haritası sayılabilir (Henslow, 1822; Oldroyd, 1993).

İngiltere ve Galler haritasının resmi çıkarım işi de tek kişiyle başladı. Bu tek kişilik gösterinin oyuncusu (daha sonra Sir Henry olacak), Henry De la Beche (1796-1855) idi (bkz. McCartney, 1977; Rudwick, 1985). Hali vakti yerinde bir asker ailesinden gelen ve Great Marlow[19] Harp Okulu'nda öğrenim gören De la Beche bir süre Jamaika'da yaşadı. Miras paylaşımında payına köle gücüyle işleyen bir şekerkamışı çiftliği düşmüştü. Adanın taşlarını, arazi yapısını inceledi ve bölgenin uzmanı oldu. 1824 yılında İngiltere'ye dönüp West Country'ye yerleşerek yerbilim alanına olan ilgisini sürdürdü.

Her ne kadar o sıralarda, bugün artık 'soylu yerbilimci' (Rudwick, 1985) olarak anılan kişilerden sayılıyorduysa da, De

la Beche'nin parasal durumu pek sağlam değildi (yine de, 1820'lerin sonuna doğru[20], Avrupa'da yerbilim amaçlı gezintilere çıkacak zaman buldu). Böyle olunca, Devonshire'ın yerbilgisi haritasını yerbilime duyduğu kişisel ilgi nedeniyle yapmaya başlamışken, kısa sürede parasal destek isteğiyle devletin kapısını çaldı; tıpkı daha önce Macculloch'un yaptığı gibi... Destek, Haritacılık Dairesi'nden gelecekti; böylece, 1832 yılında De la Beche, adına 'sözleşmeli iş' diyebileceğimiz bir devlet işini üstlenmiş oldu: 300 İngiliz lirası ücret karşılığında Devon bölgesinin yerbilim haritasını yapacaktı. Görevini başarıyla tamamlamasına parmak ısıran Haritacılık Dairesi yönetimi, 1835 yılında De la Beche'i tam gün çalışmak üzere bünyesine aldı. İngiltere Haritacılık Dairesi'nin temeli böylece atılmış oldu. 1839 yılında Londra'da kurulan İktisadi Yerbilim Müzesi, 1840'ların ortalarına gelindiğinde on kişilik bir çalışan topluluğu kurmuştu. Britanya Adalarının geniş çaplı harita yapım çalışmaları, başlamış bulunuyordu.[21]

Burada belirtmek gerekir ki, De la Beche asker kökenli bir insandı ve yerbilimsel harita yapımcılığının üstesinden gelmekteki becerisi Harp Okulu'nda aldığı matematik ve topografya haritacılığı eğitiminin sonucuydu. Ayrıca, bünyesinde çalışacağı daire, ilk önce stratejik askeri amaçlarla kurulmuştu. Bu yüzden, ilk düşünülen biçimiyle ve kuruluş aşamasında, Yerbilim Haritacılık Dairesi'nin bir askeri örgütlenmeyi andırmasına şaşmamalı. Başlangıç döneminin haritacı 'subaylar'ı askeri biçemli üniforma giyiyordu. Bana öyle geliyor ki, kurumun temel felsefesi (/çekirdek 'ethos'u) askeri nitelikteydi: Haritası yapılan her toprak parçası[22] sanki 'ele geçirilmiş' ya da bilimin denetimine sokulmuş oluyordu.

Ama bu 'denetime alma' konusunun başka bir yönü daha vardı. Tabakabilimsel dikme kesitin ara bölümleri nasıl belirlenecekti? Bunun yanı sıra, haritalar neye göre boyanacaktı? Werner, yandaşlarına 'geçiş evresi' kayaları ile *'flötz'* (tabakalı) kaya kavramlarını bırakmıştı. Tabakalı kayalar kabaca Karbonifer dediğimiz kömür içeren oluşuktan tebeşire değin gidiyordu.[23]

Kömür tabakalarının altında (Werner'in adlandırdığı üzere[24]) Yaşlı Kırmızı Kumtaşı (Fransa'da *Gres ancien* deniyordu) bulunuyordu. Onun da altında büyük bir geçiş kayaları kütlesi vardı. Bu geçiş kayaları 1830'lara gelinceye dek fosil içeriği bakımından dizgeli (/sistematik) bir incelemeye konu olmamıştı. Demek ki, yapacak iş vardı ve çalışma, büyük ölçüde bu 'denetim' merakından hız alıyordu.

Tabakabilimsel dikme kesitin ana alt-bölümleri, bugün bilinen biçimiyle, altbölümü ilk öneren kişinin adı ve adın konduğu tarihle birlikte 5.1 no'lu çizelgede verilmiştir (Berry, 1968).

Çizelge 5.1 Tabakabilimsel Dikme Kesitin altbölümleri

Kuvaterner (Desnoyers, 1839)	Pleyistosen	Lyell	1839
Tersiyer (Arduino, 1760)	Pliyosen	Lyell	1833
	Miyosen	Lyell	1833
	Oligosen	von Beyrich	1854
	Eosen	Lyell	1833
İkincil (Arduino, 1760)	Kretase	d'Omalius d'Halloy	1822
Mezozoik (Phillips, 1840)	Jura	von Buch[a]	1839
	Triyas	von Alberti	1834
Paleozoik (Phillips, 1841)	Perm	Murchison	1841
	Karbon(ifer)	Conybeare/Phillips	1822[b]
	Devon	Sedgwick/Murchison[c]	1839
	Silur	Murchison	1835
	Ordovisiyen	Lapworth	1879
	Kambriyen	Sedgwick/Murchison[d]	1835
Prekambriyen (Jukes, 1862)			

[a] Daha 1795 yılında, Alexander von Humboldt *Jura-Kireçtaşını* ayırt edip saptamıştı; ama bu günümüzdeki Jura'nın yalnızca bir bölümüydü ve kanıt fosilleri açıklamamıştı.

[b] Daha önce (1808), J. J. d'Omalius d'Halloy (1783-1875) bir tür *terrain bituminifère*'den söz etmişti. Bu, Conybeare ile Phillips'in sözünü ettiği Karboniferle aşağı yukarı aynı anlama geliyordu. Karbonifer birimi Amerikan yerbiliminde Pennsylvanian ve Mississipian'ın toplamına denk gelmektedir.

[c] Devon dizgesinin kuruluşunda William Lonsdale de önemli bir rol oynadı. Bkz. Rudwick (1985).

[d] Her ne kadar Kambriyen kavramını, Galler'deki arazi çalışmaları dolayısıyla yerleştiren Adam Sedgwick olduysa da, dizgenin adını koyan Murchison oldu.

Gözleneceği gibi, bu yerbilimsel zaman çizelgesine on dokuzuncu yüzyılda alt bölümler ekleyerek katkıda bulunan yerbilimcilerin çoğu İngiliz kökenliydi ve bu sürecin tamamını bir bakıma Britanya İmparatorluğu'nun sınırlarının genişletilmesiyle atbaşı yürümüş saymak yanlış olmaz. Doğal olarak, İngiltere kadar küçük bir ülkenin sınırları içinde, yukarıda adı sıralananlar arasından bu denli yüksek sayıda yerbilim dizgesinin bulunması olağanüstü bir durum: Yalnızca Miyosen yok İngiltere'de. Ama bugün bildiğimiz dizgelerin dikkate değer bir bölümü, ya Britanya'da yapılan çalışmalara dayanarak kuruldu, ya da İngiliz yerbilimcilerin denizaşırı ülkelerdeki çalışmalarına... Bundan dolayı, adına çağcıl yerbilim devirleri çizelgesi dediğimiz çizelge, ille de on dokuzuncu yüzyıl yerbilimcileri arasından belirli bir takıma mal edilemez. Büyük ölçüde koşullardan doğmuş bir sınıflandırmadır bu. Bir örnek vermek gerekirse, eğer yeryuvarlağına ilişkin yer bilgileri önce Yeni Zelanda'da yerli yerine oturtulsaydı, hiçbir yerbilimci Kretase ile Tersiyer arasına bir sınır koymayı düşünmeyecekti (Oldroyd, 1972c); çünkü, dünyanın o bölümünde tortulanma sürüp gitmişken, Avrupa'da büyük bir kesintiye uğramıştı.[25]

Böylece, yerbilimde yaygın Avrupa hegemonyasının kuruluşu, yerbilim devirleri çizelgesi aracılığıyla oldu: Büyük ölçüde Britanya'yı temel alan sınıflandırma, dünyaya neredeyse emperyalist bir tavırla dayatıldı. Yerküreyi bir tür imparatorluk, her haritası yapılan bölgeyi sanki imparatorluğa katılıyormuş gibi gören düşünceyi en açık biçimiyle, Sir Roderick Murchison adlı (1792-1871)[26] ayan takımından bir başka yerbilimcide görürüz. De la Beche gibi Murchison da, köken bakımından askerlikten gelme bir kişiydi. Gerçekten de, Napolyon savaşlarına katılmıştı. Bu etkin askerlik hizmeti döneminden sonra evlendi ve bir taşralı toprak sahibi yaşamı sürmeye başladı. Ama, çok geçmeden tilki avıyla geçen yaşamdan bıktı ve karısının önerisi üzerine yerbilim çalışmalarına başladı; Yerbilim Topluluğu'na üye oldu; Cambridge'de yerbilim profesörü (aynı

zamanda din adamı) olan Adam Sedgwick'in (1785-1873) yanında, Britanya'nın daha eski kayaları üzerinde çalışarak arazide yerbilim haritası yapımının inceliklerini öğrendi.

Sedgwick ile Murchison'un ilişkisinin öyküsü çok bilindiği için, burada ayrıntılarına girilmeyecek.[27] Başlangıçta, Devon yaşlı kayaların yorumu konusunda, De la Beche'e karşı aralarında bir bağlaşma vardı. Girdikleri bu savaş'tan yengiyle çıkan, pek çok konuda iki amatör[28] oldu: Devoniyen dizgesini kurdular; benzer yaşlı kayaların değişik bölgelerde birbirine hiç benzemeyebileceğini saptadılar (Devon yaşlı tortullarının, Britanya'nın değişik yerlerindeki Yaşlı Kırmızı Kumtaşı adıyla bilinen kayalardan, taş-tabaka özellikleri bakımından ayrı ama süredizinsel açıdan denk olmaları gibi); tabakabilimde fosilleri kılavuz olarak kullandılar.[29] Ama, Galler bölgesinin kayaları konusunda iki eski meslektaş ayrıldı; ve yalnız yerbilim alanında birbirlerine rakip olmakla kalmadılar, kişisel ilişkilerinde de yabancılaştılar. Bütün bunlar, bölge paylaşamama yüzünden oldu.

Konuyu basite indirgersek, Sedgwick ile Murchison, Galler eyaletinin orta ve kuzeyi ile sınır (özellikle Shropshire) bölgesindeki kayalarını fosil kanıtlarına göre alt bölümlere ayırmaya çalıştılar. Öyle anlaşıldı ki, daha önce Wernerci kurama göre 'geçiş kayaları' olarak adlandırılan ve bir bakıma ilginç bulunmayan bu kayalar, çoğunlukla fosil bakımından zengindir. 1830'larda Murchison Gal sınırı bölgesinden batıya doğru ilerleyerek, adına Siluriyen* dediği dizgeyi saptadı. Silur adını, bir zamanlar Britanya'nın o bölgesinde yaşamış Silur oymağından aldı. Siluriyen yaşlı kayaları başkalarından ayıran, mercanlar, deniz laleleri (krinoidler), kolsu-ayaklılar (brachiopod'lar,) ilkel eklemlilerden trilobit vb. özgül fosiller vardı ve fosil verileri ölçüt alınarak dizge içinde birkaç sağlam alt bölüm saptandı.

Sedgwick ise Kuzey Galler'in, pek fosile rastlanmayan, zorlu dağlık bölgelerinden başladığı için, daha çok taş-tabaka niteliklerini ve yapısal ölçütleri dikkate almıştır. Sedgwick'in dizgesi

* Tabaka topluluğu (ç.n.)

olan Kambriyen, fosil içeriğine bakarak yeterince tanımlanamıyordu (ya da Murchison sonradan öyle savladı). Başlangıçtaki ortak çalışmaları sırasında iki yerbilimci Galler'de, kendi dizgeleri arasında bir sınır belirlemeye çalıştı; ama, Secord'un (1986) pek iyi sergilediği gibi, bunu doğru dürüst beceremediler. Beceremeyince, iki yerbilimci birbirinin alanına 'dalmaya' başladı. Bana göre, anlaşmanın temelinde Murchison'un kendi dizgesi Siluriyen'i geniş alana yayma tutkusu vardı. Bu düşünce biçimi, *Siluriyen Dizgesi* (Murchison, 1839) adlı büyük incelemesine koyduğu alt başlıkta ortaya konuyor: *Salop, Hereford, Radnor, Montgomery, Caermarthen, Brecon, Pembroke, Monmouth, Gloucester, Worcester ve Stafford illerinde yapılmış Yerbilim Araştırmalarına Dayandırılmıştır ve Kömür Yatakları ile Bunların Üzerini Örten Oluşukların Betimlemelerini İçermektedir.* Murchison sanki egemenliğindeki toprakların dökümünü yapmaktadır. Sonunda adı 'Silurya Kralı'na çıktı (Woodward, 1908: 169) ve Stafford'un (1989) çok iyi sergilediği gibi, Murchison meslek yaşamının son yıllarında, düşüncelerinin dünyanın olabildiğince çok bölgesinde kabul görmesini sağlamak amacıyla canla başla uğraştı ve Silurya'ya ait toprakların genişlediğini görmekten büyük mutluluk duydu.[30] Onun yerküre üstüne düşünme biçemi buydu.

Murchison'un kurtulamadığı toprak tutkusu, Britanya içinde iki saklanamaz yoldan kendini göstermişti. Birincisi, 'krallığını' aşağıya, Sedgwick'in topraklarına doğru genişleterek bütün fosilli kayaları Siluriyen'e katma ve Sedgwick'e yalnızca fosilsiz artık alan bırakma çabasıydı. Buna uygun olarak Murchison'un Siluriyen yaşlı kayalar üstüne ikinci büyük incelemesinin adı *Siluria: the History of the Oldest Known Rocks Containing Organic Remains* [Silurya: Organik Artıklar İçerdiği Bilinen En Yaşlı Kayaların Tarihi] idi (Murchison, 1854). Sedgwick ise, bu sınır aşma olayına güçlü biçimde karşı koydu ve Kambriyen'ini, santim santim çarpışarak tabakabilimsel dikme kesitte olabildiğince yukarılara tırmandırmaya çalıştı. Sonunda

Kambriyen, kendine özgü fosilleri olan, belirli bir yerbilim dizgesi (tabakalar topluluğu) olarak kabul edildi. Ama, Sedgwick ile Murchison arasındaki kopukluğa sağlıklarında deva bulunamadı. Açmazdan çıkış yolunu gösteren Charles Lapworth (1842-1920) adında bir 'amatör' yerbilimci oldu: Murchison ile Sedgwick'in Galler'de paylaşamadığı kayaları içine alan bir Ordovisiyen dizgesi önermekle, daha 1879 yılında soruna çözüm getirdi.[31] O zaman bile, Murchison'un ölümünün üzerinden çok zaman geçmiş olmasına karşın,[32] İngiltere Haritacılık Dairesi Ordovisiyen önerisini kabul etmedi; Lapworth'un dizgesini, ancak yirminci yüzyılın başlarında, Murchison'un Haritacılık Dairesi'ndeki adamı Archibald Geikie'nin emekliye ayrılmasından sonra benimsedi.

Murchison'un arazi kazanım tutkusunun ikinci çok çirkin örneği, bir başka yerde de anlattığım gibi (Oldroyd, 1990a), İskoçya'da geçti. İskoçya'nın kuzeybatısında, kuzey kıyısından Skye'a değin inen bir tortul kaya kuşağı vardır. Murchison bu kuşaktaki şeritlerden birinde (Durness kireçtaşı) fosile rastlandığının ayırdındaydı ve bu fosilleri Siluriyen yaşlı olarak kabul etti. Kireçtaşının üstünde büyük alanlar kaplayan şist özellikli kayalar vardı; onların da üstünde fosil içeren Devon yaşlı kayalar bulunmaktaydı. Murchison aradaki şistlerin *olduğu yerde* başkalaşıma uğradığını düşünüyordu ve bu yüzden onları da Siluriyen yaşlı saymak yetkisini kendinde buluyordu; varsın hiç fosil içermesin... Bu kuramsal tavrının sonucu olarak, Kuzey ve Orta İskoçya'da uçsuz bucaksız alanları Siluriyen yaşlı olarak yorumlayabiliyordu; bundan dolayıdır ki, 1860'lar ile 1870'lerde yapılmış İskoçya haritaları genellikle Silur renklerine boyanmıştı (*örneğin*, Murchison ve Geikie, 1861).

Bu konulardan biraz ayrıntılı olarak söz edişim, yerküre karşısında on dokuzuncu yüzyıla özgü bir tavrı sergilediklerini düşündüğümdendir. Gezegen, ele geçirilmesi ve boyun eğdirilmesi gereken bir yerdi; çünkü, her ele geçirilen toprak parçasıyla birlikte varlık ve güç de artıyordu. Murchison gibi yerbilimciler (o

kuşkusuz aşırı uçta bir örnekti) ülke toprağının genişlediğini görmekten gurur duyuyorlardı. Daha geniş alanların yerbilime açılması, mineral varlığının ortaya çıkarılması ve ülke varlığına katılmasına neden olacağından, daha çok güçlenme vadediyordu. Yerbilimcilerce elde edilen ve haritalarda sergilenen bilgilerin, doğal olarak kişiye özel bir yanı yoktu. Tersine, haritaları ve eklerindeki açıklamaları yayımlayarak bilgileri duyurmak için güçlü bir istek vardı. 1878 yılında, uluslararası yerbilim toplantıları ilk başladığında, başlıca işlevlerinden biri tabaka bilgilerinin tutarlılığını sağlamak yanında, ulusların tabaka bilgileri arasında bağlılaşımı gerçekleştirmeye çalışmaktı. Yine de, yerbilim ve coğrafya bilgilerinin artması, ülkelerin güçlenmesi anlamına geliyordu. Ve Murchison, bu tür bilgilerin çoğaltılması ile ülkesinin çıkarlarına hizmet etmek yolunda, olağanüstü çok etkinlik gösteriyordu. Bir başka düzlemde de, 'kendi' dizgesinin içine giren alanları büyüterek kendini devleştirmek sevdasındaydı. Sonunda, güçlü toplumsal konumundan aldığı destekle, kendi hegemonyasını (hem de Britanya'nınkini) kurmaya kalktı: Bu amaçla, yerbilim ve coğrafya keşiflerine yönelecekleri yüreklendirdi ve Kraliçe Viktorya döneminde, dünyanın diğer bölgelerinde sürdürülen yerbilim haritası çalışmalarında kendi görüşlerine yakın olanları koruması altına aldı (Stafford, 1989).

Bütün bunların tümüne bir de Foucault'nun ışığı altında bakmayı yararlı buluyorum. Demek istediğim şu: Yukarıda betimleyegeldiğim süreci kişi, Michel Foucault'nun *Order of Things* (Foucault, 1966, 1970) adlı yapıtında ileri sürdüğü savlar ışığında da yorumlayabilir. Dünya (ve üzerinde yaşayanlar) on dokuzuncu yüzyılda, erke ilişkin hesapların egemenliğine girmişti. Foucault 'disiplin' ve 'ceza' konuları üzerinde durmuş yapıtında. İnsanları, laik bürokrasiler eliyle, kurumlara tıkmanın -ister hastaneler, hapisaneler yoluyla; ister halk eğitimi dizgeleri yoluyla olsun- yeni yeni yolları bulundu on dokuzuncu yüzyılda. Yönetimler, yönettikleri halkı yakından tanıyarak güçlenmeyi amaçladılar. Halk sayıldı ve kayda geçirildi. Aynı şey yerküre

için de geçerliydi. Yerküre, insan denetimi altına alındı ve on dokuzuncu yüzyılda kurumlaşan çeşitli harita yapım çalışmaları bu sürecin canlı tanıklığını yapıyor.

Dünyanın haritasını çıkarmaya yönelik bürokratik yapıların ağır ilerleyen kuruluş süreci, Çizelge 5.2'deki verilere bakarak değerlendirilebilir.[33] Ama, unutmamak gerekir ki, kimi önemli yerbilim haritaları Smith'in Britanya'da yaptığı gibi, haritacılık dairelerinin kurulmasından önce özel olarak yapılmıştı. Örnekler arasında, Maclure'nin yaptığı Amerika Birleşik Devletleri'nin doğu bölgeleri haritası (Maclure, 1809); Griffith'in yaptığı İrlanda haritası (1838); Dufrénoy ile Elie de Beaumont'nun yaptığı Fransa haritası (1841) ya da d'Orbigny'nin Bolivya haritası (1842) sayılabilir. Avrupa'nın Almanca konuşulan bölgelerinde de, resmi devlet harita yapım daireleri kurulmadan önce önemli miktarda harita çalışması yapılmıştı (bkz. Koehne, 1915).

Çizelge 5.2'deki döküm ne yazık ki tam değil. Yine de, on dokuzuncu yüzyıl yerbilim çalışmalarının niteliğine ilişkin ilginç bilgiler sağlıyor. Dünya çapında yürütülen çoğu çalışmaları yapanlar, Britanyalı kökenden gelme insanlardı. De la Beche'nin harita yapım kolu, harita yapım çalışmalarının planlaması ve örgütlemesi konularında örnek oluşturdu; ve Amerika'daki İngiliz kolonilerinin ilk harita yapım kadrolarını sağladı. Amerikalılar ise, bu konuda pek yardıma gereksinim duymadı. Amerika kıtasında yerbilim haritaları yapımı, işin başı demek olan topografya haritaları yapımı ve her bir eyaletin mineral varlığını ayrı ayrı saptamak konularıyla yakından ilişkiliydi. Kaba bir genellemeyle denebilir ki, bir eyaletin toplumsal ve iktisadi gelişmişliği ile, haritacılık çalışmalarına gösterdiği ilgi arasında karşılıklı bağlantı vardı. Buna göre, Britanya'da Murchison'un yaptığı gibi, Amerika'daki haritacılık çalışmaları, bölgelerde (eyaletlerde) bürokratik denetimi kurmaya yönelikti. Afrika'da topografya ve yerbilim haritalarının yapıldığı bölgeler, Britanya ve Fransız sömürge topraklarıydı. Güney Amerika'nın İspanyolca

ve Portekizce konuşulan -gerilemekte olan iki imparatorluğa ait- topraklarında dikkate değer bir çalışma yapılmadı. İslam dünyası, topografya haritası ve yerbilim haritası yapımcılığı konusunda, işleri kendi eline almadı. Yerbilimi bilgilerinin yardımıyla yerküreyi sömürmeye ilgi duymuyordu. Oysa -sanayi ve askeri güç olmaya niyetlenen- Japonya, Meiji Devrimi'nin üzerinden daha on yıl geçmeden, resmi haritacılık izlencesini başlattı. Çin ise yirminci yüzyılın başlangıcında, Batıdan ve Japonlardan gelen yayılmacı gözdağlarını göğüslemek amacıyla askeri ve iktisadi gücünü toparlamaya çalıştığı sırada başlattı harita yapım çalışmalarını. Yerbilim konularına ilgi duyanlar güçlü ülkelerdi; ve bu durum günümüze değin sürüp geldi; ancak, artık ülkeler güçlerini okyanusların tabanlarına ve güneş dizgesinin başka bölgelerine yöneltmiş bulunuyorlar.

Kimi zaman yerbilim tarihçilerinin 'İngiliz dilindeki yerbilim birikimine' eğilmeye gereğinden çok istekli olduklarını düşünmüşümdür. Ve, 5.2 no'lu çizelgeye bakınca bu bir yere değin haklı görülebilir. On dokuzuncu yüzyılda deniz aşırı ülkelerde çalışmış gerçekten önemli Avrupalı yerbilimciler de var: Bunlar arasında Yeni Zelanda'da çalışan Avusturyalı Ferdinand von Hochstetter (1864) ya da Çin'de çalışan Alman Ferdinand von Richthofen (1877-1912) sayılabilir. Yine de, İngiliz sömürgeciliği ile İngilizce yerbilim birikimi arasında önemli bir bağlantı olduğu ileri sürülebilir. Daha önce söylenildiği gibi, on dokuzuncu yüzyılda yerküre varsıllık ve gücün kaynağı olarak görülüyordu. Yerbilimsel araştırma alanına yapılacak zaman, para ve emek yatırımıyla bu varsıllık ve gücün yaratılması olasılığı vardı. Öyleyse, Murchison'un çalışmalarında gördüğümüz gibi, yerbilim dalının kendi içinde de bir tür yerbilim imparatorluğu kurma çabası görülmesine şaşmamak gerek.

Bir yerbilim haritasının inşa edilişi hem çözümleme yapmayı ve hem de bireşim yapmayı gerektirir. Yerbilimci arazide yürüdüğü sırada, elindeki (olanak varsa, daha önceden yapılmış) topoğrafya haritasına işleyeceği belirli gözlemleri, 'tomurcuk ve-

Çizelge 5.2 Dünyanın yerbilim haritasını çıkaran bürokratik örgütler

Ülke	*İlk yönetici ya da ilk devlet haritacısı*	*Tarih*
Avrupa		
Britanya		
İngiltere ve Galler	De la Beche	1835[a]
İrlanda	James	1845
İskoçya	Geikie	1867[b]
Almanya		
Bavyera	von Gümbel	1849-50
Baden	Sandberger	1860
Saksonya	Credner	1872[c]
Alsas-Loren		1872?
Prusya[d]	Hauchecorne	1873
Hessen	Ludwig	1882
Baden	Sauer ve Schalch	1888
Meclenburg	Geinitz	1889
Württemberg	Sauer	1903
Oldenburg	Schucht	1908
Thuringia		1923
Hollanda	Staring	yaklaşık 1858
Norveç	Kjerulf	1858
İsveç	Erdmann	1858
İsviçre	Studer	1859
Avusturya-Macaristan	von Haidinger	1849?/1865?
Macaristan	von Hantken	1869
Finlandiya	Moberg	1865
Fransa	Elie de Beaumont	1868
Portekiz	Ribeiro	1869[e]
İspanya	de Castro	1873[f]
İtalya	Giordano	1877[g]
Belçika	Jochaus	1878[h]
Danimarka	Johnstrup	1888
Bosna		1898[i]
Hırvatistan/Slovenya		1909?
Avusturya	Geyer	1919
Çekoslovakya	Purkyne	1919
Polonya	Morozewicz	1919
Yunanistan	Ktenas	1919
Orta Doğu		
Türkiye	Gencer	1935
Afrika		
Kuzey Afrika		
Cezayir		1893?
Mısır	Lyons	1896
Sudan	Barron	1905
Fas	Barthoux	yaklaşık 1921

Çizelge 5.2 (devam)

Ülke	*İlk yönetici ya da ilk devlet haritacısı*	*Tarih*
Orta Afrika		
Güney Rodezya (Zimbabwe)	Maufe	1910
Altın Kıyısı	Kitson	1913
Sierra Leone	Dixey	1918
Nyasaland	Craig	1918
Uganda	Wayland	1918
Nijerya	Falconer	1919
Afrika'nın Güneyi		
Güney Afrika	Kynaston	1910
Oranj Bağımsız Devleti		1878?
Ümit Burnu	Seeley	1889
Kap Kolonisi	Corstorphine	1895
Transvaal	Molengraff	1897
Natal	Anderson	1899
Amerika Kıtası		
Kuzey Amerika		
Kanada	Logan	1842
A.B.D. (Federal Haritacılık)	King	1879
Kuzey Carolina	Olmsted	1824
Güney Carolina	Vanuxem	1825
Massachusetts	Hitchcock	1830
Tennessee	Troost	1831
Maryland	Ducatel	1834
Connecticut	Percival ve Shepard	1835
New Jersey	H. D. Rogers	1835
Virginia	W. B. Rogers	1835
Georgia	Cotting	1836
Maine	Jackson	1836
New York	Mather/Emmons/Conrad/Vanuxem	1836
Pennsylvania	H. D. Rogers	1836
Delaware	Booth	1837
Indiana	Owen	1837
Michigan	Houghton	1837
Ohio	Mather	1837
Kentucky	Mather	1838
New Hampshire	Jackson	1839
Rhode Island	Jackson	1839
Vermont	Adams	1845
Alabama	Tuomey	1848
Mississippi	Millington	1850
Illinois	Norwood	1851
California	Trask	1853
Missouri	Swallow	1853
Wisconsin	Daniels	1853
Iowa	Hall	1855

Çizelge 5.2 (devam)

Ülke	*İlk yönetici ya da ilk devlet haritacısı*	*Tarih*
Arkansas	Owen	1857
Texas	Shumard	1858
Kansas	Mudge	1864
Minnesota	Hanchett	1864
Nevada	(atama yapılmamış)	1865
Louisiana	Hopkins	1869
Colorado[k]	Smith	1874
Washington	Bethune	1890
Nebraska	Barbour	1891
Kuzey Dakota	Babcock	1895
Batı Virginia	White	1897
Wyoming	Beeler	1901
Florida	Sellards	1907
Oklahoma	Gould	1908
Idaho	Thomson	1919
Montana	Clapp	1919
New Mexico	Wells	1927
Utah	(yönetici yok)	1931
Oregon	Nixon	1937
Hawaii	Herscheler	1953
Alaska	Williams	1959
Güney Amerika		
Arjantin		1885
Meksika	Aguilera	1891
Brezilya	Derby	1907[l]
Uruguay	Lammo	1912
Venezuela		1936?
Kolombiya	Biester	1938
Şili	Füller	1957
Bolivya	Danaso	1965
Hindistan, Uzak Doğu, Pasifik Bölgesi		
Hindistan	Oldham	1851
Japonya[m]	Wada	1882
Tayland (Siyam)		1892?
Federal Malaya Devletleri	Scrivenor	1927[n]
Çin	Ting	1912 ya da 1913
Kore	Park	1946
Fiji	Skiba	1951
Avustralya Bölgesi		
Avustralya		
Viktorya	Selwyn	1855
Tasmanya	Gould	1859
Queensland (kuzey)	Daintree	1868
Queensland (güney)	Aplin	1868
New South Wales	Wilkinson	1875[o]
Güney Avusturalya	Brown	1882

Çizelge 5.2 (devam)

Ülke	*İlk yönetici ya da ilk devlet haritacısı*	*Tarih*
Batı Avustralya	Maitland	1896[p]
Kuzey Toprakları	Nye	1935
Yeni Zelanda[q]	Hector	1865
Otago	Hector	1861
Cantebury	von Haast	1861

[a] De la Beche Haritacılık Dairesi'nin kurulmasından daha önceki bir tarihte çalışma yaptı.

[b] Ne var ki, Macculloch'un çalışmalarının 1825 yılında başladığını gözden uzak tutmamak gerek.

[c] Saksonya'da daha önceleri epey çalışma yapılmıştı: İlkin Werner'in eski öğrencileri eliyle; 1833-45 arasında Naumann, von Cotta ve Geinitz tarafından...

[d] Bu harita yapım kolu, Almanya'nın daha küçükçe eyaletlerinin çoğunun haritasını yapma görevini üstlenmişti.

[e] Bir yerbilim kurulu daha erken tarihte, 1857 yılında çalışmaya başlamıştı.

[f] Daha önce 1849 yılında bir yerbilim kurulu oluşturulmuştu.

[g] İlk çalışmalar 1868 yılında Floransa'da başladı.

[h] 'Hükümetin isteği' üzerine (1836-54) Dumont önceden bir harita yapmıştı.

[i] Kimi bölgelerin haritası, daha önceden (1884) Avusturya-Macaristan Haritacılık Kolu eliyle çıkarılmıştı.

[j] 1879 yılında A. B. D. Haritacılık Dairesi'nin kurulmasından önce, 1867 yılından başlayarak ulusal çapta örgütlenmiş birkaç haritacılık kolunun yaptığı çalışmalar oldu. Bkz. Merrill ([1924] 1969). Çeşitli eyaletler için verilen tarihlerde kesinlik yok. Belirtilen tarihlerden önce, eyalet yönetimlerinin yönergesi altında bazı yarı-özel çalışmalar yapılmıştı. Öte yandan, burada belirtilen tarihlerde başlayan kimi çalışmalar tamamlanamadan kalıp, bunlardan bazıları daha sonra yeniden başlatıldı.

[k] Burası 1876 yılına değin, bir eyalet olmaktan çok toprak parçasıydı. Eyalet Haritacılık Dairesi, George'un başkanlığında çalışmalarına 1907 yılında başladı.

[l] 1875'den 1877 dek önceki kurul görev başındaydı.

[m] Japon İmparatorluğu içinde Kore'yi de sayarak...

[n] Scrivenor'u Malaya'ya yerbilimci olarak devletin ilk atayışı 1903'tedir.

[o] 1850-55 arasında Samuel Stutchbury'nin yürüttüğü erken dönem çalışmaları var.

[p] Von Sommer 1847 yılında kısa bir süre 'Devlet Yerbilimcisi' olarak görev yaptı.

[q] Daha önce (1859) Auckland ile Nelson illerinde Hochstetter ve von Haast eliyle sınırlı yerbilimsel araştırmalar yapıldı. Bunlar, bir yanıyla özel mahiyette çalışmalardı; ama hazırladıkları sonuç bildirimleri il valilerine veriliyordu.

ren', 'vızıldayan' deneyim karmaşasından bal alırcasına soyutlayabilmelidir. Başka bir deyişle, belirli kayalar ayırt edilmeli ve, ya hemen oracıkta, ya da daha sonra bir laboratuvarda mikroskop yardımıyla sınıflandırılmalıdır. Hemen kendini ele verecek denli gözönü değildir yapılacak sınıflandırma tercihi. Gerçekten de, hem kuram-yüklüdür; hem de çelişkilere boğulmuş ola-

bilir ve Çizim 5.4'de görüleceği gibi değişik gözlemcilere değişik görünebilir. Burada, anlatmak istediğimizi örnekleyebilmek için, kuzey Galler'in aynı bölgesinin, Britanyalı değişik yerbilimciler elinden yaklaşık aynı zamanda çıkmış haritalarına bakıyoruz. Üçü de on dokuzuncu yüzyılda yaşamış yerbilimciler olan John F. Blake ile, Catherine Raisin ve danışmanı Thomas G. Bonney, bölgenin kayaları üstüne epeyi kırıcı bir tartışmaya tutuştular (Oldroyd, 1993). Çatışmanın ayrıntılarına burada girmeye gerek yok; yalnızca konusunu belirtmek yeterli: Tartışma, konglomeranın tabanında bir uymazlık olup olmadığı üzerineydi. Blake'in haritasından anlaşıldığı kadarıyla, böyle bir uymazlık vardı; Bonney ve Raisin'in haritasıysa bunun tersini söylüyordu. Anlaşmazlığa düşmüş yanları ilgilendiren nokta, tabakabilimsel sıralanışta bir kesintinin olup olmadığıydı. Bir kesintinin göstergesi olan uymazlığın varlığı ya da yokluğunun, kuzey Galler'deki birçok kayanın yaşını saptamada belirleyici olduğu; daha da özele indirgenirse, bölgede Prekambriyen kayalar bulunup bulunmadığı ve varsa nerede bulunduğuyla doğrudan bağlantısı düşünülmekteydi. Bizi ilgilendiren nokta ise, kayaların haritaya ne türlü işlenmeleri gerektiğini 'dile gelip söyleyemedikleri'. Gerçekten de, iki harita karşılaştırıldığında görülecektir ki, birbiriyle yarışan iki yerbilimcinin kullandığı alt bölümler birbirinden epeyi değişiktir; dolayısıyla sınırlar oldukça değişik çizilmiştir. Oysa kayalar aynı kayalardı; değişen, haritada nasıl gösterildikleriydi.

Doğal olarak, kuramdan kaynaklanan ayrılıklar sorununu bir yana bıraksak bile, hiçbir yerbilimci haritasını çıkardığı bölgeyi santim santim dolaşamaz; belirli bir bölge için sınırlı sayıda gözlemle yetinirken, kestirim yoluyla ulaşılamayana varmak durumunda kaldığı zamanlar hep olacaktır. Topladığı veriler, yerbilimcinin kuramsal beklentilerinden ve içinde yer aldığı çatışmaların isterlerinden, bir ölçüde etkilenecektir. Doğal olarak dikkati, çatışmada yer aldığı tarafın görüşünü destekler gibi görünen kayalar üzerinde yoğunlaşacaktır. Sonra sıra, verilerin bile-

şimini yapmaya gelecektir. Belirttiğim bu noktaları, Blake'in ve Bonney ile Raisin'in haritaları pek güzel sergilemektedir.

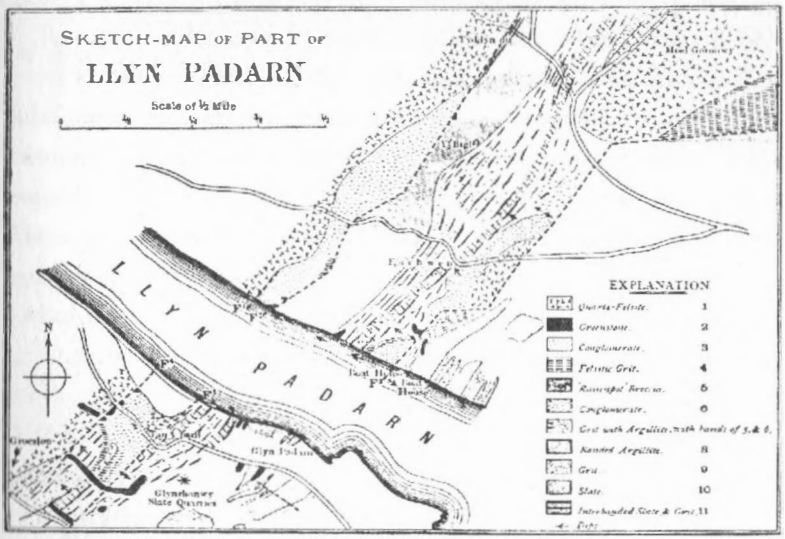
Görüldüğü gibi, yazarların yüzyıllardır bilimde yöntem bilgisi (/metodoloji[ler])başlığı altında tartışageldiği çözümleme ve bireşim gibi klasik yöntembilim uygulamalarını, yerbilim haritalarının yapımında söz konusu süreçler pek iyi örneklemektedir. Çözümleme bölümü, kayaları gözlemeyi, sınıflandırmayı ve toplam deneyimin ışığı altında belirli 'verileri' seçmeyi içermektedir. Sonra bu veriler haritaya işlenir. Ardından harita üzerinde yer alan çeşitli şeylerin sınırları belirlenerek, aradan kırıklar vb. geçirilerek, birbiriyle ilişkilendirilmesi gerekir. Bu bir bireşim yapma eylemidir. Bireşim yapımına girişirken büyük olasılıkla, tabakalar arasındaki geometrik ilişkilere ve tabakaların oluşumuna yol açan nedenlere ilişkin düşünceler, aklın bir yanında bulunacaklardır. Ama, geometrisi ve tarihini bir ölçüde açıklığa kavuşturabilmek isteniyorsa, bu ancak tabakaların başverdikleri -ve iç yapının yüze çıktığı- yerler haritaya işlendikten ve akla yakın kesitler çizildikten sonra söz konusu olabilir. Bundan dolayı yerbilimci kendini, 'kendi göbeğini kendi kesmek' gibi bir süreç içinde bulur; harita yapımı ve yorumlamanın kapsadığı düşünce süreçleri, ister istemez karmaşıktır.

Ama bir şey kesindir: Bir yerbilimcinin işinin ağırlıklı bölümü yerbilim haritası yapımıdır. Gerçekten de, eğer bir bölgeyi incelemek istiyorsak, yerine getirilmesi gereken ilk ve en önemli görevlerden biri harita yapımıdır. Yerbilim haritaları birinci derecede önemlidir; çünkü, iki boyutlu çizimler aracılığıyla, (üçü uzunluk, biri de zaman olarak ölçülen) dört boyutu birden simgelemek gibi karmaşık bir işlev taşırlar.[34] Yani haritacılık, yerbilim tarihinde sıklıkla tartışmanın kaynağını oluşturmuştur. Çizim 5.4'te sergilendiği gibi, durmadan değişen kuramlar ve toplanan yeni veriler karşısında, sürekli yeniden gözden geçirilmesi gereken bir görevdir.

Ama, yerbilim içinde baştan beri ve bugün de önemli (ve kuramsal bakımdan karmaşık) bir konu olan yerbilim haritası ya-



Çizim 5.4 Kuramsal bir anlaşmazlığa düşen yerbilimcilerin [(a) Blake (1893: 447), (b) Bonney ve Raisin (1894: 594)] Kuzey Galler'de aynı bölge için yaptıkları iki ayrı harita.



pımını, bir saplantıya dönüştürme -başlı başına bir amaç durumuna getirme- tehlikesi var; oysa, yerbilim haritası yapımının yerküre üstüne kuram tasarımında daha önemli ereklere yönelmenin aracı olması beklenir. Seçkin Fransız yerkimyacısı ve evrenkimyacısı Claude Allègre (1988: 22), yirminci yüzyılın ilk yarısındaki durumu anımsatarak şöyle yazıyor:

> Dünyanın her yerinde yerbilimcilerin çabalarının onda dokuzu yerbilim haritası yapımına gitmiştir. Bu çalışma, temel ve vazgeçilemez bir basamaktı; ama, hiçbir yeni kavramın doğuşuna yol açmadı. Bu bir yana, kimi bilim insanları onu neredeyse bir din mertebesine yükselti ve niye sürdürdüklerini bilmeden hâlâ tapınıp duruyorlar. Bölgeler her geçen gün biraz daha ayrıntılı incelendikçe, yerbilim haritası çıkarılan alanlar gittikçe daha küçüldü. Bireşimi gerçekleştirmeye götüren bir yol olarak başlayan 'harita yapım anlayışı', çoğu kez gittikçe daha küçük ayrıntıları çözümlemekten kendini alamayan çılgınca bir tutkuya dönüştü. Araç amaca dönüştü; yerbilimci kuşaklar bu amaç peşinde ömür tüketti.

Söylediklerinin belki onda dokuzu abartmadır, çağcıl yerbilimde ayrıntılı harita yapımının yaşamsal bir kuramlaştırma işlevi vardır ve genellikle hep olmuştur: Örneğin, eski ortamları, ya da dağ oluşturan süreçleri anlamamıza katkısı olduğu gibi... Yine de, bana göre Allègre, üzerinde durmaya değer bir düşünce atmıştır ortaya; varsın, yerküre üstüne düşünme yöntemleri arasında, 'arazi çalışması' geleneğinden çok, kara kutulara bel bağlamış çağcıl okulun bir üyesinin görüşü olsun...

VI. Bölüm

Yerbilimde Zaman ve Yerbilimsel Değişimin Hızı

James Hutton'un yaşam öyküsünü anlatan Playfair, Sir James Hall ile birlikte Siccar Sivrisi'ndeki kayalara bakıp da, orada gördükleri uymazlığın, yerkürenin yaşı bakımından ne anlama geldiğini kavradıklarında duyumsadıklarını betimler (bkz. s. 145). Playfair'in (1805: 73) sözleriyle: 'Zaman denen uçurumun bunca derinliklerine bakmaktan insanın başı dönüyordu.'[1]

On sekizinci yüzyılda kayalara bakıp da böyle düşünen çok az kişi vardı. Oysa, on dokuzuncu yüzyılın ortalarına gelindiğinde, çoğu yerbilimci uçurumun derinliklerine bakmış ve yükseklik korkusunu üzerinden atmıştı. Bu değişimin mimarları arasında Georges Cuvier ve Charles Lyell (1797-1875) gibi büyük kuramcılar ile George Poullet Scrope (1797-1876) gibi adı

daha az duyulmuş kişiler vardı. Bu bölümde, yerbilimcilerin ve öğrenim görmüş insanların yerküre-zaman ilişkisi üstüne düşüncelerinde, böylesine büyük bir değişmeye yol açan uslamlama çizgisini bir parça inceleyeceğiz.

Doğadaki tabakabilgisi kütüğüne ilişkin iki çarpıcı olgu dikkat çeker. Bütünüyle bakıldığında tabandaki kayalar, granit, siyenit, şist ve gnays gibi genellikle kristal yapılıdırlar ve bu kayalar fosilsizdir. Kristal yapılı kayalar çoğunlukla yaşlı görünümlüdür de. Bu, çok kuram-yüklü bir sözmüş gibi gelebilir insana. Ama sanırım büyük olasılıkla çoğu insan kabul edecektir ki, Anglesey'in yıpranmış şistleri ya da Montreal'in kuzeyindeki tepelerde görülen sert gnayslar, gerçekten de Londra bölgesinin yapışkan kilinden, Yeni Zelanda'nın Kuzey Ada'sının gevrek toprağından ya da Çin'in tozlu sarı toprağından daha yaşlı görünümdedir; ve tabakabilimsel sıralanışta, yumuşak kayalar genellikle sert kayaların üstünde bulunur.

Dikkat çeken ikinci olgu, kabaca şöyle bir kuralın varlığıdır: 'Yumuşak kayalardaki' fosillerin, günümüzde yaşayan yaratıklara benzerliği daha çoktur ve bu fosiller tabakabilimsel ardışımın ne denli yukarılarında bulunuyorsa, günümüze benzerlik o denli artmaktadır. Örneğin, ilk balıkların ortaya çıkışı Siluriyen devrine rastlar; ama bu yaratıklar henüz çeneden yoksundur. Devoniyen devrinde çene edinmişlerdir, ama pulları serttir ve bir tür kemik zırh görevi yapmaktadır; oysa, (günümüzdeki köpekbalıklarında olduğu gibi) sert omurgaya rastlanmaz. Triyas'ta ise, karşılaşılan balık artıkları, günümüzün kılçıklı balık türlerinden pek de ayrı değildir.

Yine, tabakabilimsel dikme kesitin fosilli[2] bölümünün tabanına yakın tortullarda trilobit ve graptolit gibi, günümüzde hiç benzeri olmayan yaratıklar vardır ve hiçbir balığa, kuşa, memeliye rastlanmaz. Jura devrinde, günümüzde soyu tükenmiş bulunan ünlü, sarmal biçimli ammonitler çıkıyor karşımıza; ama bunlar günümüzde Pasifik Okyanusu'nda yaşayan natilus'u (deniz helezonu) andırıyor bir parça. Tersiyer yaşlı kayalarda

memeliler bol miktarda bulunur ve dikme kesitte yukarılara çıktıkça, günümüzdeki memelilere benzerler.

Ama fosiller tortul dizilerinin tabanından başlayıp tavanına doğru yumuşak geçişle sürmezler. Tam tersi. Örneğin, güney İngiltere'nin herkesce bilinen Gault kilini ele alalım. İçinde bolca ammonit ve diğer fosillerden bulunur; ama, (örneğin Folkestone'da olduğu gibi) baştan başa Gault kili açığa çıkmış bir uçurumun aynasına, tabandan yukarı doğru baktığımızda, fosillerin birinden diğerine geçişin yumuşak olmadığını görürüz. Ammonit türlerini gözle birbirinden ayırmak olasıdır ve değişik türler, değişik 'zonları' tanımlamakta kullanılır. Yapılan iş, William Smith'in önerdiği tabakabilim ilkesinin uygulamaya konmasından başka birşey değildir.[3] Üstelik tavana yakın ammonitlerin, tabandakilere bakarak kimi yönlerden daha çağcıl görünüşlü olduğu hiç de söylenemez.

Böylesi olguların varlığı, on dokuzuncu yüzyılın ilk yıllarına gelindiğinde iyiden iyiye kabul görmüştü: Başka bir deyişle tabakabilimsel kayıtta kesik kesik, dur-kalk'lı bir gidiş var gibi görünüyordu; yine de, bütününe bakıldığında fosil kanıtları bir genel 'yön' sergiler gibiydi. Demek ki, tabakabilimsel kayıtların içinde (fosil ardışımında), Gault kilindeki ammonitlerin sergilediği türden küçük kopukluklara rastlanıyordu. Ayrıca, özellikle Permiyenin ve Kretasenin tavanında olmak üzere, önemli paleontolojik değişmeler gözleniyordu. Bu tür gözlemler nasıl yorumlanmalıydı?

On dokuzuncu yüzyılın başında, gözlemcilik ve deneycilik bilim felsefesinin baş tacıydı; ve yukarıdaki soruya ilk tepki, fosillere görünürdeki anlamından daha çoğunu yüklememek biçimindeydi. Başka bir deyişle, fosil kayıtlarındaki kesintilerin, tortulanma sürecindeki gerçek kesintiler anlamına geldiği düşünüldü. Fosil kesintisi ne denli büyük olursa, yerküre tarihinde karşılık geldiği süre de o denli büyük olmalıydı. Gerçekten de ana kesintilere, yerküre tarihindeki belli başlı felaketlerin (ani yıkımların) göstergesi gözüyle bakıldı. Georges Cuvier, konuyu

güçlü ve açık seçik biçimde ortaya koydu (1813: 24): 'Doğanın, işleyişinde izlediği ip (...) kopmuştur; doğanın akışı değişmiş ve kullanmakta olduğu araçların tümü, geçmişteki işlerini üretmede yetersiz kalmıştır.'

Cuvier'nin bu 'ani yıkım' görüşünü[4] benimsemesinin, yerbilim tarihinin tümünü Kutsal Kitap'ın birkaç bin yıllık çerçevesine sıkıştırmaya çalışmasından ileri geldiği sanılmasın. Tersine, tıpkı gökbilimcilerin uzayın sınırlarını patlatması gibi, yerbilimcilerin de algıladıkları zamanı uzatmalarının gerektiğini düşünüyordu: 'İnsanoğlunun zamanın sınırlarını patlatması ve birkaç gözlem sayesinde dünya tarihini ve insan soyunun ortaya çıkışından önce geçmiş olayları kesinliğe kavuşturması da aynı ölçüde görkemli olmaz mıydı?' (*a.g.y.*: 4) Hayır, büyük yıkımların geçmiş olduğunu akla getiren tabakabilim kalıtlarının kendisiydi. Yerkürenin yüzeyinin Kuzey Avrupa'da ve Alplerdeki görünüşü de böyle bir bakış açısını destekliyordu. VII. Bölüm'de daha genişçe ele alınacağı gibi, buralarda yüzeyin birçok yeri, koca kaya döküntüleri ve içinde her türlü çakıltaşı ve fosil bulunan bir kil tabakasıyla örtülüdür. (Bunlara günümüzde 'buzultaş' adı veriliyor ve buz çağlarından kalma olduğu düşünülüyor.) Bu kanıtlar, yerkürenin yakın geçmişinde çok büyük bir sel felaketi yaşandığını önermekteydi. Tabakabilimsel dikme kesitte zaman zaman ortaya çıkan belli başlı uymazlıklar ve fosil kanıtlarındaki büyük kesiklikler, Cuvier'nin aklına daha erken tarihli başka felaketleri getiriyordu.

Cuvier düşüncelerini belki hiçbir zaman tam anlamıyla olgunlaştıramadı. Zaman zaman büyük felaketler yaşanmış olduğunu, ama bunların dünya çapında felaketler olmadığını öne sürdü. Demek ki, silip süpüren seller nedeniyle; ya da başka bir nedenle, kimi bölgelerde yaşayan hayvanlar yok olursa, afetten kurtulabilen bölgelerde yaşayan hayvanlar daha sonra gelip o bölgelere yeniden yerleşebilirdi. Tabakabilimsel dikme kesitin genel görünümünün açıklamasının böyle yapılabileceğini varsayıyordu, Cuvier. Dizgesi 'yön' kavramı içeriyordu ama evrimi hesaba katmıyordu.

Cuvier, her ani yıkımın ardından, zaman zaman yeni yaratılışlar meydana gelip gelmediği konusunda kararsızdı. Ama, beş bin yılı aşmayan bir süre önce meydana gelmiş -Musa'nın Eski Antlaşma'da (Tevrat ve Zebur) sözünü ettiği- büyük bir doğa afeti olduğunu kabul ediyordu (*a.g.y.*: 148).[5] Çoğu insanın Cuvier'nin yerbilim alanındaki çalışmalarından çıkardıkları ileti buydu.[6] Başka bir deyişle, ortaya tazelenmiş bir fizikoteoloji koymuş oluyordu. Yerküre ne denli yaşlı olursa olsun, karşılaştırmalı yerbilimin bulguları Musevi-Hıristiyan tarihiyle bağdaştırılabilirdi. Bunu yapabilmenin tek koşulu, altı günlük yaratılış öyküsünü, her biri sonsuz uzunlukta altı zaman aralığı olarak görmekti. Yerkürenin ve üzerinde yaşayanların toplam tarihi ilerlemeciydi. Hep insan soyunun iyiliğine yönelik koşullara doğru gelişiyordu. İnsan soyu 'özel olarak yaratılmıştı' ve yaratılışının üzerinden çok geçmemişti. Cuvier,Tufan öncesinde yaşamış insanların varlığını, ya da insanların Tufan'da öldüğünü göstermeye yetecek fosil kanıtı bulunduğu düşüncesinde değildi.

Tabakabilimsel bakımdan ilginçliği ve ona bağlı ilginç dinbilimsel[7] konular yanı sıra, Cuvier'nin çalışmaları felsefi nedenlerle büyük önem taşımaktaydı. Doğa etkinliklerinin tümünü birbirine bağlayan ortak ipin koptuğundan söz ediyordu; aşınma-taşınma-biriktirme gibi günümüzde işleyen süreçlerin, aslında çevremizde gördüklerimizi (örneğin buzultaşları) açıklamakta yetersiz kaldığını söylerken, temelli bir sav ortaya atıyordu: Geçmişteki şeylerin günümüzdekilere benzemediğini ve geçmişin yerbilimsel süreçlerinin de, az ya da çok (burası kesindi) ve belki de kökten, değişik olduğunu ileri sürüyordu. Doğanın işleyişinde bir tekdüzenlilik bulunmuyordu.

Söylediğim gibi bu çok temelli bir savdı. Ama bunun yöntembilimsel sonuçları da olacaktı. Eğer doğa geçmişte, bugünkünden köklü biçimde ayrı idiyse, yerbilimci günümüz süreçlerine ilişkin bilgilerini yerkürenin geçmişini anlamakta nasıl kullanabilirdi? Daha kötüsü, yerkürenin başına gelmiş en yakın doğa

afetinden eğer (on dokuzuncu yüzyıl başlarının insanınca doğaüstü bir olay gibi görülen) Nuh Tufan'ı sorumlu idiyse, o zaman yerkürenin tarihinde Cuvier'nin öngördüğü öteki afet dönemleri de doğaüstü kökenli olabilirdi. Ve eğer bu doğru idiyse -ki Cuvier böyle bir sonuç çıkarmak istemiş olmasa bile- o zaman yerkürenin geçmişine ilişkin kimi konular, olağan bilimsel araştırmalar kapsamının dışında bırakılmış oluyordu. Cuvier böylesi bir sonuca kendisi yakın durmamış olabilir; ama, bunun felaketçi kuramdan çıkan kaçınılmaz bir sonuç olduğuna inanıyorum. Böylece, eğer yerbilim Cuvier ilkelerini benimserse, öteki doğa bilimlerinden ayrılmış olacaktı: Sonuçta mucizelerle uğraşmak zorunda kalacaktı.

Böylesi bir sonuç, on dokuzuncu yüzyılın ilk on yirmi yılında yaşamış kimi yerbilimcilere belki de tümüyle ters gelmiyordu. O dönemde yerbilim araştırmalarına neredeyse delicesine bir düşkünlük vardı; tam erkeğe yakışır, sporcu harcı bir bilim dalı sayılıyordu. V. Bölüm'de belirtildiği gibi, on dokuzuncu yüzyıl yerbilimi doymak bilmez bir arazi kapama tutkusunun pençesindeydi. Sağlığa yararlı, yorulmazlık gerektiren ve dünyanın her yerinde yapılabilecek bir uğraş olmanın yanında, dönemin beyefendilerinin çoğunun dinsel tercihlerine de uygun düşüyordu. Bundan dolayı yerbilim, hiç değilse İngiltere'de önemli sayıda din adamının en sevdiği bilim dalı durumundaydı. [8] Bilimle 'sporcu hıristiyanlığın' hoş bir karışımına olanak tanıyordu. Her şeye karşın, bugün pek uygun sayılmayan metafizik varsayımlardan yola çıkarak, pekâlâ saygıdeğer bir yerbilim gerçekleştirilebileceği görüldü. On dokuzuncu yüzyıl başlarının din adamı kökenli yerbilimcilerince çok değerli çalışmalar yapıldı.

Ama on dokuzuncu yüzyıl başı yerbilimcilerinin tümü olaylara böyle bakmıyordu; felaketçiliğe ve fiziko-dinbilimin[9] yeniden canlanmasına başlıca karşı çıkanlar, Hutton'un düşünsel geleneğini[10] izleyenler oldu. 'Muhaliflerin' önde gelenlerinden biri Charles Lyell'di. Lyell hukukçuluk mesleğine atılmak istemişti ve bu amaçla Oxford Üniversitesi'ne gitti. Oxford'da okuduğu

sırada, mineralbilim ve yerbilim dersleri veren ve Mesih Tarikatı üyesi papaz William Buckland'ın (1784-1856) etkisi altında kaldı. Buckland olağanüstü bir insan, bir 'kişilik'ti. Biraz kaba alışkanlıkları olduğu söylenen ve garip şeylere açıktan düşkünlüğüyle tanınan Buckland, herşeye karşın, Lyell'in Exeter Koleji'nde öğrenci olduğu dönemde, hem kendi kişiliğiyle hem de yerbilime katkısıyla Oxford'da derin izler bırakıyordu. Daha özgülcesi, Buckland (temelde Cuvier'ci olan) yerbilimle Anglikan dinbiliminin, güzelce nasıl bağdaştırılabileceğini göstermeye çabalıyordu. Göreve başlaması dolayısıyla yaptığı *Vindiciae geologicae* başlıklı konuşmada (Buckland, 1820), tam tamına bu görevi yerine getirmeyi amaçlıyordu. Konuşması iyi karşılandı ve dersleri çok sevilir oldu.[11] Buckland'ın etkisi altında kalan Lyell, yerbilime güçlü bir ilgi duydu ve geçim sıkıntısı çekmeyen bir kişi olması dolayısıyla kendini yerbilim araştırmalarına ve yazmaya vererek konunun on dokuzuncu yüzyıl boyunca ve bir bakıma günümüze değin gelişimi üzerinde büyük etkiler bıraktı.

Her ne kadar, yerbilim sevgisini ve arazide yerbilim çalışması yapmak zanaatından öğrendiği kimi şeyleri Buckland'a borçlu idiyse de, Lyell, Buckland'ın desteklediği Cuvier'ci yerbilimin kuramsal varsayımlarından hoşnut değildi. (İskoç kökenli olan) Lyell daha çok Hutton ve Playfair'in ilkelerini yaşama kavuşturmayı ve varlıklı İngiliz amatör yerbilimci Scrope'un Fransa'da geliştirdiği kimi almaşık (/alternatif) düşünceleri kullanmayı kafasına koymuştu. Desmarest'in izinden yürüyen Scrope, Auvergne ilinde (Massif Central) önemli çalışmalar yaparak bölgede lav akıntılarının uzun bir geçmişi olduğunun kanıtlarını ortaya serdi. Lav akıntılarının bazıları büyük ölçüde aşınmaya uğramış ve içinden aktıkları bacayla aralarındaki bağlantı ortadan kalkmıştı; öte yandan, bazıları daha taze görünüşlü idi ve içinden çıktıkları bacalara değin izleri sürülebiliyordu. Her ne kadar, genel görünüm karmaşık idiyse de, Scrope'a öyle geliyordu ki, bölgenin yanardağ patlamaları tarih sırasına ko-

nabilirdi; yeter ki, işleyen süreçler için çok büyük bir zaman-ölçeği kabul edilsin ve geçmişin lav akıntılarının günümüzde yanardağ etkinliklerinden doğanlarla temelde aynı biçimde davrandığı benimsensin...

Scrope düşüncelerini 1825 ve 1827'de yazdığı iki bildiriyle açıkladı. Oradaki düşünceleri ustaca çözümleyen Rudwick (1974), Scrope'un gözünde Auvergne'deki sürecin, Hutton'un sürekli devinim makinesi benzeri işlediğini gösterdi: Bir yandan aralıklarla lav taşkınları gelir, bir yandan da aşınıp dururken, ayrıntıları sürekli değişime uğrayan, ama artılarla eksileri birbirini götürüp genelde değişmeyen bir doğa görünümü çıkıyordu ortaya.[12]

Auvergne'yi ziyareti ve Scrope'un yaptığı yorumları (temelde Hutton'unkine benziyordu) inandırıcı bulmasının üzerinden çok geçmeden, Lyell Avrupa'nın güneyindeki yanardağ etkinliklerini incelemek üzere İtalya'ya gitti. Özellikle Napoli yakınlarında ve Sicilya'da gördüklerinden çok etkilendi. Pozzuoli'de, Napoli'nin kuzeybatısına düşen körfezde (adına daha önceleri Serapis Tapınağı denen) ilginç bir Roma yapısını gezdi. Denize yakın bu görkemli yapıdan üç sutun kalmıştı (hâlâ da öyle) ve sütunların belli bir yüksekliğine değin bölümünde, izler (taşı oymuş yumuşakça izleri) vardı. İzler, Roma Dönemi'nden bu yana sütunların bir yere değin su altında kaldığını gösteriyordu. Bunun güçlü bir biçimde akla getirdiği, Puzzoli topraklarının yaklaşık iki bin yıl içinde 7-10 metre batıp sonra yeniden yükselmiş olduğuydu. Ve bu süreç öylesine yumuşak geçirilmişti ki, sütunlar devrilmemişti.[13] Lyell, bana göre haklı olarak, şöyle bir sonuca vardı: Gözlemlerden edinilen kanıta göre, önemli yerbilimsel değişimler hiç 'duyurmaksızın' meydana gelebilirdi ve hiç de Cuvier'nin düşündüğü gibi büyük ani yıkımlarla gelmesi gerekmezdi.

Lyell Sicilya'da Etna Yanardağı'nı ve püskürdüğü tarihleri yakından inceledi. Dağ, yüzeyini kaplayan yeni lav katları dolayısıyla büyümekteydi. Dağın yaklaşık büyüme hızı ve toplam yüksekliği bilinince, yaşına ilişkin yaklaşık bir kestirim yapıla-

bilirdi. Lyell'in edindiği izlenime göre, dağ en az birkaç yüzbin yıl yaşındaydı.[14]

Bu kez Lyell dağın eteğindeki lav akıntılarının altında kavkı fosilleri buldu. Bunlar açıkça, yakın yerbilimsel geçmişten kalmış olmalıydı; çünkü, bugün Akdeniz'de yüzen deniz yumuşakçalarının kavkılarına neredeyse tıpatıp benziyordu. Öyleyse bunun anlamı şuydu: 'Genç' fosiller -görünüşü bugünkülere daha çok benzeyenler- binlerce yıl yaşındaydı. Buna göre, yerkürenin en genç tabakaları, insanın zaman-ölçeğine vurulunca eskilerden eski kalıyordu. Bütün bunlar, yerkürenin geçirmiş olduğu uzun geçmiş devirleri doğrulayan son derece inandırıcı savlardı.[15]

Burada, pek yerinde bir karşı çıkışla, Lyell'in Etna ve yerkürenin yaşına ilişkin savlarının, dağın yığılış hızının kabaca sabit olduğu ve yerbilimsel süreçlerin geçmişte bugünküne benzer hızla meydana geldiği varsayımına dayandığı ileri sürülebilir. Gerçekten de, Lyell'in benimsediği sav, bu varsayımın ta kendisiydi. Bu sav, geliştirdiği yerbilimi başkalarınınkinden ayıran denek taşı oldu: Kendisinin uymak üzere ortaya koyduğu yöntembilim kuralına göre, yerkürenin başından geçmişte neler geçtiğini anlayabilmek için, şu anda işlemekte olan süreçlere ilişkin gözlemlerden yararlanılmalıydı. Kısa süre sonra William Whewell (1832) kurala 'tekdüzenlilik '(/üniformitaryanizm)' adını verdi.

Fransa ve İtalya'da çıktığı yolculuklardan döner dönmez Lyell, yerbilim üstüne büyük bir inceleme yazmaya başladı. Üç cildi bulan *Principles of Geology* [Yerbilimin İlkeleri] adlı ünlü yapıtı, sonunda 1830 ile 1833 yılları arasında yayımlandı. Yapıtın alt başlığı *Şu Anda İşlemekte olan Etkenlere Bakarak Yerkürenin Yüzeyinde Eskiden Olmuş Değişimleri Açıklama Girişimi* idi. Bu alt başlık, Lyell'in yerbilime getirmek istediği düşünme yöntemini tam tamına anlatıyordu.[16] Lyell yer bilgisinin, saygıdeğer bir yöntembilime sahip, gerçek bir bilim dalı olmasını istiyordu. Kitabının adı bile bize Newton'un *Principia'*

sını (1687) anımsatıyor. Bilimsel araştırmaların kurgusal varsayımlardan değil de, 'gerçek nedenlerden' *(verae causae)* yararlanması gerektiği, Newton'un önem verdiği bir noktaydı.[17] Olayların nedenleri, bilinebilenler ve bilginin oluşturduğu alanları aşamamalıydı.

Şimdi, yerbilim açısından düşünürsek açıkça görülüyor ki, bu ilkeyi uygulaması durumunda Lyell bilinmeyeni (yerkürenin geçmişini) bilinenden yararlanarak (bugün sürmekte olduğunu gördüklerimizle) açıklamak zorundaydı. Geçmişi anlamak için bugünden yararlanmalıyız. Lyell'in *Principles*'sında epeyi büyük başarıyla savunduğu, işte bu 'tekdüzenlilik' öncülüydü. Etna üzerinde yaptığı incelemeye dayanarak dünyanın çok yaşlı olduğu yönünde nasıl akıl yürüttüğü, yöntemine örnek olarak görülebilir.

Lyell'in yöntembilim ilkesine iki açıdan bakabiliriz: Yöntembilimsel açıdan ve varoluş açısından.[18] Bu iki bakış açısı, şaşırtıcı biçimde felsefi bakımdan birbirine sıkı sıkıya bağlıdır. 'Geçmişin anahtarını bugünde aramak gerektiği'[19] ilkesi, Lyell'in bir açıklama getirmek gereksinimiyle Etna üzerine akıl yürütürken yaptığı gibi, (belki kuramsal evrenbilim dışında?) hemen bütün bilim dalları için gerekli olduğu anlaşılan, bilinmeyene bilinenden yola çıkarak ulaşmak anlamında kullanılacaksa; bu yaklaşımın kişiyi yerbilimde getireceği neredeyse kaçınılmaz sonuç, yerkürenin uzak geçmişinin de temelde bugünküyle aynı olduğudur. Belirli tarihsel, olağandışı ayrıntılar zaman zaman değişse de, genel olarak bakıldığında her şey aynı kalacaktır. Buna göre Lyell'in ortaya attığı, -Hutton ve Scrope'unkiyle pek çok ortak yanı olan- yerbilimin benimsediği yöntembilim varsayımı tekdüzenlilik; ve daha öte, (ani yıkımcı, afetçi kurama karşı) tedricilik (yavaş işleme) idi: Bu düşünceye göre, doğa yasaları geçmişte bugünkülerle aynı idi ve tüm varsayımları içinde en atakça olanı, dünyanın geçmişte de bugünkü gibi olduğuydu.[20]

Öyleyse, Lyell fosil kütüğünün ana özelliklerini kendi yerbilim felsefesi uyarınca nasıl açıklıyordu? Söylediği şuydu: Başlıca hayvan kümeleri (balıklar, yumuşakçalar, memeliler vb.) yer-

küre üzerinde hep olagelmişlerdi; ama, zaman zaman ortaya çıkan yeni türler olmuş ve zamanla soyları tükenmişti. Değişik zamanlarda yerküreye egemen olmuş fiziksel ortama uyum sağlayacak biçimde (Lyell'in açıklamakta yetersiz kaldığı bir işleyişle) türemişlerdi. Çünkü Lyell yerkürenin değişik bölgelerinde yüzeyin, yavaş ve (Pozzuoli'deki gibi) ayırt edilemeyecek bir hızla, yükselip alçaldığına inanıyordu. Bu, iklim değişikliklerine yol açabilirdi: Kimi zaman kutuplara yakın bölgeler, bir başka zaman ekvator bölgesi yükseliyor olabilirdi. Ayrıca, kıtaların değişik zamanlardaki dağılımına bağlı olarak, okyanus akıntıları kayabilir ve değişebilirdi. Böylece, iklimler değişebilir (belli bir noktaya dek) ve bu, değişik türlerin ortaya çıkış ve yok oluşlarına bakarak izlenebilirdi. Bütününe bakıldığında, değişimlerin belli bir yönü yoktu. Bu yanıyla, Lyell 'ilerlemeci' değildi. Daha doğrusu, Gould'un da vurguladığı gibi (1987), kurduğu dizge yönsüzdü, çevrimseldi. Örneğin Buffon, yerkürenin önceleri sıcakken durmadan ısı yitirdiğinin, kömür yataklarından anlaşıldığını düşünürken; Lyell için büyük bitki yığılışmaları, yeryuvarlağının kuzey yarıküredeki o bölümünün alçaldığı bir dönemde yaşanmış, geçici sıcak iklim evresinin göstergesiydi.

Bu bakımdan, kuramı uyarınca iklim koşullarında oldukça önemli değişmeler olabileceğini, Lyell'in aklı kesiyordu. Gerçekten de, karaların rastlantısal olarak yükselme ve alçalma eğilimi göstermesine dayandırdığı kendi iklim kuramında, arada sırada bir buzul çağı yaşamaya izin verecek ölçüde esneklik bulunduğu için, yaşamının son yıllarında, biraz isteksizce de olsa, yeni buzul kuramını kabul etti (bkz. VII. Bölüm).

Lyell'in kuramı, tümüyle doğalcı olmamakla birlikte, 'çevresel belirlenimcilik'in bir biçimi olarak olarak tanımlanabilir. Türler doğrudan doğruya çevre koşullarına bağlanıyordu. Dolayısıyla, Lyell'in (1830: 123) ciddi olarak öne sürdüğüne göre, o sıralar henüz yenice bulunmuş ve halkın ilgi konusu olmuş koca iguanodon dinozoru, eğer uygun koşullar yinelenirse, yerküre üstünde yeniden dolaşmaya başlayabilirdi.

Cuvier'nin büyük felaketler olgusunu önermesine yol açmış olan 'fosil kütüğündeki büyük kopukluklar'a, Lyell'in kuramı inandırıcı bir açıklama getirebiliyordu. Bu düşüncenin yalınca söylediği, türlerin ve karaların bir yandan yavaş yavaş ortaya çıkıp, öte yandan yok olup gittiği bir yerkürede (varsın bir başka yerde birikim sürmekte olsun) uzun süre kırıntı birikimi olmamasının, tortulların içerdiği fosil türlerinin bir tabakadan ötekine büyük değişmeler göstermesine yol açabildiği idi. Bunun, ille de bir doğa afetinin belirtisi olması gerekmezdi; olsa olsa uzun bir süre deniz düzeyinin üstünde kalmış o bölgede tortulanma yaşanmadığını gösterirdi.

Giden türlerin yerine yenilerinin gelmesinin çok yavaş işleyen bir süreç sayılması nedeniyle Lyell, Tersiyer yaşlı kayaları alt bölümlere ayırmada, fosil kanıtlara dayalı (/paleontolojik) bir yöntem geliştirebildi. Tersiyer yaşlı kayaların alt bölümlerini, içerdikleri günümüz türlerinin oranına göre sınıflandırıyordu: Genç Pliyosen %96; Yaşlı Pliyosen %35-50; Miyosen %17; Eosen %3,5. Bu yöntem onun genel yerbilim felsefesine uygun düşüyordu. Ama Tersiyer yaşlı tabakalardan daha aşağıya uygulanamıyordu; çünkü, Eosen'den ötede günümüz canlılarına hemen hiç rastlanmıyordu.

Lyell'in kurduğu yerbilimin inandırıcı savunucuları çıktı ve en azından İngilizce konuşan yerbilimciler üzerinde yaptığı büyük etki sonucu, Sedgwick gibi bazı önemli kişileri Eski Antlaşma'da geçen Nuh Tufanı'na bağımlılıktan ya da 'Tufan yerbilimi'nden vazgeçirdi. Lyell, yerbilimi doğru yöntembilim çizgisine oturtması nedeniyle, uzun zaman, on dokuzuncu yüzyıl yerbilimcilerinin en önemlilerinden biri olarak kabul edildi. Biraz sonra ele alacağımız gibi, Charles Darwin üzerindeki etkisi özellikle önemliydi. Kendisinden öncekiler arasında benzer düşünceleri savunanların genellikle doğru yolda olduğunu, ötekilerinse yanıldığını (Rudwick, 1970; Porter, 1976; Gould, 1987) göstermek üzere ustaca tasarlanmış tarihsel sunuşu, ardından çok sayıda okuyucuyu sürükledi. Yerbilimin kesin olarak evrendoğumdan

ayrılması gerektiğini öne sürüyordu ve bu önerisi genelde kabul gördü, ve doğrusu yerbilimin gelişmesinin o aşamasında yapılabilecek sağduyulu bir öneriydi. Ve, söylediğimiz gibi, ana yöntembilimsel ilkelerini ortaya koymakla Lyell, yerbilime bilimselliği onaylanmış bir bilim dalı niteliği veriyordu sanki.

Oysa, savlarının çatırdadığı noktalar vardı. Örneğin, ona göre memelilerin, fosil içeren kayaların en yaşlısı Kambriyen'de bulunması gerekiyordu. Ama, bunu doğrulayan en küçük bir gözlemsel kanıt yoktu.[21] İkincisi, geçmişte ortaya çıkmış olduğu sanılanlara benzer biçimde yeni türlerin türemekte olduğunun günümüzde kanıtı yoktu.[22] Buna göre, kendi yöntembilimsel öğütleri bu yanıyla tutulmamış oluyordu. Üçüncüsü, güya kutsal biçimde yaratıldığına inanılan insanın, kendine özgü durumu vardı. Dördüncüsü, Lyell'in yerbilimsel süreçler, Tersiyer Devri'nin alt bölümleri, yerkürenin yaşının büyüklüğü, yerbilimin evrendoğumdan yakasının kurtarılması ve daha bir çok konudaki düşünceleri kabul görürken, yerküre tarihine ilişkin ilerlemeci olmayan açıklaması -(insanın ortaya çıkışı bir yana) geçmişte herşeyin bugünkü gibi olduğuna ilişkin düşüncelerihemen hiç kimseden kabul görmedi (Bartholomew, 1976). Ve doğal olarak, fosil kanıtlarında ileriye dönük gelişime Lyell'in karşı çıkmış olması, meslek yaşamının son yıllarında Darwin'in evrim kuramını kabullenmesini iyice güçleştirdi.

Yine de Lyell, yerküre üstüne çok büyük önem taşıyan değişik düşünme yolları sundu. Yerkürenin tarihsel geçmişi, günümüzde işleyen süreçleri ya da koşulları, gözlem yoluyla anlaşılabilmeliydi. Yerbilim bir tür fiziko-teoloji değil, bir doğa bilimiydi. Evrendoğumdan apayrıydı. Yer devinimleri daha çok alçalma-yükselme biçimindeydi ve bu yüzden kıtaların kıyı çizgileri sürekli değişiyordu; buna bağlı olarak iklim koşulları değişiyordu. Dolayısıyla canlı organizmalar da biçim değiştiriyordu. Yerküre öylesine yaşlıydı ki; yavaş fakat aman vermez süreçler çok büyük yüzey değişikleri meydana getirmişti. Akarsuların yavaş ama azımsanmayacak aşındırma etkinlikleri bunun kanı-

tıydı.[23] Yerbilimcilerin gözlemlerini açıklamak için afetlere sarılmaya gerek yoktu. Felaketçi öğreti, tarihsel zamanın boyutlarını kavramakta yetersiz kalan bir imgelemin ürünüydü.[24] Doğa ağırbaşlı davranıyordu. 'Yavaştancı' bir bakış açısı özendirilmekteydi. Yerbilimciye düşen, 'tekdüzenlilik' kurallarından yararlanarak, yerkürenin tarihini yazmaktı.

Sözü edildiği üzere, Lyell zaman zaman ortaya çıkan ve kaybolan türler olduğunu düşünüyordu; ama, yeni türlerin nasıl türediği konusunda düşüncesi açık seçik değildi. *Principles* (İlkeler) adlı kitabının ikinci cildinde, on dokuzuncu yüzyılın ilk yıllarında Lamarck'ın ortaya attığı evrim kuramını ciddi biçimde ele aldı, ama karşı çıktı. Lyell türler sorununa ilişkin büyük miktarda bilgi derledi (Lyell, 1970) ama, uzun zaman evrimci varsayımı kabullenmeye yanaşmadı. Kimileri bunun, Lyell'in siyasal tutuculuğuyla ve devrimci değişmeyi sevmemesiyle ilişkili olduğunu sanabilir.[25] Derindeki bir ruhbilimsel düzeyde, böyle olmuş olabilir. Ama türlerin daha iyiye dönüştüğü varsayımına karşı çıkmak için, sağlam yöntembilimsel ve gözlemsel nedenleri vardı. Günümüzde türlerin başka türlere dönüşümü izlenemiyorsa da, türlerin kendi içindeki değişkenlik açıkça dikkat çekiyordu. Bitki ya da hayvan yetiştiricileri yapay etkinliklerle bu değişkenliği artırabiliyordu. Lyell'in bundan ötesini kabule niyeti yoktu -en azından mesleğinin ilk yıllarında...

Sonunda evrimi kabul ettiği zaman, kendi kuramında en az değişikliğe yol açacak biçimi seçti. Gould'a göre (1987), kabul etmek zorunda kalışı, Paleozoik'te bir türlü memeli bulunamayışı ve taş devrinden kalma el araçlarının ve Neandertal İnsanı'nın (/Mağara Adamı'nın) keşfinin kanıtladığı insan gelişmesinin onaylanması sonunda oldu. Evrimi kabul etmekle birlikte, Lyell yine de tekdüzenlilik ilkesinden vazgeçmedi: Tekdüze bir değişim hızı vardı (öyle ani yıkım sonucu soyu tükenmeler değil). Ama diyor Gould, Lyell'in geçirdiği bu değişim, onu, art arda basımları yapılan *Principles of Geology* [Yerbilimin İlkeleri] adlı yapıtının görkemli söyleme yeteneği ile destekle-

yerek uzun yıllar ayakta tuttuğu, daha öncelerin yöntembilim ve varoluşta tekdüzenlilik düşünceleri karmasından vazgeçmek zorunda bıraktı.

Lyell'in yerbilim üstünde tam ne etkisi olduğu sorusunun yeridir şimdi. Bilim insanı/tarihçi Archibald Geikie örneğin, *Founders of Geology* [Yerbilimin Temelini Atanlar] ([1905] 1962) adlı etkileyici yapıtında Lyell'e pek az yer ayırmıştır. Buna karşılık, Rudwick ve Hodge gibi çağcıl tarihçilerin Lyell'e çok önem vermeleri, Lyell'in Darwin üzerinde kuşkuya yer bırakmayacak denli büyük etkisi dolayısıyla doğrusu yerinde görülmektedir. Ve bu yüzden, Darwin'e son yıllarda gösterilen çok büyük ilgiye bağlı olarak Lyell'e, dünyanın tümü düşünüldüğünde, gününün yerbilimcilerince hakkından biraz daha çok ilgi gösterilmiş olabilir. Böylece, Darwin'e yakınlığı nedeniyle, Lyell'in yeri belki de gereğinden çok büyütülmüştür. Bana göre, tarihçiler Darwin konusuna o denli saplanıp kalmışlardır ki, Viktorya döneminde bilimin gerçek durumunu görmek zorlaşmıştır. Her şeye karşın, Darwin'in konumu büyük önem taşır doğal olarak ve biz, yerküreye bakışın nasıl geliştiğinin öyküsünde onun oynadığı rolü incelemekte hiç haksız sayılmayız. Hangi nedenle olursa olsun, Lyell'in birkaç dile çevrilen yapıtları, kuşkusuz geniş okuyucu kitlesi buldu.

Darwin *Beagle* ile ünlü deniz yolculuğuna atıldığında Lyell'i henüz tanımamış olsa da, yolculuk boyunca *Yerbilimin İlkeleri*'ne (Lyell, 1830-3) ilişkin bilgisini geliştirdi ve yeni tekdüzenlilik ilkeleri ile kara ve deniz düzeylerinin sonu gelmeyen, görece alçalıp yükselmeleri düşüncesinden yararlanmaya çalıştı: Kara yer yer sanki bir yo-yo gibi, yavaşça bir aşağı bir yukarı inip çıkıyordu.

Bu düşünceyi Darwin'in en başarıyla uyguladığı yer, mercan kayalarına ilişkin kuramıdır. Büyük Okyanus'taki bazı adalarda, karanın yakın zamanlarda yükselmekte olduğu açıkça görülmektedir; çünkü, deniz düzeyinden iyice yüksekte kocaman ölü mercan kütlelerine rastlanmıştır.[26] Başka yerlerdeyse mer-

canlar, büyük bölümünün deniz düzeyinin altında kaldığı çemberimsi adalar oluşturur. Darwin'in bu durumu açıklamak üzere ileri sürdüğü düşünce, buralarda karaların çökmekte olduğu ve mercanların da çökme hızına ayak uyduracak biçimde yukarı doğru büyüdüğüydü.[27] Mercan kayaları üstüne yazdığı kitabında (Darwin, 1842), Büyük Okyanus bölgesinin geniş geniş alanlarını, karanın yükselip alçalışına göre, kırmızı ve maviye boyadığı bir harita eklemişti. İşte bu, Lyell'in kuramına tam aranıp da bulunmayan türden destek sağlıyordu.

Öte yandan, sıra Lyell'in türler kuramını ve tabakabilimsel kütükte fosillerin işlevine ilişkin açıklamasını uygulamaya koymaya geldiğinde, işler pek o denli yolunda gitmedi. Gerçekten de Darwin, Lyell'in kuramında önemli kuraldışılıklar buldu. Lyell'e göre, yeni yaratılan türler, yaşama ortamlarıyla uyum içinde bulunmalıydı ve türler değişen çevre koşullarına eğer uyum sağlayamazlarsa ve ancak o zaman, yok olup giderlerdi. Ama Darwin Güney Amerika'da artık soyu açıkça tükenmiş; ama, yokoluşları çevre koşullarında herhangi bir belirgin değişikliğe bağlanamayan dev memelilerin kalıntılarını buldu. Ya da, pek iyi bilindiği gibi, Galapagos Adaları'nda, kara kaplumbağalarının, ispinozların ve alaycı kuşların değişik türlerini saptadı. Bu türler arası ayrımlar, değişik adalardaki birbirinden önemli ölçüde farklı çevre koşullarıyla bağlantılı gibi görünmüyordu (doğal ortam ile biçim arasında bazı bağlılaşımlar [/korelasyon] ayırt edilebilse bile).

Böylesi gözlemler Darwin'i düşünmeye yöneltti ve deniz yolculuğundan 1836 yılında dönüşünün ardından (bir yıl sonra) sonuca ulaştı: Gözlemlerine göre, canlı organizmalar 'değşinim' (/mutasyon) geçirmişlerdi; ya da bizim bugün söyleyeceğimiz biçimiyle evrilmişlerdi. Daha sonra, 1838'de değşinim kuramına ilk biçimini verdi: Dünyaya 'sağ kalmak' üzere gelmiş organizmaların tümünü beslemeye yetecek kaynak bulunmaması yüzünden, koşullara en iyi uyum sağlayanlar yaşayacağına göre, organizmalar değişen koşullara uyum sağlarken kendileri de

tedricen değişime uğruyordu. Türlerin yeni alt türlere ayrılması başlangıçta daha çok, bir bölgede yalıtılıp kalmalarına ve daha sonra başka tür işleyişlere yorulmuştu[28]. Darwin'in kuramı en sonunda, 1859 yılında *Origin of Species* [Türlerin Kökeni] adıyla (ünlenecek olan) bir kitap biçiminde basıldı.

Pek iyi bilindiği gibi, *Origin*'in yayımlanması büyük toplu öfkeye neden oldu ve günümüzde hâlâ evrim düşüncesine karşı çıkan çok insan var; ya da, eğer kabul ederlerse bile, bunun Darwin'in kafasından geçirdiği gibi doğalcı bir süreç olduğuna katılmayacaklardır. Ya da, kalıtımbilim (/genetik), moleküler dirimbilim (/biyoloji) vb. alanlarda bildiklerimizin hepsiyle tümlense bile, Darwin'in önerdiği işleyişin (doğal seçilimin) amacı açısından yeterli olduğunu yadsıyacaklardır. Evrimsel dirimbilim alanında dünyanın en önemli teknik ve felsefi çalışmaları Birleşik Devletler'de yürütüledursun, Darwin'in evrim kuramı konusunda bilgisizliğin ya da kurama karşı olumsuz tutumun özellikle güçlü olduğu yer de, Amerika Birleşik Devletleri'dir.

Ama burada bizi ilgilendiren bu çatışmalar değil. Altı çizilmesi gereken, tabakabilimsel dikme kesitin ancak Darwin'in kuramı ışığında bakıldığında anlaşılabilir duruma geldiğidir. Genel olarak söylenirse, daha yalınkat ve ilkel organizmalar, daha alt düzeylerde ortaya çıkmıştı ve 'gelişmiş' yaratıklar daha üst tabakalarda bulunmak üzere gittikçe daha karmaşıklaşıyordu. Buna göre, yumuşakçalara Kambriyen'de rastlanıyordu; balıklara Siluriyen'de, memelilere Jura'da vb...[29] Bu durum, William Smith'in on sekizinci yüzyıl sonunda açıkça dile getirdiği önde gelen tabakabilimsel ilkeye de anlam kazandırıyordu.

Öte yandan, Darwin'in kuramı fosil kütüğünü bir tür 'okuma' yöntemiydi. Çünkü bu kuramın fosil tutanağından öğrenme beklentisi, uyandırmış olabileceği genel gelişme yönlerini ve sapmaları, taşın kendisine bakarak ayırt etmek, olacak şey değillerdi. Darwin'in getirdiği çözüm, yalnızca kütükte eksikler olduğunu savlamaktan ibaretti. Kolay bir örneği ele alırsak, Kretase'de (örneğin yukarıda sözünü ettiğimiz Gault kilinde) çok sa-

yıda açıkça tanımlanmış ammonit türünün fosili bulunuyor; ama bilindiği kadarıyla arada geçiş türlerine rastlanmıyor. Tabakabilimci açısından bu durum kolaylık sağlayıcıdır; çünkü, ayrı ayrı türlerin birbirinden kesin çizgilerle ayrılması, tabakalar arası paleontolojik (eski yaratıklar bilimi) bağlılaşımı kolaylaştırır. Ama fosil türlerinin birbirinden niçin bunca kesin çizgilerle ayrıldığı ise gizemini korumaktadır.[30] Darwin'in elinden gelen, tabakabilimsel kütüğün çok eksik olduğunu belirtmekti. Murchison ve başkaları, evrim/değşinim kuramının hepten yanlış olduğunu ileri sürdüler. On dokuzuncu yüzyılın ilerleyen yıllarında ve özellikle Birleşik Devletler'de Darwin'in değşinim açıklaması büyük eleştiri sağanağı altında kaldı ve değişimi açıklamak üzere çeşitli almaşık düzenekler tezgâhlandı. Bu durum, örneğin Peter Bowler'in, Darwinizmin 'tutulması', gölgede kalması sorunu üstüne uzun uzadıya yazmasına neden oldu (Bowler, 1983). Ama böylesi konular daha çok dirimbilim tarihinin alanına girer ve burada daha ileri düzeyde incelenmesi gerekmez. Şu anki ereklerimiz açısından, Darwin'in kuramının, tabakabilimsel dikme kesiti -Lyell'in kuramınınkinden- daha anlaşılabilir duruma getirdiği düşüncesini belirtmekle yetineceğiz; Darwin'in kuramının tümüyle doğalcı olduğunu unutmadan...

Ama yerkürenin yaşı gibi, bunca önemli bir soruna hâlâ değinmedik. Daha önce gördüğümüz gibi Cuvier, 'zamanın önünü kesen bentleri patlatmanın ne görkemli olacağı'ndan söz etmişti. Lyell ise; Etna'ya ilişkin savlarıyla, Niyagara Çağlayanı'nın yatağını yavaş yavaş aşındırarak geriletmesi ve başka kanıtlarla ve kendi fizikötesi (/metafizik) seçimlerine uygun olarak, yerküre için neredeyse sonsuza uzanan bir yaş düşünmüştü. Yerbilimsel zaman sorununda, Darwin duraksamasız Lyell'in izinden gitti ve yerküreye bir yaş biçmek üzere kendine göre kaba kestirimler yaptı. Örneğin, Darwin'in Kent'teki toprakları Weald Vadisi'ni tepeden görüyordu ve *Türlerin Kökeni*'nde vadinin oyulması için -denizin vadiden her yüzyılda yaklaşık iki buçuk santim kestiği hesabıyla- üçyüz milyon yıl geçmiş olması gerek-

tiğini tahmin etti. Günümüzde yerbilimciler bunun epeyi fazla bir kestirim olduğu kanısında; çünkü, vadi yatağının en derin yerindeki kayaların en yaşlılarının (Hastings tabakaları) bile yaklaşık yüz kırk milyon yıl yaşında olduğu düşünülüyor ve kıvrılmaları, ve ardından aşınmaları bundan epey zaman sonra meydana gelmiş olsa gerek. Yine de Darwin yerküreyi olağanüstü yaşlı saymakta, yerden göğe dek haklıydı. Evrim kuramının gerçekleşebilirliğini sağlayabilmek için, emrine yazılmış kocaman kocaman 'zaman poliçelerine' gereksinimi vardı.[31]

Oysa Darwin'in gününde yaşayan fizikçiler, onun yerküreye biçtiği yaşın doğruluğunu kabul etmiyorlardı. Darwin'e bu konuda başlıca meydan okuma Glasgow'lu Profesör William Thomson'dan, Lord Kelvin'den (1824-1907) geldi. Bu seçkin fizikçi mesleğe atıldığı ilk yıllardan beri, güneşin sıcaklığının kaynağı gibi sorunlarla ilgilenmekteydi; ama 1862 yılında, sınırsız 'zaman poliçesine' gerek duyan Darwin'in kuramına açıkça saldıran, yarı-halk işi bir makale yayımladı (Kelvin, 1862). Kelvin güneşin sıcaklığının bir bölümünün, yüzeyine göktaşlarının çarpmasından doğduğunu; ama bu tür çarpmaların, güneşten yayılan sıcaklığı sonsuza dek sürdüremeyeceğini düşünüyordu. Buradan yürüyerek (birkaç çürük varsayıma dayanan savla) güneşin soğumakta olduğu ve (en alt sınırı on milyon yıl olmak üzere) yüz milyon ile beş yüz milyon arası bir yaşta olduğu sonucunu çıkardı. 1863 ve 1864 yıllarında yayımladığı daha sonraki makalelerinde Kelvin, yerkürenin erimiş durumdan içi dışı katı duruma gelebilmek için gerekseyeceği zamanı ele aldı; ama, o gün için gözlenen ısı kayıp hızı ve miktarını hep aynı varsaydı. Bu yoldan, yirmi milyon ile dört yüz milyon yıl arasında bir sayı hesapladı. Kelvin'in zihin alıştırması, Lyellci tekdüzenlilik ilkesiyle de çelişiyordu; çünkü yerküre soğumakta idiyse, geçmişte bugünkünden daha sıcak ve yerbilimsel bakımdan daha etkin olması gerekirdi.

Beş yıl sonra, 1868'de ortaya attığı daha ileri bir sav (Kelvin, 1871), önceki iki savdan daha inandırıcıydı. Yerkürenin kutup-

larda basık olduğu, on sekizinci yüzyılda bunu saptayan ölçmelerden dolayı kabul görmüştü. Yassılaşmış biçimini tümüyle erimiş durumdayken, katılaşmadan önce edinmişti, büyük olasılıkla. Öyleyse, yerkürenin biçimini göz önünde tutarak, katılaşmakta olduğu sıradaki dönüş hızı hesaplanabilirdi. Ama, Kelvin bu hızın, gel-gitlerin sürtünme etkisi yüzünden gittikçe azalmakta olduğu düşüncesini savunuyordu. Eğer sözü edilen (dönüş hızındaki) azalmanın hızı hesaplanabilse, o zaman yerkürenin katılaşmasına dek geçen, sonra da, soğuma sürerken dönme hızının bugünkü değerini bulmasına dek geçen zaman kestirilebilirdi. Yaptığı hesaplamaların ancak yaklaşık sonuçlar vereceğini ve hesaba katılması gereken başka bazı etkenler (örneğin, soğudukça büzülmekte, sıkışmakta olan yerkürenin dönmeye karşı direnme eğilimi) bulunduğunu doğrulamakla birlikte, katılaşmadan bu yana geçen süre için yüz milyon yıl akla yakın bir kestirim gibi görünüyordu. Yine bu da, tekdüzenlilik ilkesine bağlı olan Lyell ve Darwin'in yerbilimiyle uyuşmuyordu.

Bu serüvenin tamamını Burchfield (1975) büyüteç altına yatırmış bulunuyor ve ayrıntılara burada bir kez daha girmenin gereği yok. Kelvin meslek yaşamının sonraki döneminde, eski savlarına ve hesaplamalarına birçok kez yeniden döndü ve ince ayrıntılara girerek saptadığı sayılar, her sefer'inde azalarak yaklaşık yirmi milyon yıla dek indi. Fizik dalında uzmanlıkları sınırlı olduğu için yerbilimcilerin çoğu, Kelvin'in savlarına karşı çıkabilecek araçlardan yoksundular; matematikle ilgisi olmayan Darwin ise hesap sorabilecek durumda değildi. Bütün yaptığı, dişini sıkıp birşeylerin ortaya çıkmasını beklemekti. Darwin'in kuramının geçerli sayılabilmesi için gereken sürenin uzunluğunu, kimse bilmiyordu gerçekte. Bugün bile, bir, on, yüz ya da bin milyon yıl deyince, akılda bir yere oturtmak zor. Böylece, on dokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru yerbilimciler, biraz isteksizce de olsa, yer kürenin yaşının yüz milyon yıl dolayında olabileceğini kabul ettiler. Bu sürenin yeterli olup olmayacağını

söylemek henüz zordu. Ama 'açık çek' isteme günlerinin sonu gelmiş gibi görünüyordu.

Ansızın ortaya birşey çıkıverdi. Hiç beklenmedik bir biçimde ışınım (/radyasyon) olgusu keşfedildi ve yerkürede ısı yayan, ışınetkin (/radyoaktif) maddeler bulunduğu anlaşıldı. Böylelikle Kelvin'in yerkürenin soğuma hızı üstüne kurulu hesaplamalarının geçerliği kalmıyordu. 1903 yılında, Ernest Rutherford (daha sonra Lord Rutherford) ve H. T. Barnes radyumun dağılması sırasında ısı yaydığını açıkladılar; ertesi yıl Royal Institution'da yaptığı konuşmada, Rutherford artık yerkürenin yalnızca soğumakta olan bir kütle gibi görülmemesi gerektiğini, çünkü bir '*içsel* ısı kaynağı' bulunduğunu ileri sürdü (Eve, 1939, s. 107). Charles Darwin'in oğlu, seçkin matematikçi/gökbilimci/yerfizikçisi George Darwin hemen bu düşünceye sahip çıktı (1903). George Darwin uzun süredir Kelvin'in savlarının açmazlarını ortaya koymaya çalışıyor, ama pek başarılı olamıyordu. Işınım, yerbilimcilerin imdadına yetişmişti: George Darwin, güneşte ve yerkürede ısı yayan bir maddenin (radyum) varlığını inandırıcı biçimde ileri sürebilirdi. Biz bugün güneşi ısıtanın radyum olduğunu düşünmüyoruz; ama, ışınım yerkürenin sıcak kalmasına katkı yapıyor. Öyle ya da böyle, yirminci yüzyılın başından bu yana yerbilimciler ve dirimbilimciler, artık fizik ilkelerini çiğnedikleri korkusu çekmeden, gerekli gördükleri denli büyüklükte 'zaman çeki' yazma gücünü kendilerinde bulabilmişlerdir.[32]

Üstelik, iyi bilindiği gibi, ışınım yerkürenin yaşını kestirmeye yarayan yöntemler de veriyor bize (bkz. Dalrymple, 1991). Yirminci yüzyılın ilk yıllarında Yale'den Bertrand Boltwood, Britanya'dan Arthur Holmes ve İrlandalı John Joly gibi bilim emekçileri, daha bir çok kişiyle birlikte, ışınetkin mineraller ve bunların dağılım artığı ürünleri üzerinde çalıştı. Buradan yola çıkan Boltwood 1907 yılına gelindiğinde, Rutherford'un, minerallerin yaşlarını kestirmek üzere önerdiği hesaplama yönteminden yararlanarak, Seylan'dan gelme Prekambriyen devri taşı-

nın yaşını 2200 milyon yıl olarak buldu; ardından Holmes 1911'de aynı taş için uranyum/kurşun yönteminden yararlanarak 1640 milyon yıl hesapladı. O zamandan bu yana bu tür hesaplamalar yapılıp duruyor ve bugün yerkürenin tümünün yaşı 4540 milyon yıl dolayında kestiriliyor (Dalrymple, 1991: 402). Her ne kadar kestirimler aşağı yukarı son otuz yıllık dönemde önemli ölçüde arttıysa da, son yıllarda durup oturmuşa benziyor ve ben şu sırada bu cephede büyük bir değişiklik beklemiyorum. Öyle görünüyor ki, yerküre üstüne düşünürken kafalarımızın ve kuramlarımızın göz önünde bulundurmak zorunda olduğu süre budur. Ama şurası unutulmamalı: Sert kavkılı hayvanların yerküre üzerinde ortaya çıkışından bu yana geçen zaman, bu toplamın bir parçasından başka birşey değildir. Günümüz düşüncesine göre, Kambriyen yaklaşık 570 milyon yıl önce başladı; son açıklamalar, bu sayının önümüzdeki birkaç yıl içinde bir ölçüde azalabileceğini söylese bile...

VII. Bölüm

İklim, Buzullaşma ve Yeryüzünün Yontulması

Altıncı Bölüm'de ele aldığımız afatçılık (/ani yıkım) görüşü, bir yanıyla, bir yerbilimsel 'kaza'nın sonucuydu: İnsansoyunun evrildiği dönemin, buzullaşma dönemlerinin sonuna, ve buzullaşmanın üzerinden henüz çok zaman geçmediği bir dönemece rastlaması tuhaflığının. Belirtildiği gibi, yerbilim on sekizinci yüzyılda kuzey Avrupa'da ortaya çıktı. Ve dünyanın bu bölümünde toprakların çoğu kaya-kil karışımı buzultaşlarla (/morenlerle) kaplıdır. Ayrıca, moren kalıntıları, (özellikle İrlanda'da) moren tepeleri[1] ve moren sırtları[2] denen yapılar vardır. Bunların buzullarca meydana getirildiği düşünülmekte. Kaya yüzeyleri üzerindeki ilginç mi ilginç çizikleri, kazıntıları, buzulların sürüklediği köşeli taşların oyma eyleminin bıraktığı düşünülüyor bugün. En yakındaki kök yerlerinden *(in situ)* çok uzaklarda, dört bir yana saçılmış kocaman ve

ağır kaya kitleleri var (avare bloklar); ya da, tepelerin başında sanki bir kuş bırakmışçasına bağlı olmaksızın duran koca kaya parçaları *(blocs perchés)*... Kimi kıyı boylarında yükselmiş kumsallar görülüyor. Bazı tepe ya da dağların doruklarına yakın yerlerde, kimi zaman fosillerle karışık gevşek çakıllar bulunuyor. İskoçya'nın olukvadilerinde çok eskiden varolmuş göllerin kıyı izleri kalmış. Ve öyle vadiler var ki, aşındırma süreci için ne denli zaman tanınırsa tanınsın, o yatakta akmakta olan küçük suyun işi olamaz; hatta bir de bakmışsınız, Güney İngiltere'deki tebeşir tepeleri arasından geçen vadilerde olduğu gibi, kimi vadilerde akarsu bile yok.

Günümüzde böylesi olgular, oldukça yakın yerbilimsel geçmişte meydana gelmiş büyük buzul çağlarının kanıtı olarak kabul ediliyor. Ama, yukarıda sözü edilen kanıtları 'okuma' işi, daha çok kuramsal bir süreç. İstenirse, en başta olduğu gibi, kolaylıkla başka bir anlam çıkaracak biçimde okunabilir. Bir başka deyişle kanıtların uyandırdığı kanı, büyük miktarda moloz yığıntısını bir zamanlar dünyayı süpürmüş büyük bir selin (ya da sellerin), o süreçte biriktirdiğiydi.

Kutsal Kitap'a bağlı böylesi 'tufancı' yorumların izi ta on yedinci yüzyıla değin sürülebilir. Daha önce gördüğümüz gibi (s. 82) John Woodward'ın düşlediğine göre, Kutsal Kitap'taki Tufan sırasında yerkabuğunun bütün malzemesi, ya çözünmüş durumda ya da asıltı durumunda bulunmaktaydı ve sular çekilirken yoğunluklarına göre, tabakalar biçiminde yığıldılar. John Ray de (1692a, b, 1693, 1713) benzer biçimde, bugün yeryüzünde görünen çoğu durumu meydana getirenin büyük bir sel afeti olduğunu düşünüyordu. İrlandalı kimyacı Richard Kirwan (1799), fosilleri yerli yerine oturtanın Nuh Tufanı olduğu düşüncesiyle yetiniyordu. Gerçekten de, bu düşünceye coşkuyla sarılmıştı. Ve Tufan'ın açık seçik yerbilimsel kanıtlarla doğrulandığı, Conybeare ve Phillips'in (1822) hazırladığı türden genel ders kitaplarınca, ta on dokuzuncu yüzyıl ortalarına değin kesin doğru olarak kabul edildi.

Bunun iki genel nedeni vardı. Birincisi, daha önce gördüğümüz gibi, ilk yerbilimciler yerkürenin genç bir nesne olduğunu düşünüyorlardı; o denli genç ki, geçmişini yazılı anlatımlardan, özellikle Kutsal Kitap'tan -bu arada, Platon ve Ovidius gibi puta tapan yazarlardan ve sel felaketlerini kaydetmiş eski Babil kayıtlarından- yararlanarak öğrenmek olasılığı vardı. Dünyanın başka yerlerinin masal ve söylenceleri de aynı biçimde bir tür evrensel sel felaketini doğrular görünüyordu. İkincisi, yerbilimle dinbilimin (fiziko-teoloji biçiminde) iç içe geçmesinden oluşan uğraş dalı, ta on dokuzuncu yüzyılın ortalarına değin garip ve çekici bir alan olmayı sürdürdü: Önceki bölümde, William Buckland'ın çalışmalarını ele aldığımız sırada gördüğümüz gibi... Bütün bunlara karşın, ani yıkımcı bir yerbilim anlayışına varmak için kişinin yerbilimini ille de dinbilimsel bir temel üzerinde kurması gerekmiyordu. Felaketçilik, Cuvier ve Buckland gibilere göre, çok açık gözleme dayalı kanıtlarla haklılık kazanmış bir görüştü (Hooykaas, 1970).

Gerçekten de, Cuvier'ninki gibi ani yıkımcı görüş ile tekdüzenlilik yandaşlarının yavaş ama sağlam yaklaşımı arasında benimsenebilecek bir dizi duruş vardı (Page, 1969). Örneğin, Büyük Tufan oldukça yumuşak geçmiş bir olay olabilirdi. Belki gerçekten Kutsal Kitap'taki gibi bir sel afeti olmuş; ama sular yavaş yavaş yükselmiş, sonra da yine yavaşça çekilmişti. Doğrusu Nuh'un sağ kalışını açıklamak için mucizelere başvurmak istenmiyorsa, bu, en doğru yaklaşım gibi görünüyordu.

Ama, başta Hutton, daha sonra Lyell olmak üzere, birileri daha vardı ki, bunlar evrensel sel afeti düşüncesine tümüyle karşı çıkıyorlardı. Hutton gibi bir yaradancı* çiftçi açısından, büyük tasarımcı Tanrı'nın kendi yarattığı yaşamı yok edecek yolda davranmış olacağı, akıl alır gibi görünmüyordu (Hutton, 1795, cilt 1: 273). Dolayısıyla, Hutton'un kuramının başlıca özelliklerinden biri, yerbilimsel süreçlerin sonsuz süre boyunca işlediği düşünüldüğünde, akarsuların yataklarını kendilerinin oymamış

*Yaradancı (/deist): Tanrının varlığını kabul etmek için insanlara gönderdiği haberler yerine yaratmış olduğu dünyaya bakmak yeterlidir, inancı taşıyan. (ç.n.)

olması için bir neden bulunmadığıydı. Bu duruşa 'akarsucu' yaklaşım adı verilmiştir (Herries Davies, [1969]).

Ama Hutton gibi bir 'akarsucu'nun bu bölümün başlangıcında sözünü ettiğimiz olgular karşısında söyleyecek neyi olabilirdi? Gerçekten de Hutton bu konularda doyurucu açıklamalar yapamadı. Yine de, *Theory of the Earth* [Yerküre Kuramı] (Hutton, 1795, 2.cilt: 218-19) adlı yapıtında birkaç ilginç sayfa var. Orada, Alplerdeki buzulların geçmişte çok daha yaygın olma olasılığından söz ederek, günümüzdeki buzulların içinde ilerlediği vadilerin çok uzağında rastlanan büyük kaya kitlelerini açıklamak istedi. Ama Hutton bu tür olguları açıklamak için, bir iklim değişikliğini gerekli görmemişti. Tersine, Alplerin eskiden daha büyük buzullar üretmiş olmaları, bugünkünden daha yüksekte olmalarından ileri gelmektedir sanıyordu. Böylece gözlem, Hutton'ın genel kuramının başlıca bölümlerinden biri olan, dağların ağır ağır oluştuğu ve aşındığı düşüncesinin boyunduruğuna girmiş oluyordu.

Alpler Avrupası Buzulları'nın geçmişteki uzantıları, ve sonunda da buzul çağı (ya da çağları) düşüncesinin doğması için İsviçre'den daha uygun bir yer olamazdı.[3] Buzulların, eriyen dil bölümünde yığılmış bugünkü ön morenlerin bulunduğu noktalardan, büyük ölçüde ötelere uzanmış olabileceğini ilk ortaya atanlar, 1787 yılında rahip Bernard Kuhn ile 1815 yılında Val de Bagnes'de yaptığı gözlemlere dayanan dağcı ve avcı Jean-Pierre Perraudin oldu (Herries Davies, [1969]: 264). Onların tasarım aşamasındaki bu düşünceleri, mühendis Ignace Venetz (1837[4]) ile Freiberg Madencilik Akademisi mezunlarından, Vaud Kantonu'nda Bex tuz ocaklarının baş yöneticisi, Lozan Akademisi Yerbilim Onursal Profesörü Jean de Charpentier'ce (1834, 1836, 1841) yeniden ele alındı. Charpentier'nin kitabı (1841), Rhôn Irmağı'nın çıktığı bölgeden taşınmış kaya kitlelerinin İsviçre'nin ortasındaki ovada rasgele dağılmış olmasına dayanarak, Rhôn Buzulu'nun geçmişte bu ovaya dek uzandığını gösteren bir harita sunuyordu.

Ama bu insanlar görece önemsiz kişilerdi. Düşünceleri pek ilgi çekmedi; ta ki, Neuchâtel'de doğa tarihi profesörü ve on dokuzuncu yüzyılın önde gelen doğalcılarından Louis Agassiz (1807-73) konuya el atana değin. Agassiz en çok, fosil balıklar üzerindeki araştırmaları, 'poligenizm' düşüncesi[5] ve bitki ve hayvanları sınıflandırma bilimi üstüne makaleleri dolayısıyla anımsanır. Oysa, bilime yaptığı başlıca katkının onun görkemli *Eiszeit* (Buzul Çağı) düşüncesi olduğu savunulabilir; her ne kadar Imbrie ve Imbrie (1979: 28), bu terimi önerenin Agassiz'in dostu bitkibilimci Karl Schimper olduğunu söylese de... Kuramına ilişkin ilk açıklamayı, Agassiz'in 1837 yılında (bir önceki yılın yazını Bex'te Charpentier ile geçirdikten sonra) bir gecede yazdığı sanılıyor. Makalesini ertesi gün Neuchâtel'deki *Société Helvetique*'e sunuyor (Agassiz, 1837, 1838). Neuchâtel toplantısının hemen ardından, Jura Dağları'na bir inceleme gezisi düzenleniyor. Von Buch ve Elie de Beaumont gibi önde gelen yerbilimciler ikna olmamışlardı. Yine de, 1840 yılına gelindiğinde, Agassiz *Etudes sur les glaciers* adlı dört başı bayındır bir kitap yanında konuya ilişkin çok sayıda makale yazmıştı. Venetz ve Charpentier'ye adadığı *Etudes,* İsviçre Buzulları'nın geçmişte nerelere dek uzandığının ayrıntılı kanıtlarını içeriyordu.

Lyell gibi aykırı düşünen kişilere karşın, on dokuzuncu yüzyılda genel kabul gören ve akla yakın görünen düşünce, yerkürenin oluştuğundan bu yana soğumakta olduğuydu. Ama bu doğruysa, bir buzul çağı geçirildiği düşüncesine başvurulacaksa, yerkürenin geçmişte bugün olduğundan daha soğuk olması nasıl açıklanacaktı? Agassiz bu soruyu doğru dürüst yanıtlamayıp, rasgele bir düşünce ileri sürdü. Ona göre, soğuma olayı garip bir biçimde meydana geliyordu: Isı düşmekteyken, hafif artıyor ve bir süre değişmeden gidiyordu; sonra, bu kez eskisinden de düşük taban ısı düzeyine iniyor, hafif yükselip yeniden bir süre değişmeden gidiyordu. Bu süreç yinelenirken -toplamda ısı hep biraz daha azaladursun- bugünkünden epeyi daha soğuk bir dönem geride bırakılmış olacaktı. İşte o dönem Agas-

siz'in 'buzul çağı'ydı. Biz şimdi yerkürenin geçici olarak yeniden hafif ısınmış olduğu bir dönemde yaşıyorduk; ama, gelecekte daha da soğuk bir dönem beklenebilirdi.

Kuram Cuvier'den bulaşmış tadıyla, bir anlamda, ani yıkımcı öğreti türüne giriyordu (yıkımcıların amaç edindikleri, gözlem kaynaklı kanıtlara dayanma ereğine uzak kalsa da). Agassiz yerkürenin sıcaklığının, nasıl ya da niçin böyle garip bir biçimde düştüğünü açıklayacak neden de bulamamıştı. Ama, düşüncesi kabul edilecek olursa, kaynağından uzaklara sürüklenmiş avare kaya kitlelerine ilişkin gözlemler açıklamaya kavuşmuş olacaktı. Her sıcaklık azalmasını izleyen hafif bir artış ve duraylı koşullar, Cuvier'nin betimlediği bir felakete karşılık gelebilmekteydi.

1840 yılına gelindiğinde, Agassiz'in, Kuzey Avrupa'nın her yanını kocaman bir buz şapkasının kapladığı biçimindeki, artık her yönüyle bütünlenmiş bir buzul çağı tasarımına dönüşen kuramının, dünyanın İngilizce konuşulan bölgelerinde nasıl kabul gördüğünü Herries Davies [1969] ayrıntılarıyla incelemiştir. Agassiz düşüncelerini 1840 yılında, Glasgow'daki Bilimi İlerletme Derneği toplantısına götürdü. Yanına çekmeye çalıştıklarının en başında Lyell geliyordu doğal olarak. Ama Lyell ikna edilmesi zor bir adamdı.

Principles [İlkeler] adlı yapıtının birinci cildinde Lyell (1830: 299), bugün buzulların biriktirdiği moloz olduğunu düşündüğümüz buzultaşların, içinde kaya, taş, çamur taşıyan, yüzer durumdaki buzdağlarının erimesiyle yığılmış olabileceğini öne sürmüştü. Üçüncü ciltte (Lyell, 1833: 149-50), dağ aralarındaki vadilerde rastlanan, avare kaya kitlelerini açıklamak için kurgusal bir öneri getirmekteydi. Buna göre, toprak kaymalarının tıkadığı vadilerde oluşmuş olan göllerde küçük buzdağlarının yüzmüş bulunması olasılığı vardı. Sonra, büğet yıkılınca vadiden aşağı boşanan sular, 'şaşkın kayaları' vadi ağızlarına ya da daha ötelere taşıyıp biriktirmiş olabilirdi.

1840 yılında Agassiz ile tanışıp görüştükten ve birlikte İskoçya'da bir miktar alan çalışması yaptıktan sonra, Lyell geçici ola-

rak buz çağı düşüncesine döndü. Fakat ertesi yıl, sonradan aklına gelen düşünceler yüzünden caydı. Agassiz, verebileceğinden çoğunu istiyordu Lyell'den. Bir buz çağının kabulü, koşulların geçmişte bugünküyle temelde aynı olmadığını kabul etmek demekti; bu ise, tekdüzenlilik ilkesinin yadsınması olacaktı.

Bununla birlikte Lyell, istemeden de olsa, dönüp Agassiz'in düşünme yoluna geldi ve *Geological Evidences of the Antiquity of Man* [İnsanoğlunun İlkçağından Yerbilim Kanıtları] (1863) adlı yapıtında kabule yanaştı. Neyin neden olduğunu araştırırken Lyell'in bulduğu çözüm, kendi genel kuramıyla uyum içindeydi. Şöyle bir varsayımdan yola çıkıyordu: Herhangi bir dönemde, eğer yükselmiş kara parçalarının çoğunluğu kutup bölgelerinde ve azı ekvator dolayındaysa, yeryuvarlağının sıcaklığında genel olarak düşme olurdu. Tersi durumda; yani yükselmiş kara parçalarının çoğunluğu ekvator dolayında ve azı kutuplardaysa, dünya daha sıcak olurdu. (Kömür tabakalarındaki zengin bitki örtüsünü, böyle sıcak bir iklimle açıklamıştı.) Böylece buzul çağlarını, tekdüzenlilik yanlısı yerbilim çerçevesi içinde kalarak açıklamış oluyordu ilkece. Oysa bu işleyişle, yakın yerbilimsel geçmişte bunca büyük iklim değişikliklerinin nasıl meydana gelmiş olabileceğini anlamak zordu ve Avrupa'daki kanıtlar, yakınlarda buzul koşullarının yaşanmışlığını göstermekteydi.

Bir başka önemli zorluk da göllerden kaynaklanıyordu. Göllerin pek garip bir dağılımı vardır. Dik yamaçlı derin vadilerdeki ve yanardağlardaki göller bir yana, büyük göllerin çoğu ya Kanada, İskandinavya gibi 'kalkan' alanlarda; ya da Alpler, Yeni Zelanda gibi dağlık bölgelerde bulunmaktadır. Ama ne gariptir ki, ünlü Keşmir Gölleri gibi düşük yükseklikteki birkaç yer dışında, Himalayalar göllerden yoksundur.

Dağlık bölgelerin çoğunda karşılaştığımız U-biçimli koca vadilere gelince, bu vadilerde genellikle görece küçük sular akar. Buzul kuramına göre bunun nedeni, U-biçimli vadileri açanların çoğunluğunun artık çekilip gitmiş buzullar olmasıdır; yoksa her

koşulda V-kesitli vadiler açtığı bilinen akarsular değil. Ama burada buzul kuramının önüne ciddi bir zorluk dikiliyordu. Çünkü, eğer vadiler buzullarca kazılıyor idiyse, vadilerde göllerin ne işi vardı? Sorun, büyük ölçüde tartışmaya yol açtı: Buzullar kayadan çanaklar oyabilir miydi; yoksa, önlerine çıkan engelleri ister istemez kazıyıp götürecekleri için, buzul etkinliği nedeniyle göl oluşması olanaksız mıydı? Gerçekten de, Hutton'u eleştiren çağdaşlarından J.-A. Deluc (1790-1), karşı çıktı: Eğer bir akarsu, içinde aktığı vadiyi kendisi kesiyorsa, göl nasıl meydana gelmiş olabilirdi? Soru buzullar için de geçerliydi: Buzul, yatağını kendisi kazıyorsa, orada nasıl göl meydana gelmiş olabilirdi? Herries Davies [1969] buna 'tatlı su itirazı' adını veriyor.

Buzulların oyarak kaya çanakları oluşturabileceği ve böylece göller meydana getirebileceği görüşünün Britanya'da önde gelen yandaşı, Haritacılık Dairesi'nin kıdemli üyelerinden Andrew Ramsay'dı (1862). Savunduğu şuydu: Eğer buzul, sertliği birbirine eşit olmayan kayalar içinde yatağını açarsa, ille de ileri doğru yol almak yerine, bazı durumlarda tabanı yönünde ilerleyebilirdi; ya da sert bir engelin üzerinden aşarak geride bir çukur bırakabilirdi; ya da buzulların geri çekilmesi sırasında morenlerin arkasında göller oluşabilirdi. Lyell, buna karşı çıktı ve *Geological Evidences in the Antiquity of Man* (Lyell, 1863: 311-19) adlı yapıtında göllerin, buzul kökenli olduklarını söyleyen kurama göre, bulunmaları gereken yerlerde olmadığını savundu. Bunun yerine, daha çok yerkabuğundaki kıvrılmalara ('yükselme ve çöküntü gibi dengenin bozulduğu durumlara') bağlanabileceğini ileri sürdü. Bugün doğal olarak, bir gölün pekâlâ bu yoldan meydana gelmiş olabileceği düşünülüyor; ya da göller (Canberra yakınlarındaki George Gölü örneğinde olduğu gibi) yerkabuğundaki kırılmaların ürünü olabilir. Ama, Ramsay'ın buzyalağı oyulmasına bağlı göl oluşması kuramının da kimi durumlarda geçerli olduğu düşünülmekte. Deluc ile Hutton arasındaki, bir zamanların 'tatlı su itirazı' tartışması da böylece tatlıya bağlandı.

Buzullaşma kuramı, yerbilimcileri uzun zaman düşündürüp durmuş deniz düzeyi değişmelerini de açıklayabiliyordu (Wegmann, 1969). Bunu iki yoldan yapabiliyordu. Amerikalı yerbilimci Charles MacLaren, Agassiz'in *Etudes sur les glaciers* adlı makalesini inceledikten sonra (MacLaren, 1842), çok miktarda suyun karalarda buz biçiminde tutulması durumunda deniz düzeyinin alçalacağını öne sürdü. Yine, T. F. Jamieson (1865, 1882) yalnızca buzun kendi ağırlığının yerkabuğunu bastırmaya yeteceğini; ama, buz eridikten sonra yer yüzeyinin yeniden yavaş yavaş, kimi zaman da ani silkinmelerle yükseleceğini öne sürdü. Jamieson'un kuramı, yükselmiş kumsalların oluşmasını açıkladığı gibi, Baltık bölgesinde karanın denize göre yükselmekte olduğu saptamasını da açıklıyordu. S. V. Wood'un 9 Eylül 1865 tarihli *The Reader*'a yazdığı notla sonradan destekçileri arasına katıldığı MacLaren'in görüşleri, ilerde yapılacak olan canlıların dağılımı (/biyocoğrafya) araştırmaları bakımından büyük önem taşıdı. Çünkü buzul döneminde denizin genel olarak sığlaşmasıyla, şimdi denizle kaplı bölgeler üzerinden, karşıdan karşıya kolayca göç etme olanakları doğacaktı, hayvanlara. Özellikle, insanların Asya'dan Kuzey ve Güney Amerika'ya, Güneydoğu Asya'dan Avustralya'ya göçünün yolu açılmış olacaktı.

Buzul kuramı, gözlemlerin kuram-yüklü olması olgusunun, büyüleyici bir örneğini sunuyor bize. Britanyalı yerbilimciler yıllardır anavatanlarının dağlarını adım adım dolaşıyorlardı; ama, Agassiz 1840 yılında Britanya'yı ziyaret edip dikkatlerini buzul geçmiş topraklar düşüncesine ve cilalanmışcasına düzgün kaya yüzeylerinde rastlanabilen çizikler benzeri buzullaşmanın küçük-boyutlu kanıtlarına çekinceye değin, bu nitelikler önemli sayılmıyor ve üzerinde durulmuyordu. Agassiz'in gelişinden sonra, insanlar heryerde buzullaşma kanıtları görmeye başladı. Herries Davies, bunun güzel bir örneğini yakalamış ([1969]: 263):

Yerbilimcilerin dikkatine. -Aber-glas-Ilyn Köprüsü'nde, köprüden yüz yarda aşağıda, ırmağın sağ yakasında, ve yolun 20 'ayak' üstünde, Agassiz'in buzul etkinliğine bağladığı üzere, yuvarlanmış ve cilalanmış bir kayanın yüzeyindeki arklar, oluklar ve çizikler göreceksiniz. Llanberis Boğazı'nın sol, ya da güneybatı yakasında daha birçok benzer izler göreceksiniz.[6]

Bugün, benzer bir kuramsal gözlük yardımıyla dünyayı görmek artık kolaysa da; yine de böylesi dağlık bölgelerde gezmeye gelenlerin çoğu geçmişte buraların, yerin yüzeyini yontarak ona bugünkü görünümünü vermiş olan bir karasal buz kütlesiyle kaplı bulunduğunu, gözünün önüne getirmez sanıyorum. Oysa yerbilimciler, üzerinden buzul geçmiş bir yeryüzü parçasını görür görmez tanır. Yerbilimciler ve onlarla birlikte toplumdan kimi kişiler, buzul kuramının kanıtlanması sonucu dünyayı şimdi, önceki kuşaklardan ayrı bir biçimde görüyor.

Ama hâlâ üstesinden gelemediğimiz bir zorluk var. Bilim felsefesinin dağarından sözcüklerle anlatmak gerekirse, Agassiz'in kuramı (en azından ortaya atıldığı dönemde) 'aşırı belirlenmiş' idi (Lugg, 1978). Bilimde kimi durumlarda, kanıtları açıklayacak birden fazla değişik kuram akıl edebilir kişi. Böyle bir durumda, hangi kuramın tercih edileceğini belirleyen, yalnızca gözlem kaynaklı kanıtlar değildir. O yüzden, ortalıktaki kuramlardan herhangi biri için, 'eksik belirlenmiş' olduğu söylenebilir, kanıt bakımından. Ama Agassiz'e gelince, niçin bir buzul çağı geçirilmiş olduğunu açıklayacak bir kuramı yoktu gerçekten de. O yüzden, kuramı (belki gerçekçilikten yoksun bir iyimserlikle), kaldırabileceğinin üstünde 'aşırı belirlenmiş' idi.

Bir buzul çağı düşüncesi karşısında sessiz kalarak Lyell de onayladıktan sonra, Pleyistosen'de buzullaşmaya yol açmış, geçmiş bir soğuk iklim ve dönem (ya da kısa zamanda anlaşıldığı üzere birkaç dönem) düşüncesine karşı, direnecek kimse pek kalmamıştı. Permiyen gibi başka yerbilimsel devirlerin de, dün-

yanın Avrupa dışındaki kimi yerlerinde, örneğin Avustralya'da, buzullaşma kanıtları sergilediği belirlenmişti. Bu tür gözlemler, Agassiz'in yerkürenin soğuma biçimine ilişkin kurgusal görüşünü altüst etti; çünkü, onun modeline göre, Permiyen'de yerkürenin bir buzul çağı yaşamış olacak denli soğuk olması neredeyse düşünülemezdi.

Öyleyse buzullaşmanın nedeni ne olabilirdi? Yerküre dışından kaynaklanan -belki de güneşin ürettiği ya da bize ulaşabilen enerji miktarındaki iniş çıkışlardan kaynaklanan- nedenleri olmalı gibi görünüyordu. İyi de, böylesi bir durum neden meydana gelmiş olmalıydı ki?

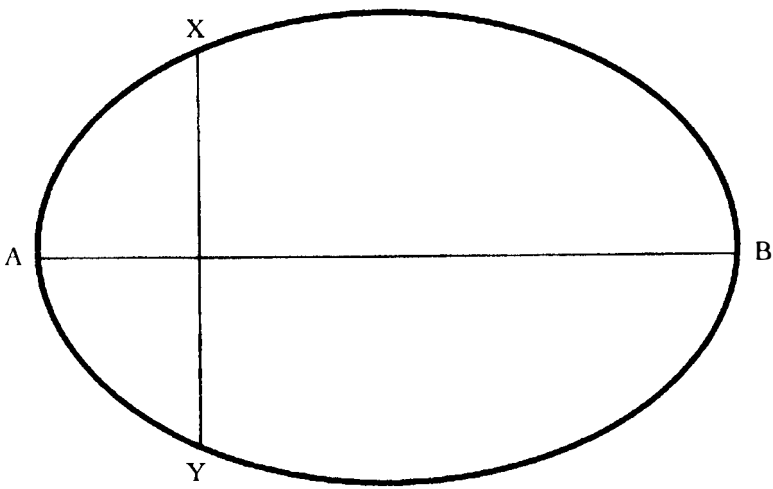
On dokuzuncu yüzyılda yaşamış birçok kuramcı soruna büyük bir çaba ve düş gücüyle el attı, çalışmalar bugün de sürüyor. Sorun olağanüstü karmaşık ve çetrefil. Bir buzul çağı kuramını, gökbilimsel nedenlere dayandırmaya çalışan ilk kişinin, 1842 yılında Paris'te yayımladığı *Révolutions de la mer* adlı yapıtıyla, Joseph-Alphonse Adhémar olduğu sanılıyor.[7] Yerkürenin devinimini düşünelim: Ekseni, -Kuzey Kutbu'na tepeden baktığımızda, saat yönünde- çok yavaş olarak, 26.000 yılda bir dönüyor. Oysa, yerkürenin elips biçimli yörüngesi de, uzayda (saat yönünün tersine) dönüyor. İki devinimin bileşkesi, adına gündönümünün erkene kayması dediğimiz olayı doğuruyor. Fransız gökbilimci ve matematikçi Jean d'Alembert (1749, 1754/1759) iki olguyu matematiksel olarak çözümledi ve gündönümü olayının 22.000 yılda bir, aynı noktada geçtiğini hesapladı.

Yerkürenin yörüngesinin elips biçiminde oluşu ve gündönümü noktalarının yavaş yavaş her yıl biraz daha batıya kayması yüzünden, mevsim süreleri iki yarıkürede aynı değildir ve çok yavaş değişmektedir. Gündönümünün erken gelme çevriminin bir yarısında, yarıkürelerden birinde yaz birazcık daha uzun, öteki yarısında kış birazcık daha uzundur. (Şu sıra güney yarıkürenin kışı yazından 168 saat daha uzun.) Adhémar, hangi yarıkürede kış uzun geçiyorsa, o yarıkürenin buzul çağına gireceği düşüncesini ortaya attı. Biraz düş gücünü zorlayarak, Güney

Kutbu'nu kaplayan büyük bir buz levhasının kuzey yarıküreden su çekerek, güney yarıkürede su düzeyinin kabarmasına neden olabileceğini düşledi. Sonra, güney yarıkürede iklim iyileşince, koca buz takkesi, ısınan suların etkisiyle taban kıyılarından oyulmaya başlayacak ve dev bir mantar gibi ortada kalacaktı. Bu koca mantarın çökmesi, kuzeye doğru, buzdağlarıyla yüklü büyük bir dalga gönderecekti (Adhémar, 1842:316-28). Bu da on dokuzuncu yüzyılda hâlâ süren felaketçi görüşe bir başka örnekti. Fakat, *Cosmos* adlı yapıtının dördüncü cildinde von Humboldt'un (1883: 460) yerinde olarak belirttiği gibi, her ne kadar mevsimler, göndönümlerinin her yıl biraz daha erken gelmesi yüzünden uzalıp kısalıyorduysa da, bir yıl içinde her yarıkürenin aldığı ısı miktarı değişmiyordu: Daha kısa olmakla birlikte, daha sıcak geçen yazlar olabilirdi ya da daha uzun, daha az sıcak... Toplam denge tutmalıydı.[8]

Yine de, gökbilimsel kuramın gördüğü ilgi bu kadarla kalmadı; hiç beklenmedik bir kaynaktan geldi: Kendi kendini yetiştirmiş bir İskoçyalıdan... Bir taş ustasının oğlu olan James Croll (1821-76)[9] marangozluk yapıyordu; ama geçirdiği bir kaza üzerine el işçiliği dışında bir alana yönelmek istedi, başarılı olamadı. Sonunda Glasgow'da Anderson Koleji'nin kapıcılığına değin düştü. Ama bu işte çalışırken, kitaplığa erişebilme olanağı buldu ve Adhémar'ın garip kitabıyla işte orada buluştu. Bu buluşma Croll'u, buzul çağını açıklayacak bir kuram üretme konusunda çaba göstermeye yöneltti ve *Philosophical Magazine*'de birkaç makalesini yayımlatmayı başardı (Croll, 1864, 1867a, b). Croll'un düşünceleri Archibald Geikie'yi o denli etkiledi ki, 1867 yılında Haritacılık Dairesi'nin İskoçya kolunda işe alındı ve 1875 yılında *Climate and Time* [İklim ve Zaman] adlı önemli kitabı yayımladı. Aynı yıl Kraliyet Akademisi'ne üye seçildi ve daha sonra St. Andrews'dan Hukuk Doktoru unvanı aldı.[10] Sir Robert Ball, *The Cause of an Ice Age* [Bir Buz Çağının Nedeni] (1891) adlı yapıtında Croll'un düşüncelerinin, herkesin anlayabileceği biçimde tanıtımını yaptı.

Croll'un gökbilimsel kuramının ayrıntıları üzerinde çok az duracağım. Hem çok ilginç ve hem de çok önemli olmasının yanı sıra, büyük olasılıkla temelde doğru olan bu kuram, yerküre üstüne düşünenler arasında hâlâ tartışma konusu. Croll'un temel düşüncesi şu idi: Yukarıda sözünü ettiğimiz, gündönümünün erkene kaymasına neden olan devinimler yanında, Güneş dizgesinin diğer gezegenleri arasındaki çekim etkileşimi yüzünden, yerkürenin yörüngesinin biçimi de (dışmerkezliliği de) ağır ağır değişmektedir. Kimi zaman yörünge neredeyse bir daire biçimindeyken, başka zamanlarda daha çok elips biçimini almaktadır. Çizim 7.1'de görüldüğü gibi yerkürenin yörüngesinin iyice basık elips olduğu duruma bakalım. X ve Y gündönümü konumlarını belirlemektedir. Dikkat edilecek olursa, Poisson, Herschel ve von Humboldt'un belirttiği gibi, yörüngesi ne tür bir elips biçiminde olursa olsun, yerküre XAY yolunu katederken güneşten aldığı toplam ısı, YBX yolunu katederken aldığı ısıya eşittir. Oysa, yerkürenin dönme ekseni, yörünge düzlemine (tutulum dairesi=ekliptik) doğru eğik olduğu için, herhangi bir yarım yıl boyunca güney ve kuzey yarıkürelerin aldı-



Çizim 7.1 Yerkürenin Güneş çevresindeki yörüngesi (dışmerkezliliği abartılmış bir çizim)

ğı ısı eşit değildir. Ve yerkürenin eğikliğinin 23° 27' olması nedeniyledir ki, bir yarıküre yıl boyunca güneşten aldığı toplam ısı miktarının yüzde 63'ünü yazın, yüzde 37'sini kışın alır (Ball, 1891: 90). Dikkat edilecek olursa, Croll'un varsayımına göre, gündönümü noktalarını birleştiren XY doğrusu durağan değildir. Çizim 7.1'de gösterildiği gibi olabilir; ya da, doğru elipsin uzun ekseni (AB) boyunca uzanabilir; ya da bu iki durum arasındaki herhangi bir ara konumda. Başka bir deyişle, yerkürenin dönme ekseninin yönü, elips biçimli yörüngesine göre yavaşça değişiyor olabilir. Ve daha önce söylendiği gibi, yerkürenin yörüngesinin dışmerkezliliği de değişiyor olabilir. Demek ki, zaman içinde değişen bir dizi karmaşık geometrik ilişki bulunabilir. Isı dağılımları herhangi bir zamandaki geometrik yerleşim düzenine göre değişecektir. Bu tür değişiklikler, güneş dizgesindeki her gezegen ile yörüngesi arasındaki uzamsal ilişkilerde oluşabilecek, uzun zamana yayılmış değişmeler sonucu meydana gelebilir.

Yeniden 7.1 no'lu çizime bakalım. Diyelim ki, yerkürenin ekseni, yörüngenin XAY bölümünde kuzey yarıkürede yaz olacak biçimde eğiktir. O zaman yerkürenin kuzey yarıküresi kısa geçen sıcak bir yaz ile uzun geçen soğuk bir kış yaşayacaktır; ama, güney yarıküre uzun, ılımlı bir yaz ile kısa, soğuk bir kış geçirecektir. Böyleyken bile, her yarıkürenin bir yıl boyunca aldığı toplam ısı birbirine eşittir.

Şimdi de, iki ana değişkenimizin olduğu durumu ele alabiliriz: Yerkürenin yörüngesinin dışmerkezliliği ile gündönümü noktalarını birbirine bağlayan doğrunun (Çizim 7.1'de XY doğrusu) yönünün değişimi... Eğer bunların her ikisi de yavaşça değişiyorsa, bu durum yerkürenin ikliminde karmaşık değişmeler doğuran bir takım karmaşık etkileşimlere yol açacaktır. Temelde, yerkürenin dışmerkezliliğinin az -neredeyse dairesel- olduğu dönemlerde, gündönümü doğrusunun değişmesiyle pek birşey değişmeyecektir ve koşullar kuzey yarıkürede de güney yarıkürede de hemen hemen aynı olacaktır. Ama, dışmerkezliliğin büyük

olduğu (elips biçimli yörüngenin basık olduğu) dönemlerde yarıkürelerden birindeki uzun geçen soğuk kışın etkisi, kısa geçen sıcak yazla silinemeyip o yarıkürede buzul çağı koşulları ortaya çıkabilir. Bu durum, suyun niteliklerinden kaynaklanmaktadır. Kar ve buzun erimesi için zamana gerekseme vardır. Buna karşılık, öteki yarıkürede yaz-kış ılık bir iklim yaşanacaktır.

Croll'un kuramı, zaman zaman dışmerkezliliğin büyük olduğu dönemlerin gelmesiyle yarıkürelerin birinden birinde buzullaşma olabileceğini öngörüyordu. Böylece Pleyistosen ve Permiyen'deki buzullaşmalar açıklanmış oluyordu. Ama bir de gündönümü noktalarını birleştiren Çizim 7.1'deki XY doğrusunun iyice yön değiştirip AB doğrultusuna ya da aradaki herhangi bir doğrultuya girdiği düşünülebilirdi. Eğer AB doğrultusuna girmişse, kuzey ve güney yarıküreler arasındaki ısı dağılımı eşit olacak ve buzullaşma olmayacaktı. Oysa, eğer XY doğrultusunda bulunursa, yarıkürelerin birinden birinde, yerkürenin ekseninin nasıl eğik olduğuna bağlı olarak ve o dönemde yörüngenin iyiden iyiye elips biçiminde olduğunu varsayarsak buzullaşma olabilirdi.

Bu da gösteriyor ki, Croll'un kuramı yüksek dışmerkezlilik dönemlerinde, zaman zaman buzul devirlerinin meydana gelebileceğini hesaba katıyordu. Ama, yüksek dışmerkezlilik dönemlerinde, göndönümü doğrusu birkaç yön değiştirme yaptığı sırada, yarıkürelerin birinden birinde araya buzul-arası dönemler girecekti. Küçük dışmerkezlilik dönemlerinde, gündönümü doğrusundaki bu tür savrulmaların iklim üzerinde hemen hiç etkisi olmayacaktı. Unutmamak gerek ki, Croll (sözgelişi) kuzey yarıkürede yaşanacak bir buzullaşma döneminin, güney yarıkürede bir ılık iklimle birlikte (ya da bunun tersi) ortaya çıktığını varsayıyordu.

Croll'un kuramı olağanüstü düzeyde yaratıcılık dolu bir tasarımdı ve buzul dönemleri ile buzul-arası dönemler için on dokuzuncu yüzyılın tam arayıp da bulamadığı türden bir açıklama sunuyordu. Üstelik, yerbilim ve gökbilim kuramlarının hoş bir karmasıydı sunduğu. İtiraz edenler, gökbilimsel etkilerin gerçek

olduğunu kabul etmekle birlikte, bunların görmezden gelinecek denli küçük olduğunu söylüyorlardı. Croll'un buna yanıtı, gökbilimsel nedenlerin doğurduğu değişimlerin, geri-iletim yoluyla etkilerinin büyüyeceği idi ve gerçekten, Croll'un kitabının büyük bölümü (Croll, 1875) bu tür konulara ayrılmıştı. Eğer yarıkürelerden biri daha soğuk ise, tropikal rüzgârlar daha sert esecek, ve daha çok su buharı taşınmış olacağı için yağışlara ve buzullaşmaya katkıda bulunacaktı. İleri sürdüğü bu düşüncesi, daha sonra, XII. Bölüm'de yeniden karşılaşacağımız etkili Amerikalı yerbilimci T. C. Chamberlin'in desteğini kazandı. Chamberlin (1899), fizikçi John Tyndall'dan aktardığı bir düşünceyle, havaküredе karbon dioksit artışının (bugün adına 'sera etkisi' dediğimiz yolla) küresel ısınma eğilimi yaratacağı kanısındaydı; ısınmanın havaküredе çoğaltacağı su buharıysa, güneşten yayılan ısıyı kesecekti. Böylece, belki de çevrimsel biçimde değişen bir sıcaklık düzeni kurulabilir ve bu da, bütün bu olanların temelindeki kök nedenle -yani yerkürenin yörüngesinde ve dönme eksenindeki değişmelerle- etkileşime girebilirdi. Chamberlin'in düşündüklerinden biri de, havaküredeki karbon dioksit miktarının, kireçtaşlarında bağlı olan karbon miktarıyla ilintili olacağıydı. Dolayısıyla, XII. Bölüm'de ele alacağımız tortul çevrim izleğini ilk akıl edenlerden birisi oldu.

Croll'un kuramı, İskoçya Haritacılık Dairesi'nde görevli meslektaşı James Geikie'ye inandırıcı geldi. Daha sonra kardeşi Archibald'ın ardından Edinburgh Üniversitesi'nde Yerbilim Profesörü olacak James Geikie, buzul ya da Pleyistosen yerbilimi ve paleoantropolojisi (fosil insan bilimi) konularında uzmandı (Geikie, 1874, 1914). Kuramın hem arazide ve hem de soyut olarak yerbilimsel anlamda, doğrulanması gerekiyordu. Geikie, akarsu boylarında karşılaşılan kat kat sekilerin Pleyistosen'deki çevrimsel iklim değişikliklerine ilişkin ipuçları sağlayabileceğini öne sürdü. Buna göre, yalnız Agassiz'in düşündüğü tek bir büyük *Eiszeit* (/buzul çağının) değil, art arda bir dizi böylesi 'çağ'ın arazide kanıtlarını bulmak umulabilirdi.

Böylesi art arda buzul dönemlerinin kanıtı, ABD Yerbilimsel Haritacılık Dairesi'nin Chamberlin ve Frank Leverett yönetiminde yaptığı çalışmalar sayesinde ortaya konmuş görünüyor. Buldukları dört 'moren seti'[1] ardışımına dayanarak, Kuzey Amerika'nın dört büyük buzul çağı geçirdiğinin kanıtını ele geçirdikleri kanısındaydılar. Nebraska, Kansas, İllinois ve Wisconsin çağı adını verdikleri bu dört çağın en genci Wisconsin idi (Imbrie ve Imbrie, 1979: 114). 1880'lerde, Münih'de, coğrafya dalında *doçentlik tezi* üzerinde çalışan yerşekilleri bilimcisi Albrecht Penck (1858-1945), Alplerin kuzeydoğuya bakan yüzünde Tuna'ya inen akarsu vadilerini inceledi. Örneğin Steyr Vadisi boyunda, ırmak çakılından oluştuğu görüntüsü veren dört tabaka ile karşılaştı: Tabakalardan biri bugünkü ırmak yüzü düzeyindeydi; diğer üçü daha yüksek düzeylerde... Her çakıl tabakasının, bitki örtüsünün azaldığı ve aşındırmanın hızlandığı bir buzullaşma döneminde oluştuğu sanılıyordu. Vadi boyunca yukarı doğru izlendiğinde her tabakanın ucu, bir buzulun çekildiği en son nokta olduğu açıkça görülen buzultaş (/moren) yığınında son buluyordu. İklim bir süre için sıcaklaşınca, ırmakta akan su miktarı artıyordu ve daha önce ırmak tabanında birikmiş çakılların bir bölümünü alıp götürüyordu. Irmak içinde aktığı yatağı hem derinleştiriyor; hem de, menderes yaptığı için genişletiyordu. Bir sonraki buzullaşma döneminde, daha da genişlemiş olan vadide yeniden çakıl yığılması olacaktı. Üst üste gelen bu süreçler dizisinin toplamdaki sonucu, bir dizi vadi içinde vadi ve değişik düzeylerde çakıl tabakası katları olacaktı. Herkesce bilinen Steno'nun en alttaki en yaşlıdır ilkesi uyarınca beklenebileceğin tersine, çakıl tabakaları içinde en yaşlısının en üstteki olduğu düşünülüyordu. Penck, birlikte çalıştığı Eduard Brückner ile, geçtiğini varsaydığı bu dört buzullaşmaya Günz, Mindel, Riss ve Wurm adlarını verdi. İlk üçü Tuna'nın kollarının adıydı; Würm ise, Münih yakınından geçen Isar Irmağı'nın kolunun adıydı (Penck ve Brückner, 1901-9: 1. cilt, 110).

Penck buzul biriktirmelerinin yaşlarını da kestirdi. İsviçre göllerindeki tortulların birikme hızına ve kalınlıklarına bakınca, süreç son 20.000 yıldan bu yana işlemekteymiş gibi görünüyordu. Koşutluk kurarak, öteki buzul-arası dönemlerin süreleri kestirilebilirdi: Riss-Würm arası dönemin 60.000 yıl ve Mindel-Riss arası dönemin 240.000 yıl sürdüğü ileri sürüldü (*a.g.y.*: 3. cilt, 1169). Böylece buzul evreleri kuramı doğmuş oldu ve İkinci Dünya Savaşı sonrasına değin yaşadı. Amerikalıların sonuçlarıyla ve Croll'un kuramıyla uyum içinde gibi görünüyordu. Ama, Alplerin güneye bakan yüzünde bağlılaşımlı çakıl tabakaları ve sekiler bulmakta, güçlükle karşılaşıldı.

Buna karşın, buzullaşma ve buzul-arası dönemler kuramı uzun yıllarboyu taş gibi sağlam kalırken, Croll'un gökbilimsel açıklaması o denli dayanıklı çıkmadı. Nedeni, Pleyistosen'deki buzul evrelerine koşut evrelere, güney yarıkürede de rastlandığı izlenimiydi. Bu ise, bir yarıkürede buzullaşma koşulları varken, öteki yarıkürede buzul-arası koşulların var olduğunu söyleyen gökbilimsel buzul çağı kuramıyla taban tabana zıttı. Ama, öykü bununla da bitmedi.

Buzul çağlarını gökbilimsel bir kuramla açıklama yolunda bir girişim de, Belgrad Üniversitesi Uygulamalı Matematik Profesörü Milutin Milankoviç'ten (1879-1958) geldi. Her gezegenin yörüngesinin geometrisini doğru olarak belirlemek ve yüzyıllar boyunca geçirdiği evrimi göstermek çabasındaydı. Eğer yerkürenin zamana bağlı yörüngesel devinim tarihinin doğru bir kestirimi isteniyorsa, bunu yapmak zorunluydu. Ancak o zaman, yerkürenin elips biçimli yörüngesinin dışmerkezliliğinin, dönme ekseninin yörünge düzlemine eğikliğinin ve gündönümü noktalarının konumlarının, zamana göre nasıl değişmekte olduğunu kavrayabilme konumundaydı. Bu nedenle, sonu gelmez matematiksel çabalar sonunda Milankoviç (1920), iki yarıkürenin son birkaç yüzbin yıl boyunca almış olduğu ışınıma ilişkin hesaplamalarının sonuçlarını yayımlayabilecek duruma geldi.

Milankoviç'in kitabı pek yankı uyandırmadı; ama, ünlü Alman iklimbilimci Wladimir Köppen'in[12] ilgisini çekti ve iki bilim adamı mektuplaşmaya başladı. Köppen'e göre, buzullaşmaya neden olan belirleyici etken büyük olasılıkla, yaz aylarında yüksek enlemlere güneşten gelen ışınımın miktarı olmalıydı. Buna uygun olarak Milankoviç, son 600.000 yıl boyunca değişik enlemlerin aldığı ışınımın hesaplarını bir grafiğe döktü. Ve, mutlulukla gördüler ki, yüksek enlemlerdeki en düşük ışınım düzeyleri, Penck'in Günz, Mindel, Riss ve Würm buzullaşma dönemleriyle bağlılaşır durumdaydı.

Milankoviç'in çalışmaları sürdü. Gökkürenin ekvatorunun eğikliğinin 41.000 yıllık bir çevrimi olduğunu buldu: Kutup bölgelerinin aldığı ışınımı denetleyen, bu gibi görünüyordu. Gündönümü noktalarının erkene kaymasının 22.000 yıllık bir çevrimi olduğunu hesapladı: Aşağı enlemlerin aldığı ışınımı bu olay etkiliyordu. Ardından, ışınımda meydana gelecek değişmelerin ne tür etkiler yaratacağını, Croll'un öne sürdüğü çeşitli geri-iletim süreçlerini göz önünde tutarak, hesaplamaya kalkıştı. Soruna, çeşitli enlemlerdeki bilinen kar-sınırı düzeylerinden yola çıkarak yaklaşıldı. Sonunda, son 650.000 yıl içinde buzul levhalarının herhangi bir anda yayıldığı yaklaşık sınırları gösteren bir grafik yayımladı (Milankoviç, 1938).

Milankoviç kuramının 1930'lardan bu yana başına gelenler hem ilginç ve hem de karmaşıktır. Ayrıntılarının tümüne burada girilmeyecek.[13] Radyokarbon tarihleme yöntemlerinin uygulamaya girmesiyle birlikte, Milankoviç'in ışınım eğrilerinden hesapladığı Pleyistosen'in tabaka yaşlarını karşılaştırmak olanağı doğdu. Başlangıçta sonuçlar pek iç açıcı değildi. Amerika'da, sıcak iklim dönemlerinin kanıtları, Milankoviç'in buzullaşma olduğunu söylediği dönemlerden birinin içine düştü. Genelde, iş daha eski tabaka yaşlarını karşılaştırmaya gelince, Milankoviç'in sonuçları tutmuyordu. Ama, radyokarbon tarihleme yöntemiyle saptanan eski tabakaların yaşlarına ne denli güvenilebilirdi acaba?

Başka yöntemler işe katıldı: Derin-deniz tabanından alınan salma boru örneklerinin küçük hayvan ve bitki içeriğine göre çözümlenmesi; (yüksek buzullaşma dönemlerinde suyun buz takkelerinde bağlanıp kalacağı düşüncesiyle) deniz yüzü düzeyinin yükselmeleri ve alçalmaları ile bağlılaşım kurma çabaları;[14] foraminiferlerin[15] yaşadığı zamanlardaki sıcaklığı kestirebilmek amacıyla, derin-deniz tabanından alınan salma boru örneklerinde, foraminiferlerin içerdiği $^{18}O/^{16}O$ izotop oranlarının saptanması... Deniz sekileri değişik enlemlerde incelendi, eğiklik çevrimi ve gündönümlerinin erkene kayma çevriminin değişik enlemlerde etkilerinin değişik olabileceği ileri sürüldü. Mercan adalarının yaşı yakından incelendi. Deniz tabanı yayılması (bkz. XI. Bölüm) düşüncesinin temellendirilmesinde çok önem taşıyacak olan yerkürenin büyük bir mıknatıs gibi davranması ve kutuplarının tersyüz olması[16] konularındaki çalışmalar, yaş bağlılaşımları yapma çabalarıyla birleşti; çünkü salma boru örneklerinin değişik bölümlerinden, kayaların manyetik alan doğrultuları saptanabiliyor ve karşılaştırılabiliyordu.

1948 yılında bir Uluslararası Kurul, Pleyistosen'in başlangıcını, güney İtalya'da soğuk-su canlısı türlerin ortaya çıkışıyla tanımladı. Bu türlerin ortaya çıkışı 1,8 milyon yıl önceye rastlıyordu ve Penck ile Bückner'in yaklaşık olarak saptadığı Pleyistosen yaşından fersah fersah ötedeydi. Aynı zamanda, derin-deniz salma boru örnekleri Penck ile Brückner'inki gibi dört değil, dokuz ya da daha çok buzul evresi olduğunu söylüyordu.

Sonra, George Kukla'nın Bohemya'daki bir taş ocağında yürüttüğü çalışma, nöbetleşe lös[17] ve buzularası dönem toprağı katları sergiledi. Bu katların tümü, manyetik alan doğrultularındaki değişmelere bakarak tarihlenebiliyordu. Ardından Kukla, Penck ile Brückner'in incelediği sekileri yeniden incelemeye gitti. Sekiler yerinde duruyordu; ama, kimi yerlerde buzularası dönemden kalma malzeme içeriyordu. İnanılması zor ama, Würm sekisinde paslı bir bisiklet parçasına rastlandı. Penck kuramı gerçekten çökmüştü ve onunla birlikte, eski-insan-fosilbilimi

(paleoantropoloji) üzerine kurulmuş bir yığın kuram çalışması da gümbürdemişti. Bu da bir başka öykünün konusu. Milankoviç'in çevrimleri ile Penck'in buzul dönemleri arasında, Köppen'in var olduğunu düşündüğü bağlılaşım da, birlikte göçtü.

Sonraki çalışmalar (1960'lardan bu yana çok sayıda çalışma yapıldı) -artık radyogenetik olarak tarihlenebilen, paleomanyetik bakımdan karşılaştırılabilen ve oksijen izotop oranlarından yararlanılarak oluşumları sırasındaki sıcaklıkları kestirilebilen- derin deniz salma boru örnekleri ile, Milankoviç yöntemiyle hesaplanan ışınım (/radyasyon) eğrileri arasında uygunluk tutturma çabalarına yöneldi. (Belçikalı gökbilimci André Berger, ışınım eğrilerini 1977 yılında yeniden gözden geçirdi.) 1976 yılına gelindiğinde, artık tüm kanıtlar yerli yerine oturmuş görünüyordu (Hays *ve diğ.*, 1976). Yerkürenin yörüngesinin dışmerkezliliğinden dolayı 100.000 yılda bir tamamlanan bir ışınım çevrimi vardı; bir de, ekseninin eğikliğindeki değişmeler nedeniyle 41.000 yılda bir tamamlanan bir ışınım çevrimi, ve gündönümlerinin erkene kaymasına bağlı 23.000 ve 19.000 yılda tamamlanan ışınım çevrimleri... Bütün bunlar, derin-deniz salma boru örneklerinde ayırt edebilirmiş gibi görünüyordu ve gökbilimin gereklerini yerine getiriyordu.

Ulaştığımız bu noktayla, yerkürenin iklimi sorunu üstüne öykünün belki sonuna gelmiş oluyoruz; belki de değil... Daha bir de, kıtaların birbirine göre deviniminden kaynaklanan tüm değişmelerin (bkz. XI. Bölüm) ve buna bağlı olarak okyanus akıntılarında meydana gelen değişmelerin getirdiği karmaşıklık vb var. Bunların da iklim üzerinde çarpıcı etkileri olabilir. Bundan başka, olağanüstü büyük yanardağ patlamaları da, neredeyse buzul dönemlerinin bastırmasını başlatacak denli, iklimi etkileyebilir. Ama, Pleyistosen buzullaşmalarının dışına çıkmadığımız sürece, gökbilimsel kuram aksamıyor. Yerbilimciler bu soruna bir bakış açısı getirmiş bulunuyor. Bulmacanın birçok parçasını tutarlı biçimde yerli yerine oturttuğu için, bu yaklaşım akla yakın geliyor. Benim de katıldığım bir doğrulukta bağ-

daşım (/insicam) kuramına göre, bu düşünce biçiminin yanlış olmadığının güçlü belirtileri var.

On dokuzuncu yüzyılda yerşekilleri kuramında meydana gelen gelişmeler buzullaşma varsayımına bağlı olanlarla sınırlı kalmadı. Buzullaşma dışındakiler de epeyi ilginçtir ve burada dikkate alınmalıdır. Bu çalışmaların çoğu Kuzey Amerika'da, topografya ve arazi biçimleri konusunda bir dolu yeni bilgi ortaya çıkarmış büyük on dokuzuncu yüzyıl haritacılarınca gerçekleştirilmiştir. Kurak batı eyaletlerinin arazisi, yer biçimlerini incelemek için bugün olduğu gibi geçmişte de özellikle elverişliydi. Yer biçimlerinin oluşumunu açıklayan yeni düşüncelerin ortaya konması ile bu oluşumları betimlemek için gerekli yeni terimlerin saptanmasına yol açan hep Colorado, Utah, Arizona ve Nevada gibi eyaletlerdeki haritacılık çalışmaları olmuştur.

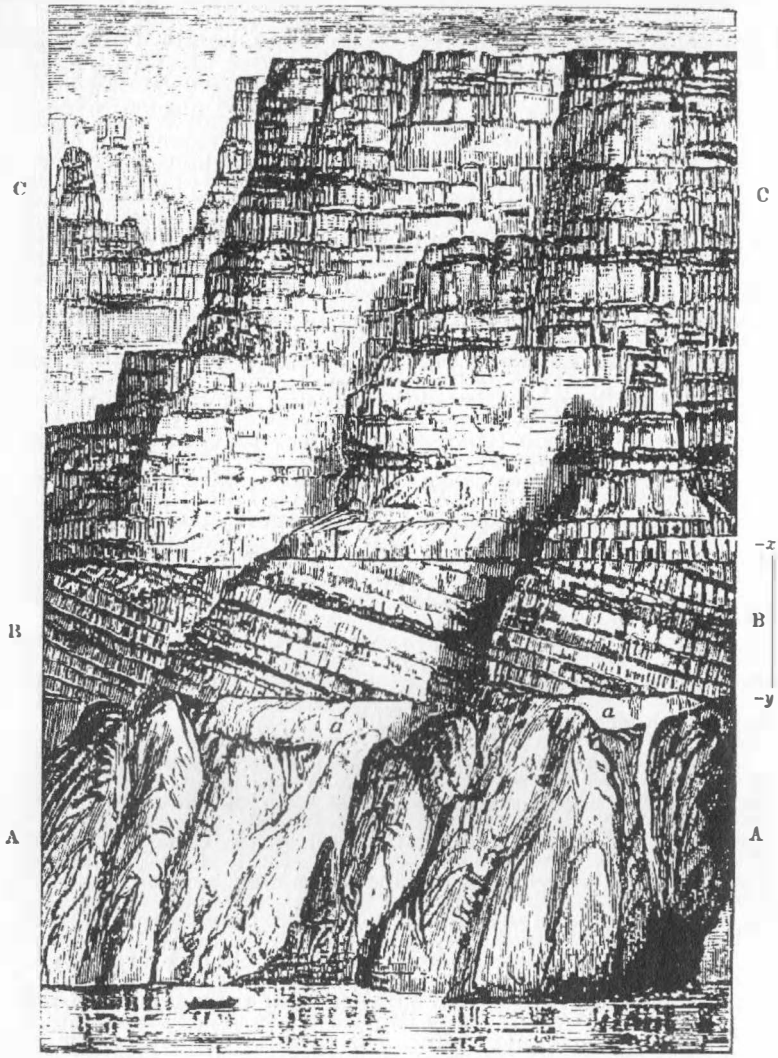
Batıda bilimsel keşif gezileri ve harita çalışmaları yapmış çok sayıdaki Amerikalı arasında John Wesley Powell'in (1834-1902), Grove Karl Gilbert'in (1843-1918), Clarence Edward Dutton'un (1841-1912) ve William Morris Davis'in (1850-1934) adları olağanüstü önem taşır. Bu önemli konumu hak etmelerini sağlayan, yer şekilleri ve zaman içinde geçirdikleri değişim konusunda düşünceleridir. Powell, biraz düzensiz sayılabilecek -az çok bilim içerikli- bir öğrenimin ardından Birleşik Devletler Ordusu'na asker yazıldı ve İç Savaş'a katıldı. 1862 yılındaki kanlı Shiloh Savaşı'nda sağ kolunu yitirdi; ama, ordudan ayrılmayarak albay rütbesine dek yükseldi. Savaştan sonra, Illinois Wesleyan Üniversitesi'nde Yerbilimi Profesörü olarak görev aldı. Daha sonra, haritacılık mesleğine atıldı ve 1881 yılında ABD Yerbilimsel Haritacılık Dairesi'nin başkanlığına yükseldi.

Powell 1869 yılında Colorado Irmağı boyunda, Büyük Kanyon üzerinden -deyim yerindeyse- tek kolla, destansı bir sandal yolculuğu yaptı. 1871-72'de ikinci bir keşif seferi daha gerçekleştirildi. Bu yiğitlik serüveninin öyküsü 1875 yılında yayımlandı. Gözlemleri sonucunda Powell, gezip araştırdığı topraklara biçim verenlerin başında, araziyi yontarak biçimlendiren akar-

sular olduğu kararına vardı. (Bu bakımdan, onu da Hutton gibi akarsucu sayabiliriz.) Ve 'taban düzey' kavramı ortaya atıldı: 'Bir vadi, aşınan ve kazılan yüzeyinin ürünlerini taşıyıp götürmekte olan ana akarsudan daha derin aşındırılamaz' (Powell, 1875: 163). Bu 'taban düzey' arazide gözlenebilen gerçek bir fiziksel özellik değil; bir tür soyut bir kavram, ya da Powell'in deyimiyle bir 'imgesel yüzey'di (*a.g.y.*: 203). Bu imgesel yüzey yardımıyla gözlemler yorumlanabiliyor, gözlenen yer biçimini yaratmak üzere işlemekte olan aşındırma süreçleri göz önünde canlandırılabiliyordu. İşlemekte olan tüm aşındırma süreçleri, yerin yüzeyini tek bir taban düzeyine -en sonunda deniz düzeyine- indirgemek üzere çalışıyordu; ama, besbelli ki, zaman zaman meydana gelen yerkabuğu yükselmeleri yüzünden, böylesi bir duruma hiçbir zaman ulaşılamıyordu. Bu nedenle, değişik yerlerde ve değişik zamanlarda ikincil ve geçici taban düzeylere rastlanabiliyordu. Powell'in Büyük Kanyon'un duvarlarından çıkardığı kesitte görülen uymazlıklara, bu anlayışın ışığında bakmak gerekirdi (Çizim 7.2).[18]

Powell'in, akaçlama (/drenaj) ağlarının kimi zaman ırmakların arasından aktığı dağlardan daha yaşlı olabileceğine ilişkin önerisinin (1875: 153) özel bir önemi vardı. Irmağın yatağını kazma hızı ile, yeryüzünün yükselme hızının aynı olması böyle bir duruma meydan verebilirdi. Garip bir takım yeryüzü şekilleri ancak böyle açıklanabilirdi. Örneğin, bir dağ sırasının bir yüzünden doğan akarsuların o dağ sırasını kesip geçerek denize öteki yüzde kavuşmaları gibi... Bu yüzden, 'yarma vadiler'den ya da 'yükselmeden önceki akarsu ağları'ndan söz edilebilirdi (*a.g.y.*: 163). Powel bir de 'güder vadiler'e değindi. Bu vadiler, yükselen bir çevrenin, ilk eğimini gütmüş bulunan akarsuların açtığı vadilerdi; doğrudan yerkabuğundaki bükülmelere bağlı olarak, en başta meydana gelmişlerdi. Vadileri sınıflandırabilmek amacıyla, çeşitli başka terimler de ortaya atıldı.

Bütün bu düşünceler, bir bakıma, Hutton'un akarsucu öğretisinin (daha doğrusu Playfair'in, *Illustrations of the Huttonian*

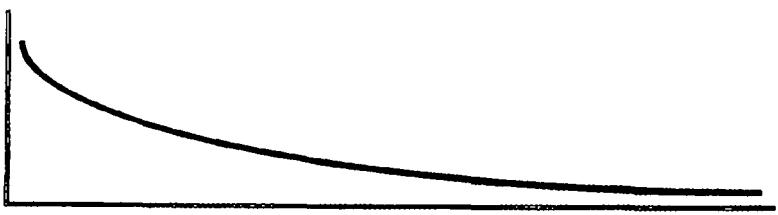


Çizim 7.2 John Wesley Powell'in gözüyle, Büyük Kanyon'un yanyüzünün kesiti (1875, 212. sayfanın karşısında). (British Library'nin izniyle)

Theory adlı yapıtında (Playfair, [1802] 1964) işlediği üzere) geliştirilmesinden başka bir şey değildi. Ama, yeryüzü şekillerinin (oyulgu şekillerinin) oluşmasında akarsu, buzul, rüzgâr, dalga gibi dış güçlerce aşındırmanın başlıca etken olduğu ve bunlarla karşılaştırıldığında denizel aşındırmanın o denli önemli bir et-

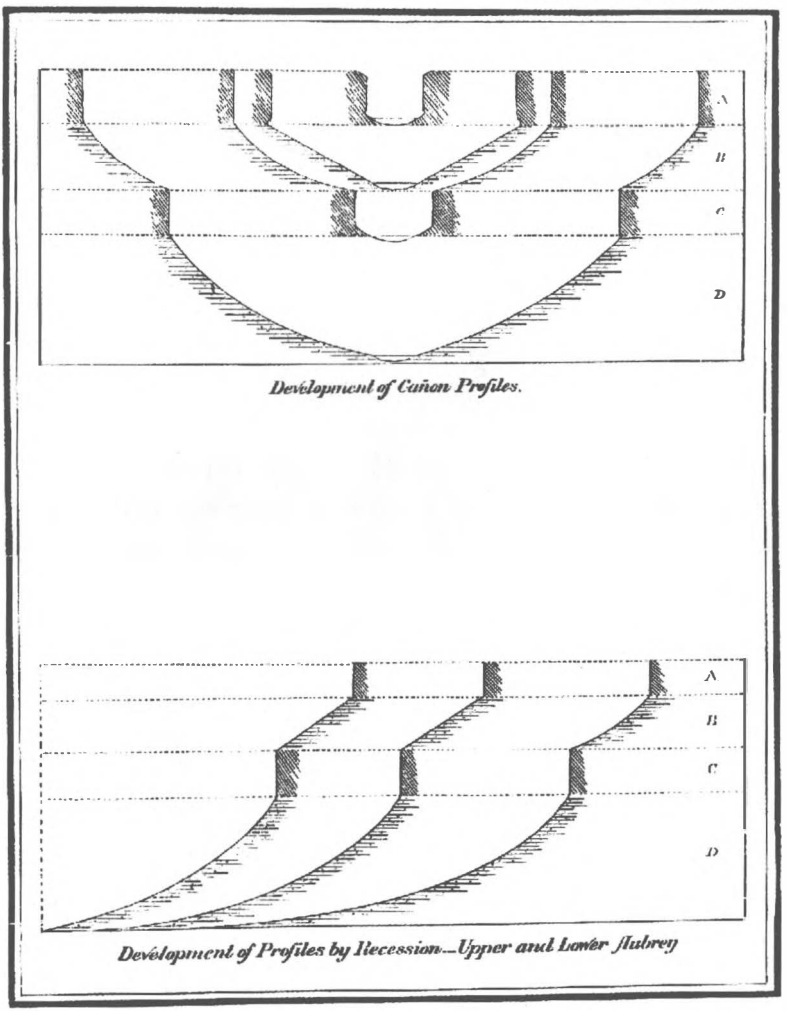
ken olmadığı düşüncesine desteği artırmak bakımından önemi büyüktü. Üstelik, Powell bir bölgenin kaya yapısını akaçlama dizgesi ile ilişkilendirerek, o bölgenin fiziksel tarihinin nasıl yazılabileceğini öğretti yerbilimcilere. Gerçekten de, Powell'in yaptığı çalışmalar sonunda, disiplinler arası yeni bir bilim dalının doğduğu görülebiliyordu: Bu yeni dalın adı, yerşekilleri bilimi (/jeomorfoloji) ya da fiziksel coğrafya idi.

G. K. Gilbert Ohio Eyalet Haritacılık Dairesi'nde görev yaptı; daha sonra G. M. Wheeler ile yüzüncü boylamın batısında harita çalışmalarına katıldı. Ardından, Kayalık Dağlar bölgesinde Powell'in yardımcılarından biri olarak görev yaptı. Federal Haritacılık Dairesi'ne, kurulduğu yıl, 1879 da katıldı ve çalışma yaşamının sonuna dek burada kaldı. Batı eyaletlerinin 'çukur ve dağ oluşumlu' arazisini inceledikten sonra ortaya koyduğu öneride, yeryüzü şekillerinin pek çoğunun, yerbilimcilerin Apalaş Dağları'nda enine boyuna inceledikleri gibi kıvrımlı yüzeyler üzerinde aşındırmanın etkisiyle değil, 'blok kırılma'dan kaynaklandığını söyledi (Gilbert, 1875: 41). Bununla birlikte, Gilbert de Powell gibi dış güçlerin aşındırmasına çok önem vermekteydi ve önemli bir kavram olan 'eğim'i ortaya attı; yani, her akarsunun kaynaktan ağıza doğru sürekli alçalma gösteren bir eğri sergilediği, akma gücü tortul yükünü taşımaya yetecek bir eğime ulaşıncaya dek yatağını oyup aşındıracağı düşüncesindeydi. Buna göre, bir akarsu yatağının denkeğrisi Çizim 7.3'teki gibi görünecektir. Ama, aşındırmaya karşı direnç eşit değilse, akarsunun uzunlamasına eğrisi ona göre değişecektir ve enerji direşken noktalar üzerinde yoğunlaşacaktır (akarsular üzerindeki ivinti yerleri ve çağ-



Çizim 7.3 Denge eğimli akarsu profili

layanlarda olduğu gibi). Öyleyse, aşındırıcı güçlerle yerkabuğu arasında sürekli bir dinamik denge vardır. Konuyu bir başka türlü ortaya koymak gerekirse, bir akarsu, asıltıdaki yükünü taşıması için gerekli olandan daha çok bir enerji ile hızlı akarken, yatağını 'kemirecektir'; ağır akarsa yükünü yığacak, yatağını yükseltecektir. Eğer akarsu, ikisinin arası bir durumdaysa, yani artık ne



Çizim 7.4 Clarence Dutton'a göre kanyon kesitlerinin gelişimi (1882a, Tablo 40, 250. sayfanın karşısında). (British Museum of Natural History'nin izniyle)

yatağını kemirir, ne de yükünü biriktirir durumda değilse bu akarsunun "denkeğri" durumudur. Gilbert (1877: 111-12), bütün akarsuların bu denge durumunu sağlamak yönünde çalıştıklarını ileri sürmüştür. İlke gerçekten, yüzeyinde taşımanın söz konusu olduğu bütün yamaçlara uygulanabilir niteliktedir.

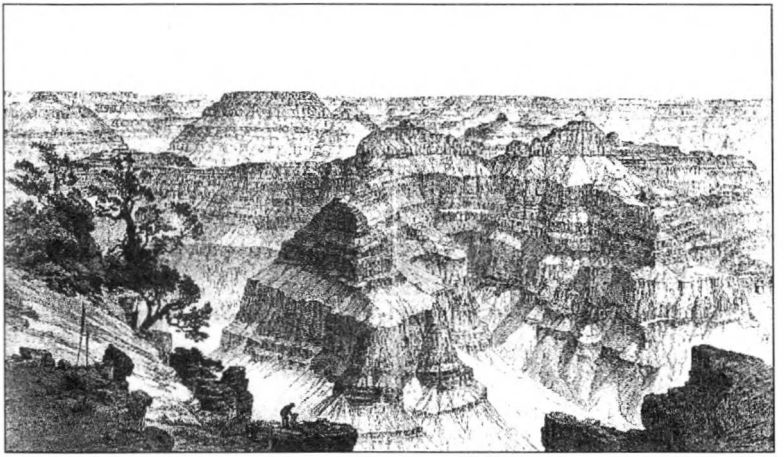
Çizim 7.3'te gösterilen uzunlamasına kesit, iki toplanma çevreğini ayıran subölümü çizeğinin (/iki dağ bölümünün), doruklara doğru dikleşen genel biçimini de vermektedir. Aşındırmayı sınırlayan etkenin taşıma hızı olduğu gür bitkili bölgelerde, böylesi bir kesit beklenmelidir. Öte yandan az yağmur alan kıraç bölgelerde, parçalanmış malzeme birikmesi söz konusu değildir ve oralarda aşındırma hızı günlenme (İng.: weathering) hızıyla sınırlıdır. Günlenme ise, kaya dokusunun niteliğine bağlı olacaktır; böylece, kaya yapısının yansıdığı yeryüzü şekilleri ortaya çıkar (Gilbert, 1877: 119). Amerika'nın batısında genelde gözlenen durum böyledir. Gilbert'in sözleriyle (*a.g.y.*): 'Nemin yüksek olduğu durumlarda eğim yasası geçerlidir; kurak durumlarda, kaya yapısı yasası geçerlidir.'

Gilbert yerküreyi, denge durumları ve oranlarla, özellikle kuvvetler ve karşı dirençler arası denge ve oranlarla kavramaya çalıştı. Yeryüzü şekilleri, bu kuvvetlerin etkileşimi sonunda zamanla ağır ağır ortaya çıkmıştı. Hutton ve Playfair'in yapıtlarında bu tür düşüncelere bir anlamda dolaylı olarak değinilmişti; ama, şimdi Gilbert aşındırmayı ve biriktirmeyi sağlayan kuvvetlerin hangi yasalara göre işlediğini bulmaya çalışıyordu. Yerşekilleri bilimi kendine özgü yasaları olan bir bilim dalı durumuna gelmeliydi. Yerkürenin yüzeyinin yontulmasına neden olan süreçler yasa gibi kabul ediliyordu ve dolayısıyla bilimsel betimleme ve çözümlemeye elverişli sayılıyordu.[19] Böylece, yerkürenin yeni bir yönü düşünsel denetim altına alınmış oluyordu. Lakolit (/yastık) biçimindeki bir magma sokulmasının oluşturduğu Ellesworth Arch Dağı'nın[20] bakışımlı yapısı Gilbert için, yeni yükselmiş arazide akaçlama dizgesinin gelişimini inceleyebileceği, ders kitaplarına girecek bir örnek sağlıyordu (*a.g.y.*: 145).

Dutton da Powell gibi, İç Savaş'ta subay olarak görev yapmıştı. Savaştan sonra yerbilime ilgi duydu ve Powell'in kanatları altında, Colorado'da bir arazi keşif kolunun çalışmalarını yönetti ve daha sonra da, Ulusal Haritacılık Dairesi'nin Colorado bölgesinin başına geçti. Öyleyse, Dutton'un kuramsal düşüncelerinin ana esin kaynağı Colorado'ydu. Kuramsal düşüncelerinin çoğuysa, yeryüzü şekillerine bakış biçimiyle daha çok Powell'in çalışmalarından etkilenmişti. Dikkat çeken yanı, 'yarma vadiler' ve taban kazısı konusunda Powell'in düşüncelerinden yararlanmış olmasıdır (1880-1, 1882a, b). Yarma vadilere Dutton 'akarsuların inatlaşması' adını vermişti. Batı Amerika'nın çöl bölgelerinde öncü çalışmalar yapmış diğer yerbilimciler gibi, Dutton da katıksız bir akarsucu idi. Vadilerin, akarsuların aşındırması sonucu kazıldığına ilişkin düşünceleri, 1882 tarihli raporundan (*Tertiary History of the Grand Cañon District* (Dutton, 1882a)) alınma bir çizimde (Çizim 7.4'te), hemen göze çarpıyor.

Dutton'un çiziminde kanyon, kayanın sertliğine göre biçimlenmişti. Akarsu, üstteki 'direşken ya da günlenmenin etkileri karşısında bana mısın demeyen' (Dutton, 1882a: 251) A birimini derinlemesine aşındırırken, duvarları neredeyse dik, dar bir kanyon oluştu; çünkü, akarsu sert kayadan koparılan az miktardaki taş parçaları ve kırıntılarını kolayca alıp götürebiliyordu. Ama, aşındırma B birimine ulaşınca (B birimi, 'büyük ölçüde daha yumuşak ve daha az direşken'di) kırıntı miktarı (yanlamasına aşınma) arttı ve azalan eğim nedeniyle taşıma hızı yavaşladı. Bu yüzden düzgün eğimli yığıntı yamaçlar oluştu. C ve D birimlerini oyarken, oyuntu biçimi neredeyse yinelendi. Dutton'un parmak bastığı gibi, boğaz yamaçlarının kesitine biçim veren akarsunun taşıdığı yüktü. Bu düşünceler yeterince basitti; ama, Dutton onları genel ilkelere dönüştürerek yararlı bir hizmette bulundu. Örneğin Sidney'deki evime çok yakın olan Mavi Dağlar'da, bu ilkelerin işleyişi görülebilir.

Dutton'un keşif gezilerinden birine dayanarak yaptığı yayımlarından alınan Çizim 7.5'e bakılacak olursa, yeryüzü şekilleri-



Çizim 7.5 William H. Holmes'un kaleminden: Büyük Kanyon bölgesinde, Sublime Point mevkiinden Kaibab Vadisi'ne bakış (Dutton, 1882b, Yaprak no. 15) (British Library'nin izniyle)

nin gelişimine ilişkin yeni bakış açıları geliştirmeyi böylesine esinleyen o soluk kesici araziye ilişkin bir izlenim edinilebilir. Çizim, Büyük Kanyon bölgesinde, Kaibab Vadisi'ne tepeden bakan Point Sublime noktasından görünümü görkemli biçimde resmediyor (aslı renkli); ressamı, William H. Holmes.[21] Böylesi doğa görüntülerinin, yerkürenin yüzeyi üstüne yeni düşünce yöntemlerini filizlendirmesi (Pyne, 1982) ve de Amerika'nın batısının erişilebilir duruma gelmesinin yeni bir yerbilim dalına -yerşekilleri bilimine- yol açması, hiç de şaşırtıcı değil.

Dutton, tabakalı kayaların arazinin aşınmasından ileri geldiği düşüncesini 'yerbilimin temel bir önermesi' sayıyordu. Gerçekten de, 'gökbilim için çekim yasası neyse, yerbilim için de bu yasa o' idi (Dutton, 1880-1: 95). Bunu söylerken, ta Hutton ve Playfair zamanında kitaplara girmiş bir yerbilimsel görüşü yeniden dile getiriyordu. Ama, Birleşik Devletler'in batı bölgelerinde yürütülen keşif ve harita çalışmalarında elde edilen zengin gözlem kanıtları sayesindedir ki, eski düşünceler bir kez daha güç kazanıyordu. Dutton aynı zamanda, temel bir yerbilim kavramı olan izostazi'ye bu adı öneren (ya da kavramı adlandıran)

kişidir; ama, bu konuyu tartışmayı, büyük çaplı dağ oluşturan süreçlere ilişkin on dokuzuncu yüzyılın düşüncesini ele alacağımız gelecek bölüme bırakıyoruz.

Yukarıdan beri inceleyip geldiğim, yerşekilleri bilimine ve yerşekillerinin oluşumuna ilişkin düşünceleri bir büyük bireşim içinde buluşturan William Morris Davis oldu. Bütün bu düşünceleri, bağdaşık bir bütün durumuna getirmeyi Darwincilerin evrim kuramından, ve özellikle de 'Almanların Darwin'i Ernst Haeckel'den aldığı kavramların yardımıyla başardı. Davis, yeryüzünün görünümündeki gelişmeyi canlı organizmaların gelişimine benzetti ve böylelikle yerküre, çoğu ondokuzuncu yüzyıl kuramcısına özellikle çekici gelen, gelişme yönelimli bir düşünme yönteminin koruması altına alınmış oldu.

Davis Harvard'ı 1870 yılında, uzman mühendis (master) derecesi alarak bitirdi. Bu durum ilk önce haritacılık mesleğine yönelmesi sonucunu doğurdu: İşi, Montana eyaletinde Kuzey Pasifik Demiryolu geçeğinin hazırlanmasını kapsıyordu. Bu dönem ona, yerşekilleri bilimi konusunda düşünceler geliştirme olanağı verdi ve 1885 yılında Harvard'da yardımcı profesörlük konumuna geldi; sonunda 1898'de Yerbilimi Profesörü oldu.

Davis'in yerküre yüzeyine baktığı gözlükleri ona sağlayan, yeryüzünün de bir bakıma canlı organizmalara benzer biçimde büyüdüğü ve evrildiği düşüncesiydi: Gerçekten, benimsediği yaklaşımı 'fiziyografik ontojeni' olarak adlandırmaktan hoşlanıyordu. (Oysa, bunca kapsamı geniş düşünceleri, özellikle Pennsylvania eyaletinin akarsuları ve vadilerine bakarak geliştirmişti.) Genç dağların kapladığı bir yeryüzeyinde, akarsular geçtikleri yüksek araziyi görece çabuk oydukları için, vadi kesitleri V-biçimlidir. Ama vadiler yaşlandıkça genişler; öyle ki, yarmakta olduğu özgün ovadan, tepe ve sırtlar üzerindeki şapkalar dışında hiçbir şey kalmaz. Sonunda denize dökületeğine yakın, iki yanındaki arazi nerdeyse dümdüz duruma gelebilir ve akarsu, büyük halkalar (menderesler) yaparak ve belki de bir birikinti ovasından geçerek denize dökülür. Akarsu ağızla-

rında genellikle, yatay çamur birikmelerine rastlanır. Davis, akarsunun yatağını hızla oyup derinleştirdiği ilk evreye gençlik evresi, ikinci evreye olgunluk evresi, üçüncü evreye de yaşlılık evresi adını vermiştir. Arada bir de yeniyetmelik evresinden söz etmiştir (Davis, 1889a: 203-13). Böylece akarsu dizgesinin tamamı bir 'evrim' geçirmektedir. Çizdiği görüntü, doğal seçilimle oluşmaktan çok, bir tomurcuğun çiçeğe dönüşmesi gibi bir şeydi.

Davis'in kullandığı dil de organik simgeler bakımından zengindi. Akarsular 'yaşar ve var kalırlardı'. 'Yaşam öyküleri' ve 'yaşam çevrimleri' olurdu. Onlar da 'çalışır' ve yeryüzünü aşındırma 'görevlerini sona erdirirlerdi'. Kaynak çevresinde yatak derine ve geriye doğru oyularak 'kendi kaynağını kemirip dururdu'. Çocukluk çağındaki bir ırmak, özgün yüzeyin 'eşitsizliklerinden utanca düşebilirdi'; başlangıçta eşitsizlikleri ortadan kaldırmaya yetecek denli güçlü olmadığından, basamaklarda, çukurlarda göller oluşabilirdi. Hatta ırmaklar, kimi zaman tıpkı bir 'korsan' gibi subölümü çizeği savaşına girip başka ırmakları kapabilir, tutsak edebilirlerdi (Davis, 1889b).

Üstelik, bir ırmak 'gençleşebilir'di. Bunun olması için, ırmağın gelişmesinin bir evresinde yerin yüzeyi, ırmağın vadiyi oyduğu hızdan daha büyük bir hızla yükselmeliydi. Böylelikle, V-kesitli bir vadi, yenice yükselmiş bir yüksek ovada yatağını derinleştirmeyi sürdürebilirdi; ve kimi zaman, gençleşen vadinin yatağını hızla oyarak derinleştirmesiyle, yüksek ovanın eski yüzeyiyle buluştuğu yerde bir çağlayan oluşabilecekti.[22]

Ama, eğer ırmaklar arazinin yükselmesiyle 'yaşama döndürülebilir' ve 'gençleştirilebilirlerse', arazinin çökmesi yoluyla da, 'boğularak' Sidney Limanı ya da San Francisco'daki gibi vadilerin doğmasına yol açabilirlerdi. Ya da, denize yakın 'yaşlı' bir menderesli ırmak boğulacak olursa, Sidney'in güneyindeki ünlü Botany Körfezi gibi daire biçimli bir körfezle karşılaşılabilirdi. Eğer bir ırmak, okyanusa çağlayan yaparak doğrudan dökülüyorsa, arazi, yakınlarda yükselmiş olmalıdır. Böylesi du-

rumlar seyrek ise de, Java Adası'nın güney kıyısında bunun iyi bir örneğini gördüm.

Davis, Powell'in 'taban düzeyi' kavramından sonuna değin yararlandı. Bir ırmak yavaş yavaş 'yaşlanırken', taban düzeye doğru çalışmasını sürdürüyordu. En sonunda ulaşacağı düzey, deniz düzeyi olmalıydı; ama, büyük çaylar, aldıkları kollar için geçici taban düzeyi görevi yapabilirlerdi. Davis benzer biçimde, 'eğim' kavramından da yararlandı: Bir akarsu, yığmadan ve de oymadan, yalnızca tortu yükünü taşımaya yeten akıntı hızına ulaşıncaya değin, derinlemesine kazmayı sürdürür. Bu koşullara ulaşan akarsuyun eğimeğrisi ya da uzunlamasına kesiti, ırmağın denkeğrisidir. Bir bölgenin aşınmadan ötürü düzleşmesi sonucu ortaya çıkan yerşekline Davis, 'yontukdüz' (İng.: peneplain) adını verdi (Davis, 1889c: 429). Yerşekilleri bilimcileri bu terimi bugün hâlâ kullanıyor.

Davis, bunlardan başka 'önde giden vadi ağı' düşüncesinden de yararlandı. Pennsylvania'daki akarsu dizgesini çizdiği taslak haritada, ırmaklar (örneğin Susquehanna Irmağı) tepelerin kıvrım eksenlerini diklemesine kesip geçiyordu (Davis, 1889a:188). Öyleyse ırmaklar sırtlardan daha yaşlıydı.

Darwin'in yolunda sonuna dek ilerleyen Davis, akarsular arasında bir 'var olma savaşımı' geçtiğini düşündü:

> Yerkabuğunun yükselmesiyle birlikte, akarsular yitirdikleri etkinliklerine yeniden kavuşmuş oldular ve araziyi yeniden uygun düzeye indirme sürecinde yataklarını derinlemesine kazmaya ve yanlamasına aşındırmaya koyuldular. (...) Bu uyum sağlama sürecinde her akarsu kendi varlığını koruma savaşı verir. (...) Dik akarsular araziyi yatık eğimli akarsulardan daha hızlı kemirmişlerdir ve var olma savaşı veren akarsuları birbirinden ayıran subölümü çizeği, yatağını oyamayan, yatık eğimli olana doğru yürümüştür (Davis, 1889b: 108).

Böylelikle, Powell gibi öncellerinin batı eyaletlerinde çalışırken ortaya attığı yerşekilleri bilimine ilişkin düşünceler, Yankee William Morris Davis eliyle on dokuzuncu yüzyılın genel dünya görüşü evrimciliğin şemsiyesi altına sokulmuştu. İnsana çekici gelen bu bireşim, kısa sürede çok sayıda yandaş topladı ve Davis yerküre üstüne düşünürken kullandığımız dilde -belki de artık bilinçaltımızda- sonsuza dek yer edecek izini bıraktı.[23]

VIII. Bölüm

Dağların Oluşum Süreci ve Yerkürenin 'Elektrosu'

Buraya gelene değin, dağların nasıl yaratıldığına ilişkin epeyi ilginç kuramla karşılaşmış bulunuyoruz. Buffon ya da Werner gibi kimi erken dönem kuramcıları bakımından dağlar ezelden beri var olan, yerkürenin ilk meydana geldiği zamandan kalma yapılardı. Öte yandan Hutton'a göre, dağlar yeraltından sokulan magmanın aşağıdan zorlamasıyla yeryüzünün kabarması sonucu düzenli aralıklarla oluşup duruyordu; ve sonra, yükselen arazi yüzeyi, çokça akarsular, ama kimi zaman da buzullar gibi aşındırıcı güçler eliyle oyuluyordu.

Bu tür düşünceler dağların neyin nesi oldukları, nerelerde bulundukları üstüne yaygın, ayrıntılı bilgiye dayanmıyordu ve dağların kökenine ilişkin düşüncelerin eksiksiz geliştirilebilmesi için dağların 'doğal tarihi'ni bilmeye gerek vardı. On doku-

zuncu yüzyıla gelindiğinde artık bu tür bilgi bollaşmıştı. Avrupa'dan kaynaklanan sömürgeci yayılmanın başlıca etken olduğu bir süreçte, on sekizinci yüzyıl boyunca ve ardından on dokuzuncu yüzyılda daha da büyük canlılıkla sürdürülen onca keşif gezisi ve araştırma, bu sonucu doğurmuştu.

Ayrıca, on sekizinci yüzyılın sonlarına doğru ve on dokuzuncu yüzyılın başlarında, Duyguculuk akımının (Romantizmin) pek çok göstergesinden biri olmak üzere Avrupa'nın çeşitli yerlerinde dağlık bölgelere ilgi arttı. Adına Göl Ozanları dediğimiz ozanların Britanya'da ortaya çıkması, bu dönemde oldu. Bu ozanların, yerbilimci Adam Sedgwick (1846), ve yerbilim konularında da ders veren kimyacı Humphry Davy gibi yerbilimcilere yakınlığı vardı (Davy, 1980). Rousseau ve Goethe, güçlü bir ilgi ve hayranlık duygusu ile Alplerden doğa görünümleri betimlediler. Horace Bénédict de Saussure'ün (1740-99) yapıtlarındaysa, dağlara özel olarak bilimsel açıdan ilgi duyan, ama aynı zamanda dağcılık sporunu başlatmış olan bir kişiyle tanışıyoruz. De Saussure'ün döneminden önce, dağlık bölgeler beyefendiler ya da bilim adamlarından çok, köylülere göre bir yer sayılıyordu. Gerçekten de, dağlara korkuyla bakılırdı çokça; güzeldir diye bakıldığı olmazdı hiç... Dağların güzelliği, bir bakıma Duygucu akımın bir 'icadıydı' (Nicolson, 1959).

Werner'in en seçkin öğrencilerinden Christian Leopold von Buch (1744-1853) dağ oluşumuna ilişkin bir önemli kuram geliştirdi. Werner'in öğrencisi olarak (gerçekte aynı konutu paylaşıyorlardı) ve Silezya'nın Landeck bölgesinde arazi çalışmalarında edindiği deneyimde (kendisini Maden Denetçisi olarak görevlendiren Prusya hükümeti adına bu bölgede bir jeognostik [/kayaları inceleyen] araştırma yaptığı sırada) von Buch başlangıçta ustasının Neptüncü kuramlarını uyguladı (von Buch, 1797, 1798, 1810a); ama, yerbilim üstüne deneyimleri zenginleştikçe kimi şeylerin Werner'in öğrettiklerine uymadığı izlenimini edindi. Alpler granitti; fakat, kuzeyinde ve güneyindeki kayalar birbirini tutmuyordu: Tirollerin güneyindeki dolomitlerin ku-

zeyde karşılığı yoktu. Ardından, 1802 yılında Orta Fransa'daki yanardağ bölgesini (Auvergne bölgesinde Massif Central) inceledikten sonra von Buch (1802-3) biraz Vulkancılardan yana kaydıysa da, Auvergne'deki bazaltlarla daha önce Almanya ve İsveç'te gördüklerinin aynı olmadığını iddia etti (*a.g.y.*: 256). Auvergne bazaltlarının ilkin Wernerci yoldan/sulu bir süreçte oluştuğu ve daha sonra ısınarak, dışa püskürdüğü için püskürük kayaları andırdığı ileri sürüldü. Bir başka deyişle, granit önce trakite (bkz. s. 298) ardından bazalta dönüşmüştü.

Auvergne'de, von Buch ünlü Puy de Dôme gibi, bizim adına lav tıkacı (ya da tholoid) diyebileceğimiz yarıküre biçimli, kratersiz yığılmaların varlığını gözledi. Aynı zamanda, eskiden yanardağ olduğu kuşku götürmeyen kimi dağların eteklerinden lav derelerine benzeyen akıntıların dışa vurduğunu gördü. Bizim 'uykuda' dediğimiz yanardağların dışının, oradaki yerli kayanın kabarmasıyla oluştuğunu; içinin lav dolu büyük mağaralara dönüştüğünü düşünüyordu.[1] Bu yapılar tam anlamıyla yanardağ sayılmıyordu; çünkü, yerkürenin içinden doğru gelip havaküreye açılan bacaları ya da kraterleri yoktu. Auvergne'deki yanardağların çoğunun (şu sıralar etkin olmasa bile, yerbilimsel anlamda çok genç yaştadır) kül yığınından başka birşey olmadığına bakınca, kuramda bir gariplik vardı. Bunları yerkabuğundaki kabarmalar olarak düşünmek zor. Öyle de olsa, von Buch 'yükselti kraterleri' kuramını bu bölgede geliştirmeye başladı. Auvergne'de geliştirdiği bu kuram, Neptüncülükle Vulkancılık arasında bir orta noktaydı. Ama, 1815 yılında Kanarya Adaları'nı gördükten sonra, von Buch (1825) Vulkancıların yanında yer aldı.

Von Buch (1810b, 1836a, b) tarafından, 'yükselti kraterleri' kuramının ayrıntıları açıklandı. Etna gibi bir dağın, düzgün bir koni meydana getirecek biçimde, art arda gelen kül ve lav akıntılarıyla oluştuğu, apaçık ortadaymış gibi görünebilir. Zaten Lyell'in de hiç duraksamadan benimsediği ve yerkürenin ne denli yaşlı olduğunu sergilemede yararlandığı düşünce buydu.

Ama von Buch yine de, Etna gibi dağların bugün bize 'apaçık' görünen oluşum yolunu kabule yanaşmadı. Etna, Vezüv ya da Stromboli gibi dağların yamaç eğimlerinin, Lyell'in düşündüğü gibi üst üste yığılmayla meydana gelmiş olmaya olanak vermeyecek denli dik olduğunu savlamaktaydı (von Buch, 1836a, b). Örneğin, yamaç eğiminin ancak 3° kadar yatık olması durumunda, lav akıntısı hem yayılıp ve hem de önemli bir yüksekliğe erişecek biçimde yığılabilirdi (von Buch, 1836b: 109); yoksa, yayılıp giderdi. Etna'nınsa, yamaç eğimi 3°den çok büyüktü.

Öyleyse, von Buch'un düşüncesine göre dağlar, yerkürenin karnında kopan 'büyük zorlamalar' sonucu oluşmuştu. Bunlara yerin yüzeyindeki kabarmalar gözüyle bakılabilirdi. Magmanın aşağıdan doğru sokulmasıyla üstteki tabakalar kubbe biçiminde yapılar oluşturmak üzere kabarırdı; ama, lavlar ancak bazı durumlarda bir yanardağ oluşturacak biçimde dışarı püskürürdü.[2] Etna'ya gelince, dağın yüksekliği ve bedeninin çoğu, ilkin patlayacak biçimde bir 'yükselti krateri'nin kabarmasıyla oluşmuş; ancak ondan sonradır ki, yanardağ püskürerek bir baca ağzından dağın yamaçlarına yayılan lav akıntısı gelmişti. Pasifikteki çeşitli adaların, bu arada Kanarya Adaları'nda Teneriffe'in doruğunun da yükselti krateri olarak meydana geldiği sanılıyordu.

Kuram, Huttoncu ya da Vulkancı bir öz taşıyordu; ama, işin içine birden kopuveren zorlu kabarmalar varsayımını kattığından ani yıkımcı yerbilimciler kümesine giriyordu ve bu yanıyla Hutton kuramından ayrılıyordu. Von Buch'un (1824) doğru kabul ettiği bir başka olasılık da, yükselmelerin doğrusal eksenler boyunca meydana gelerek doğrusal dağ sıralarına yol açabileceğiydi. Kısa süre sonra, sıradağları birbirinden yönlerine göre ayırmaya başladı. Alan çalışmalarının sağladığı kanıtlardan anlaşıldığına göre, sıradağlar ayrı ayrı yaşlarda olabiliyordu. Oysa, suyun aşındırması ya da süpürmesinin dağları yontmada ya da biçimlendirmedeki payı üzerinde pek durmadı.

Yaklaşık aynı dönemde, dağların oluşumu sorununu genel bir kuramsal açıdan ve von Buch'un düşünceleriyle bağlantılı bir

biçimde ele alan bir başka yazar da Léonce Elie de Beaumont (1798-1874) adında bir Fransızdı. Elie de Beaumont Paris Ecoles des Mines'de (Madencilik Okulu'nda) Profesör sanıyla ders verdi; Fransa Maden Ocakları Genel Denetçiliği görevinde bulundu ve 1832'de Collège de France'de Cuvier'nin koltuğuna oturdu; aynı zamanda, saygın Bilimler Akademisi'nin Sürekli Yazmanlığı görevini de yürüttü. Dolayısıyla, yaşadığı dönemde Fransız biliminde hesaba katılması zorunlu bir güçtü.

Meslek yaşamının başlangıcında, Fransa'nın yerbilim haritasını çıkarmak üzere arazi çalışması yaptığı sırada, dağ sıralarının geometrik dağılımına ve tabakabilimsel kütüğün göz önüne serdiği değişik tortul birikim evrelerine ilişkin bazı genel ilkeler geliştirmeye başladı; çünkü o sıralar, Karbonifer vb. yerbilim dizgelerinin saptanmasıyla, tabakabilimsel kütük belirginleşmeye başlamıştı artık. Werner'in öğrencilerinden, çok yönlü bilgin ve gezgin Alexander von Humboldt'un (1769-1859) düşünceleri de, de Beaumont'u büyük ölçüde etkiledi: von Humboldt'un Güney Amerika'ya yaptığı yolculuğun (1799-1804) amaçlarından biri de sıradağların yönlerini incelemekti. Von Humboldt, yeryuvarlağı üzerinde kayaların dağılım örüntülerini araştırmayı, değişik ülkelerdeki yerbilimsel oluşuklar ile kıyı çizgilerinin ve sıradağların yönleri gibi coğrafya özellikleri arasında koşutluklar kurmayı görevleri arasında sayıyordu. Sıradağların bazı öncelikli yönlere göre dizilmiş olduğunun belirtilerini görebildiğini ve adına '*loksodromizm*' (von Humboldt, 1823a: 56) dediği bir düşünce uyarınca, değişik sıradağların doğrultu ve eğimlerinin yaşlarıyla ilişkili olduğunu sanıyordu. Üstelik dağlar, Werner kuramının sandığı gibi yukarıdan aşağıya tortulanmayla değil, yerkürenin içinden yukarıya doğru işleyen dev kaldırıcı kuvvetler aracılığıyla oluşturulmuş gibi görünüyordu (von Humboldt ve Bonpland, 1814-29, cilt 6: 591-4).[3]

Von Humboldt, Güney Amerika'daki araştırmalarının sonuçlarını bir ön açıklamayla duyurdu (9. yıl/1801: 47-8): İlkel dağların görünürdeki örüntüsünün, yerkabuğu ilk oluşurken işle-

mekte olan çekim güçlerinin ve toplulaşma eyleminin sonucu doğmuş olabileceğini ileri sürdü. Sanki yerküre, ya da gözün görebildiği dıştaki bölümü, ilk oluşumu sırasındaki biçimiyle 'kristalleşip' kaldığı için, yapısal bir örüntü kazanmıştı.

Bu tür düşüncelerden yola çıkan Elie de Beaumont (1829-30), tabakabilimsel kütükte gözle görülür kesintilere yol açan bazı 'devrimler'in, dağların oluştuğu özel aralıklara bağlanabileceğini ileri sürdü. Bir yörel kara yükselmesinin denizel hayvan topluluğu üzerinde dünya çapında yerbilimsel etkileri bulunabilir ve (Cuvier kuramındaki) yerbilimsel 'devrimler'in açıkça evrensel niteliği böylece açıklanmış olabilirdi. Öneri çekiciydi; çünkü, malzemelerin ilksel bir okyanustan belirli bir sıraya göre çökerek yığıldığını söyleyen Werner kuramının[4] göçmesi üzerine, birbirinden çok uzaklardaki tabakalar arasında yapılabilecek bağlılaşımları artık inandırıcı biçimde açıklama olasılığı kalmamıştı. Oysa, Elie de Beaumont'un kuramı sayesinde az da olsa, hayvan topluluğundaki (/faunadaki) değişimlerle belli başlı uymazlıklar arasında bağlantı kurma umudu doğuyor; her büyük uymazlık, dağların oluştuğu bir zaman aralığına bağlanabiliyordu. Bu düşünce, bana göre, yerbilim haritaları yapmanın teknik inceliklerine dalmış birinin kafasından çıkabilirdi ancak. Ayrıca, Elie de Beaumont kuramının çizdiği çerçevenin de yardımıyla, yerbilim dizgelerini birbirinden ayıran uymazlıkların incelenmesinden dağların yaşının çıkarılabileceği sanısı vardı.

Böylece, 'anlatısal yerbilim' döneminde bile sürmüş bulunan tabakaların sıralanışında anlamlı bir düzen arayışı, Werner'in 'kat kat soğan' anlayışı üzerine kurulu tabaka bilgisinin göçmesiyle birlikte yok olmadı. Von Humboldt açısından (1823b: 17) Werner'in yerkabuğu bilgisi, sürüp giden ve kapsamı geniş bir araştırma izlencesi sunuyordu. Werner, hem bileşimi ve hem de tabakabilimsel dikme kesitteki görece yeri bakımından benzerliği olan 'birbirinin tıpkısı' oluşuklar aradığı gibi, birbirine 'jeonostik eşdeğeri', birbirinin yerini tutabilecek 'koşut oluşuk-

lar' (örneğin, tabaka sıralanışında görece benzer yerlerde bulunmakla birlikte bileşimi ve yapısı değişik olanlar) bulmak peşindeydi. Elie de Beumont da Werner gibi, büyük ölçekli koşutluklar ve eşdeğerlikler arıyordu.

1829 yılında Elie de Beaumont'un bildiği dört ana 'dizge'; ya da bizim bugün söyleyebileceğimiz biçimiyle, dört 'dağ oluşum süreci' vardı. Daha ileriki çalışmalarında bu sayıyı iyice çoğaltı; o denli ki, (olağanüstü) ani yıkım olayları neredeyse sıkça gelen sıradan olaylara dönüştü. Bunu bir yana koyarsak, Elie de Beaumont ayrıca, niçin arada dağların oluştuğu devirlerin geldiği konusuna bir açıklama getiriyordu. Düşüncesi şöyleydi: Yerküre yavaş yavaş soğurken büzülmüştü ve dolayısıyla katı yerkabuğu zaman zaman kıvrılmalara uğramıştı. Anlaşılması kolay bir benzetmeyle, kurumakta olan bir elmanın buruşan kabuğuna dönmüştü. Basitliği nedeniyle bu anlayış, on dokuzuncu yüzyılın büyük bölümü boyunca yerküre kuramını anlatmada benzetmelik olarak kullanıldı.

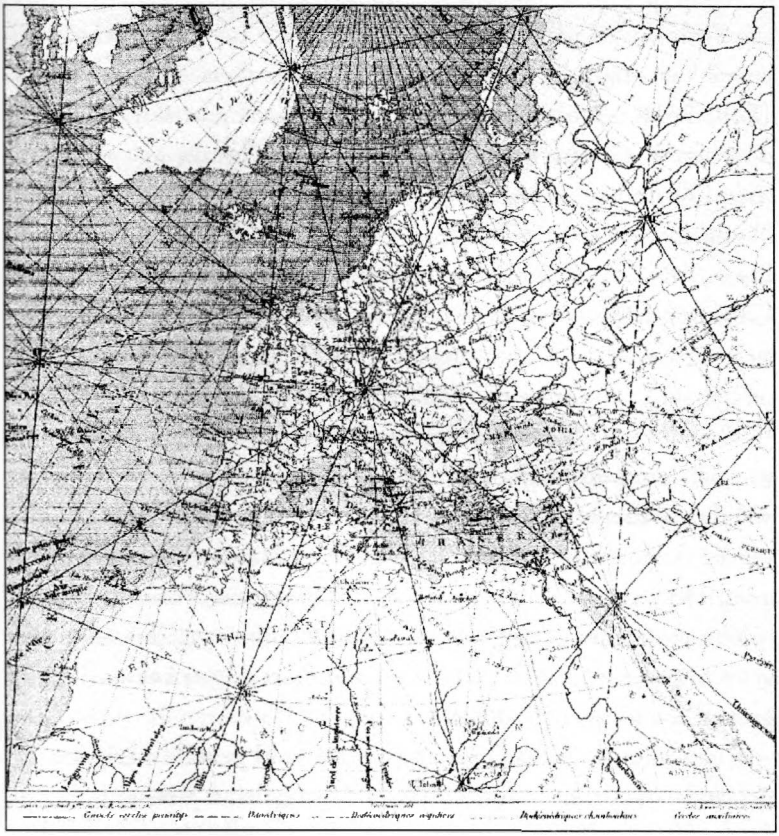
Sonraki kuramlaştırma çabalarında her ne kadar, öncekilere göre nitelik bakımından daha yavaş bir işleyiş benimsemişse de, Elie de Beaumont'un yerkabuğunun 'buruşma' sürecini kavrayışı, temelde 'ani yıkımcı' nitelik taşıyordu. 'Buruşmaları' (dağ oluşturan devinimleri) oldukça kısa sürede olup biten olaylar gibi düşünüyordu; öyle ki, oluşan dev kıvrılmalar canlı yaşamın büyük çapta kırımına yol açıyordu. Buna göre, Lyell ile aynı zamanda yayımladığı yerbilim kuramı, İskoçyalının geliştirmekte olduğu tekdüzenlilikçi yerbilimin tersine, Fransa'da Cuvier'nin ani yıkımcı düşüncelerini sürdürdü. Öte yandan İngiltere'de De la Beche, Elie de Beaumont'un kuramına yakınlık duyuyor ve bazı yayınlarının çevirilmesini sağlamaya çalışıyordu.

Örneğin Elie de Beaumont'un 1831 tarihli yayını, 'yerbilim dizgesi' teriminin henüz bugünkü kullanış biçimini edinmediğini göstermesi bakımından ilginçtir. Biz bir dağ dizgesi dediğimiz zaman, 'dizge' sözcüğünü örneğin 'Siluriyen Dizgesi' deyiminde kullanıldığından daha değişik bir anlamda düşünüyoruz: 'Siluri-

yen Dizgesi' deyiminde dizge sözcüğü, belirli kayaların oluştuğu ya da tortulların yığıldığı zaman aralığını anlatıyor; yoksa, yükseldikleri zamanı değil... Ama, Elie de Beumont'un görüşüne göre, yerkürenin sıradağlarında hem zaman ve hem de uzam boyutunda düzenli yinelenmeler, örüntüler vardı. Tam söylemek gerekirse, birbirine koşut sıradağların, aynı dağ oluşturan devinimler devrine girdiği düşünülüyordu ve dolayısıyla aynı yaşta olmaları kaçınılmazdı.

Buruşan bir elma, kabuğu üzerinde düzenli bir geometrik örüntü oluşturacak biçimde büzülmez, doğal olarak. Ama, Elie de Beaumont'a kalırsa, bir dağ oluşum kuşağı (en uygun koşullarda) yerküre çevresinde büyük dairesinin yarısı kadar bir yay çizerdi. Böyle on beş yarım daire olduğunu sanıyordu: Bu yarım daireler, yerkürenin yüzeyinde on iki beşgenden oluşan bir ağ oluşturacak biçimde birbirini keserken, aynı zamanda yerküreye de yaklaşık *pentagonal dodekahedron* biçimi aldırıyordu. İşte adına *réseau pentagonal* ya da 'beşgen ağı' denen büyük varsayımın gelişimi böyle oldu (Elie de Beaumont, 1829-30, 1831, 1852) (Çizim 8.1). Von Humboldt'un düşünce biçiminde olduğu gibi, yerküreye sanki kristalografik çözümlemeye elverişli bir nesne gözüyle bakılıyordu. Kuram pürüzsüzdü; ama, gerçekle arasında bağ yoktu. Yine de, Elie de Beaumont'un bilim çevrelerindeki etkili konumunun yardımıyla, kuram özellikle Fransa'da birkaç yıl kullanımda kaldı. Burada şu görüş ileri sürülebilir: Her ne kadar Elie de Beaumont'un kuramı Lyell'inkinden köklü biçimde ayrılmakta idi ise de, her ikisi de çevrimli nitelikte idi. Ama, aralarında önemli bir ayrım vardı: Fransızın, zaman içinde ağır bir soğumayı benimseyen öğretisi, ayrıca tek yönlü bir 'ok' da içeriyordu (Gould, 1987).

Anımsanacağı üzere, Hutton'unki gibi, Lyell'in kuramı da, dağların aşındığı ve tortulların okyanus havzalarında biriktiği, ardından kayaların yükseldiği, yayılan magmanın basınç ve sıcaklığının etkisi altında tortulların yanartaşa olası dönüşümü üzerine kuruluydu. Ama, özellikle yavaş yavaş soğumakta olduğu



Çizim 8.1 Léonce Elie de Beaumont'a göre, dağ kuşaklarının doğrultularının 'beşgen ağı' oluşturduğunun örneği (1852, cilt 3, Tablo 5). (British Library'nin izniyle)

varsayılan bir yeryuvarlağında, yerkabuğundaki dikine yükselmelerin nedeni belirsizliğini korudu. Lyell bile, 1835 yılında İsviçre gezisi sırasında gözlediklerine, kendi kuramı içinde anlamlı bir yer vermekte zorlandı (Lyell, K. M., 1881, cilt 1: 453-4).[5]

Dağların oluşumunda yanal kuvvetlerin önem taşıdığı düşüncesi, on dokuzuncu yüzyıl boyunca yavaş yavaş öne çıktı. De Saussure, daha on sekizinci yüzyılda Alplerde, bizim adına 'bindirme' diyeceğimiz eğim atımlı ters kırıklarla ilgili (yaşamdayken yayımlanmayan) gözlemler yapmıştı (Carozzi, 1989). Ayrıca, İsviçre'de Zürih Politeknik Okulu'ndan Arnold Escher von der Linth (1807-72), Zürih'in güneybatısında Glarus Kan-

tonu'nda kıvrılma, binmiş kıvrım ve tabaka sıralanışının ters çevrilmesi olgularının ayırdına vardı (Escher von der Linth, 1839, 1841, 1846). Yıllar süren araştırma ve harita çalışmasından sonra, Glarus bölgesinde dev ölçekli 'bindirme' ve 'aşma' türü kıvrılmalar sonucu yaşlı tabakaların apaçık biçimde genç olanların üzerinde yer aldığı sonucuna vardı (Escher von der Linth, 1841: 61).[6] Britanya'da De la Beche (1846: 222), Güney Galler ve İrlanda'nın kimi bölgelerinde kayalardaki kıvrılmaları, yerkürenin büzülmesinin doğurduğu yanal baskıların etkisine bağladı. Amerika'da William ve Henry Rogers kardeşler (1805-81 ve 1809-66) Apalaş Dağları'nın yapısını, dalgalanmaya zorlanmış tabakalara benzettiler: Sanki yerkürenin içindeki sıvı dalgalanmıştı da, dalgalanmaya uyan kaya tabakaları kıyıya vuran dalgalar gibi kendi üzerine devrilmişti (Rogers ve Rogers, 1843). Ama yanal devinimleri doğuranın, erimiş ve buharlaşmış malzemenin dağların tabanında (dikey yönde), dağ dizgesinin çekirdeğindeki çatlaklardan yukarı doğru kaçması olduğu varsayılıyordu (Faill, 1985).

Rogers kardeşlerin yapmak istediği, eski yerbilim bilgileriyle Apalaşlardan elde edilen kanıtları bağdaştırma girişimiydi. Aynı uygulamaya Avrupa Alplerinde de girişildi (Rogers, H. D., 1858: 902). İsviçre'nin Zürih kentinden yerbilimci Albert Heim (1849-1937) değişik bir biçem uyguladı. Öğretmeni Escher von der Linth'in yayımlanmamış el yazmalarına konan Heim, yayımladığı büyük yapıtta, kıvrılmaların yanal basınçların etkisi altında eğim atımlı ters kırılmalara (bindirme) dönüşebileceğini öne sürdü (Heim, 1878, Atlas, Levha 15, Çizim 14). Ayrıca Glarus Kantonu'ndaki kaya tabakalarında koskocaman bir çifte kıvrılmanın varlığını düşünüyordu. Ama buradaki tabakalarda gözlenen geometrik düzenlemenin meydana gelebilmesi için, karşı yönlerden etki yapan kuvvetlerin varolması gerekiyordu.

Greene'nin sergilediği gibi (1982), on dokuzuncu yüzyılın ortalarında, dağların oluşum nedenleri konusunda arap saçına dönmüş tartışmalar vardı Amerika'da. Tartışmaların hiçbiri,

Apalaş Dağları'nın yapısı üstüne tartışmalar denli karmaşık ve akıl karıştırıcı -ya da ne dediğini bilmez- değildi. Bu tartışmalarda başı çekenlerden biri de Yale Üniversitesi profesörlerinden James Dwight Dana (1813-95) idi. Yerkabuğunda büzülmenin[7], yerkürenin uzun sürede ağır ağır soğumasına bağlı olarak meydana geldiğini ve bunun okyanus havzalarının (Dana, 1846: 353) oluşmasına yol açtığını; ama, bu çökme alanlarının yanı sıra, çökme alanının kıyılarında çatlaklar olabileceğini; çatlak uzantıları boyunca yükselen magmanın, okyanus havzalarının kıyılarında sıradağların yükselmesine neden olacağını düşünüyordu (Dana, 1847a, b, c, d). Dana, yüzeyinde tortulların birikebileceği, -ilerde adına senklinal, yani yertekne denecek- bir çöküntü bölgesinin altında (Hopkins'in de canlandırdığı gibi (1842)) ateş havuzları olabileceğini sanıyordu (bkz. s. 264). Yertekne derinleştikçe, ateş hamuru yanal yönde yer değiştirerek komşu bölgeye kayabilirdi ve orada yığılarak bir 'jeoantiklinal'e, yani kemerleşmeye yol açabilirdi. Öyleyse, işlemiş olan yanal kuvvetlerin kanıtları böyle yerlerde bulunabilirdi. Andezit taşından (bkz. s. I) oluşan And Dağları bunun çok açık bir örneğiydi. Ama Apalaşlar gibi karmaşık kıvrım kuşaklarında, -yanal yer devinimlerinin ne denli bol kanıtı bulunursa bulunsun- kurama inandırıcı biçimde işlerlik kazandırmak zordu.

New York Yerbilim Haritaları Dairesi'nden James Hall (1811-98) bir almaşık model önerdi. Peşinde olduğu kuram, hem usul usul işleyişi benimseyecek; ama hem de -Apalaşlar gibi kıvrımlı olanları da içine almak üzere- sıradağların yükselişini açıklayacaktı. Bunu ne Hutton'un kuramı gerçekleştirebilmişti, ne de Lyell'inki... Genel olarak sıradağlar, arazide harita çalışmalarının da ortaya koyduğu gibi, çok büyük kalınlıkta tortullar içerir. Ama, dünyada hiçbir okyanusun derinliği 13.000 metreye yaklaşamazken, bu kalınlıkta bir tortul birikimi nasıl açıklanabilir?[8] Böylesine bir kalınlığın tekdüzenlilik ilkeleri uyarınca birikmiş olması, yalnızca öteden beri var olan, duraylı bir okyanus havzasında tortulların çökelmesiyle açıklanamaz.

Tortulların bunca büyük kalınlıklara ulaşacak kertede yığılması sorununa Hall'ın bulduğu çözüm, yığılan tortulların ağırlığı altında yerkabuğunun çöktüğünü düşünmekti. Buna göre, tortulların içinde biriktiği hendek ya da tekne sürekli derinleşiyordu. 'Jeosenklinal' ya da Türkçe söylemek gerekirse 'yerteknе' düşüncesi böyle doğdu (Hall, [1857'] 1883). Örneğin Apalaşlarda görülen ikincil kıvrılmaların ve kırılmaların, tortulların birikmesiyle aşağı yukarı aynı zamana rastladığı düşünülüyordu; yoksa, sonradan gelen, belki de ani yıkımcıl bir çarpıtma zoruyla değil... Elie de Beaumont'un sözünü ettiği dağ yükselme eksenleri, Hall'a göre (1859: 86) 'kökel yığılma eksenlerinden başka birşey değildi'.

Ama o zaman da, bir yerteknede biriken tortulların nasıl ya da niçin sıradağlar oluşturacak biçimde yükseldiği sorusu akla gelebilirdi. Hall'ın buna karşı kullandığı sav söz: 'Yükselmeye yol açan tortulanmadır' idi. Ne yazık ki, bu sürecin yükselmeye ilişkin bölümünü hiçbir zaman yeterince açıklığa kavuşturmadı. Çağdaşları bu noktayı ona karşı kullandı. Dana'nın yakındığı gibi (1866: 210), Hall 'dağların kökenine hiç değinmeksizin, dağların kökeni üzerine bir kuram' öneriyordu. Gerçekten de Dana'ya kalırsa (1873a) Hall, neden-sonuç okunun yönünü ters belirlemiştir. Hall'a göre, tortulların yığılması, çökmeye neden olmuştur; oysa, Dana'ya göre çökme tortulların birikmesine olanak sağlamıştır.

Hall ile Dana arasındaki tartışmaya, belki de iki bilim felsefesinin çatışması olarak bakılabilir. Dana yerteknelerin oluşumunu açıklayan 'daha yüksek düzeyde' bir neden arıyordu. Oysa bu konuda açıkça pozitivist bir felsefe sergilediği söylenebilecek Hall'a göreyse, nedenlerin nedeninin (/nihai nedenlerin) peşine düşmemeliydi. Arazide yapılan gözlemlerden, tekne benzeri yapılarda çok büyük miktarda tortul birikimi olduğu kolayca anlaşılıyordu. Yola çıkarken kullanılan birincil olgu buydu. Böylesi tortulanmanın niçin meydana geldiği ise, yerbilimcinin ille de ilgilenmesini gerektirmeyen, ikincil önemde bir soruydu.

Ama, her ne kadar pozitivizm, on dokuzuncu yüzyıl bilim felsefesinin belirgin bir özelliği olsa da ve bundan dolayı Hall'ın yaklaşımını destekler gibi görünebilirse de, on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısından kuramcıların çoğuna göre, yerteknelerin oluşmasının bir üst-düzeyde nedeni, bir de sıradan nedeni vardı. Son çözümlemede, yerkürenin usul usul soğurken büzülmesi, yerkabuğunda bel vermeler ile yükseltileri, yanal basınçların kanıtlarını ve yanal devinimleri tümüyle açıklayabiliyordu. Karşımıza yine, yerkabuğunun devinimini ve bunun doğurduğu yapıları konu edinen 'jeotektonik'in elma kuramı çıkıyor: Yerküre büzülüyor ve yaşlandıkça yüzü buruşuyordu. Ama görünüşte bunca açık olmasına karşın, kuramın belirgin zayıf yanları var. Eğer dünya soğuyorsa büzülmesi gerekir ve -açısal momentinin (kütlesi ile açısal hızının çarpımı -ç.n.) sakımı ilkesi uyarınca- birim zamana düşen dönüş sayısı artmalı. Oysa, böyle birşeyin meydana geldiğinin kanıtı yok.[10] Üstelik, soğuyan yerkürenin yüzündeki buruşukların 'her yeri kaplayan' bir örüntü oluşturması beklenirken, bunlar gerçekte, And Dağları gibi belirli kuşaklar üzerinde yoğunlaşmıştır.

Yine de, yertekne kuramı genelde geniş kabul gördü ve bu benzetmelik Kuhn'cu anlamda[11] 'açıklığa kavuştukça', çok sayıda isim üredi. Amerika'da Charles Schuchert (1923) 'tekli-tekneleşmeler (İng.: monogeosynclines)', 'çoklu-tekneleşmeler (İng.: polygeosynclines)' ve 'ara-tekneleşmeler (İng.: mesogeosynclines)' adlarını ortaya attı. Alman Hans Stille (1936a, b, 1941) 'eugeosynclines (İng.)', 'miogeosynclines (İng.)' ve 'orthogeosynclines (İng.)' düşüncesi üzerinde çalıştı. Amerikalı Marshall Kay ([1951] 1963) daha da ileri gidip 'autogeosynclines (İng.)', 'zeugeosynclines (İng.)', 'exogeosynclines (İng.)', 'epieugeosynclines (İng.)' 'taphrogeosynclines (İng.), 'parageosynclines (İng.), 'paraliageosynclines (İng.)' ve 'deltageosynclines (İng.)' adlarını döktürdü! Bu terimler ya yerteknede bulunan malzeme çeşitlerine gönderme yapıyordu ya da bu malzemenin, duraylı, komşu kıtasal alanlarla ('kratonlarla'[12]) iliş-

ki(si/leri)ne ve tabakaların içinde biriktiği sanılan suyun derinliğine göre türetiliyordu. Bu terim bolluğu, tekneleşme benzetmeliğinin şöyle ya da böyle bunalıma düştüğünün -ya da 'didiklene didiklene' çökmekte olduğunun- göstergesiydi.

Amerika'da karşılaşılan durumlar bulmaca sayılırsa, Alp Dağları'nın koskoca bir çorba görünümü verdiği Avrupa'da durum tekneleşme kuramı açısından belki daha da karmaşıktı. Alpler bulmacasının çözümü için canla başla uğraşan kişi, konuyu *Entstehung der Alpen* [Alplerin Oluşumu] (1875) adlı yapıtında ele alan Viyanalı, ünlü yerbilimci Eduard Suess (1831-1914) oldu. Daha önce gördüğümüz gibi, von Buch'un kuramına göre dağlar, alttan sokulan magmanın, tabakaları bugünkü yüksekliklerini almaya zorlamasıyla meydana gelmiş kraterli yükseltilerdi. Heim'a göre ise, tersine, Alpler yanal bindirmelerin, ya da çaprazlama gelen etkiler arasında ezilmenin ürünüydü; sanki, karşılıklı ilerleyen iki kütle çarpışarak kocaman binmiş kıvrımlar ve aşmış kıvrımlar meydana getirmişti. Alplerdeki arazi kanıtlarının gösterdiği kadarıyla, dikine kabarma kuramı Suess'e daha az inandırıcı geliyordu.

Ama, Heim'in iki yandan kıskaca alma devinimi de tam doğru gibi görünmüyordu. İsviçre'de yapılan alan çalışmalarında elde edilen kanıtlar, ne denli karışık olursa olsun, 'tek yanlı' bir itekleme olduğunu düşündürüyordu. Alpler, kuzey yönlü genel bir devinim sonucu oluşmuştu sanki. Kıvrılmış ve (kimi durumda) ters dönmüş tabakalar, kuzeye doğru kıyıya vuran dalgalar gibi kırılmıştı, gerçekten de. Ama, 1840'larda Apalaş Dağları konusunda yazan Rogers kardeşlerin tersine, Suess ani yıkımcıl bir devinim geçirildiği kanısında değildi; daha çok, usul usul oluşmuş 'dalgalar' ya da kıvrılmalara bağlı tektonik biçim ve duruş bozulması geçirmenin yanı sıra, başkalaşıma uğramıştı kayalar. Bunca akıl almaz devinim, iyimser bir bakışla, büzülme kuramı çerçevesinde, 'elma benzetmeliği' uyarınca açıklanmaktaydı.

Suess meslek yaşamının sonlarında, 1878'den 1904'e değin, yer bilgilerini genel bir bireşime kavuşturmayı amaçlayan ağır

bir bütünleyici çalışmanın altına girdi ve kapsayıcı bir yerküre kuramı ileri sürmeye çalıştı: Sonuçta *Das Antlitz der Erde* adlı büyük yapıt ortaya çıktı (Suess, 1883-1909, 1904-1924). Yazar okuyucuyu, yerkabuğu biçimleri üzerinde, özellikle kıtaların ve okyanusların (ki, örneğin Lyell kuramına göre, oldukça rastlantısaldı okyanuslar) biçimleri ve sıradağların doğası üzerinde düşünmeye çağırıyordu. Ardından hâlâ, gerilimlerin boşalması sırasında yanal ya da yatay devinimler doğurduğuna inandığı büzülme kuramından yararlanmayı sürdürerek, Suess 'yerkürenin yüzünün' nasıl biçimlendiğine ilişkin kendi ince ayrıntılı kuramını geliştirmeye girişiyordu. Özellikle üzerinde durduğu konu, Lyell'in 'yo-yo' kuramına göre yerkabuğunun değişik bölümlerinin (bir aşağı bir yukarı) yükselip alçaldığı görüşünün yetersizliğini göstermekti.

Suess'in kuramının özünü oluşturan düşünce (1904-24, cilt 1: 138, cilt 4: 622-3) yerkabuğunda büzülmenin çökmeye yol açabileceği, çökmenin de kimi durumlarda yanal ya da teğet kuvvetler doğuracağıydı. Sıradağlar, çökmeden kalabilmiş bölümler olmalıydı, ya da yanal devinimler sonucu oluşmuş olmalıydı; yoksa, Hutton ya da von Buch'un kuramlarında açıklandığı gibi malzemenin dikine devinimi sonucu değil. Model şöyle canlandırılabilirdi: Yerkürenin içindeki erimiş kızgın hamur soğudukça büzülecek ve yerkabuğunun katı bölümünden bir parça, altındaki boşluğa göçebilecekti. Böylesi bir durumda, yerkabuğunun göçmemiş bölümlerinden göçmüş bölüme doğru etki yapan yanal kuvvetler olacaktı ve bunlar, büyük sıradağları oluşturan bindirmelere yol açacaktı. Örneğin Almanya'nın Kara Orman gibi kimi bölgeleri, göçmüş bir bölgede göçmeyip ayakta kalmış bir alana karşılık sayılabilirdi. Ve bu bölge batarken, Alpler bölgesinden kuzeye doğru yayılan malzeme, çökmekte olan 'ön-alan' tabakalarını aşarak sıradağlar oluştururdu. Yine, çökme meydana gelebilecek Akdeniz ve Adriyatik Denizi gibi 'arka-alan'larda da, büyük magma etkinliğine ve lav püskürmelerine yol açabilirdi.

Benzer bir biçimde, Karpat Dağları da Rusya ön-alanına bindirme yapmış gibi düşünülebilirdi. Oysa Asya'ya gelince, örneğin Çin'in güneyindeki Yunnan Dağları'nda görülebileceği üzere, yanal basıncın genel yönü kuzeyden güneye doğruydu. Demek ki, Avrupa'da kuzeye doğru bir ilerleme vardı; öte yandan Avrasya'da durum bunun tersiydi. Her iki yönde de model, büzülme, çökme ve teğet kuvvetlere dayanıyordu.

Bir Lyell yandaşı olmasına bakarak, Suess'in yükselme olayını yanardağ etkinliğine bağlaması beklenirdi (Darwin'in Güney Amerika'da yaptığı gibi). Buna karşı çıkan Suess, çokça yanardağ etkinliğinin olduğu Akdeniz'de, genel bir yükselme ya da çökme olayına ilişkin tarihsel kanıt bulunmadığını savlıyordu. Böylece Lyell kuramı bir kez daha reddedilmiş oluyordu.[13]

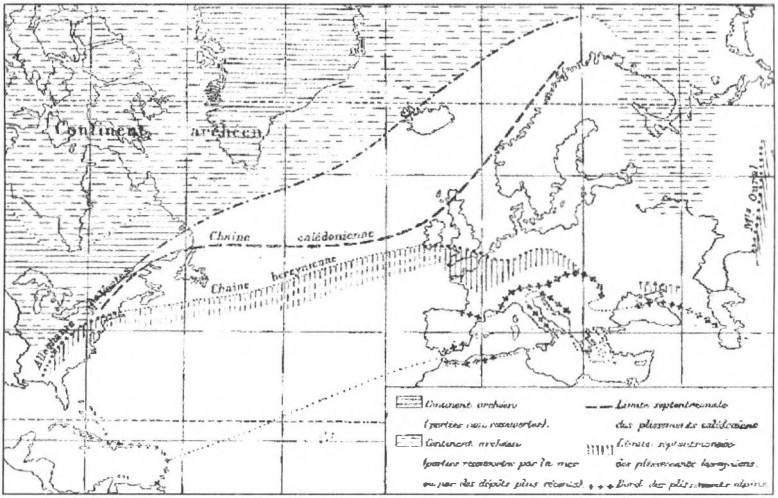
Suess'in kuramının önemli bir niteliği, yerin (tektonik) yapısına ilişkin kuramını, tabakabilimsel kütüğün ortaya koyduğu yeryuvarlağı tarihine bağlama girişimiydi. Önerisi şuydu: Okyanus tabanının bir bölümünün göçmesi, deniz sularının karalardan çekilmesini (dünya çapında alçalmasını) doğuracaktı. Ama bu durum, artarak açıkta kalan kara parçalarında aşınmayı canlandıracaktı; ve bunun getireceği tortul bolluğu, okyanusların dolmasına ve deniz sularının karaya doğru ilerlemesine yol açacaktı. Yerkürenin daha da büzülmesiyle, onu izleyecek bir başka çökme olayı, bu uzun erimli süreçte bir yeni çevrime daha yol açacaktı. Kuram, tekdüzenlilikçi (ya da tedricilik yanlısı) kavramlar ile ani yıkımcı havadaki kavramlardan oluşan bir bireşim sunuyordu. Ayrıca, yer yapısı kuramı ile, tabakabilimsel kütüğe dayalı yerküre tarihinin birbirine bağlanmasına olanak tanıyordu. Elie de Beaumont'un da en büyük amacı bu olmuştu. Ve dönüp dolaşıp yine çevrim içeren bir kurama geliyorduk.

Böylece Suess, dünyanın her yanında tabakalar arası bağlılaşımın insanı şaşırtacak denli çok durumda uygulama alanı bulmasının nedenini açıklayan güçlü bir varsayım ileri sürmüş oluyordu.[14] Bunu, deniz düzeyinin dünya çapında alçalıp yüksel-

meleriyle eş zamanlı olarak, yeryuvarlağının her yerinde ortaya çıkan tortul birikmeli ya da birikmesiz dönemlere bağlıyordu (Suess, 1906: 535) ve Jura, Kretase vb. çeşitli yerbilim dizgelerine dünyanın her yerinde niçin rastlanabileceğini genel bir biçimde açıklıyordu. Yer yapısı (/tektonik) ile tabaka bilgilerini (/stratigrafi'yi) birbiriyle böylece ilişkilendirme peşinde olan Suess (1888: 680, 1906: 538), (buz tabakalarının erimesi, tortulanma gibi olaylara bağlı olarak deniz düzeyinde meydana gelen yükselip alçalmalar anlamına gelen -ç.n.) yeni bir terimin de isim babalığını yaptı: 'östatik devinim'. Günümüzde sözünü ettiğimiz 'östazi' kavramı buradan geliyor.[15]

Deniz düzeyinde yükselip alçalmalar düşüncesi,[16] okyanus sularının kutuplardaki buz takkelerinde bağlı olabileceği görüşünden yola çıkan buzul kuramının geliştirilmesi dolayısıyla on dokuzuncu yüzyılda zaten ortaya atılmıştı (bkz. s. 225-226). Ama Suess'in kuramı, kapsamı bakımından buzullara bağlı yükselip alçalmaları aşıyordu. Doğru olduğu kanıtlanırsa, tabakabilimsel dikme kesitin, hiç değilse Kambriyen'den sonrasının, genel özelliklerine ışık tutabilirdi. Düşüncesinin, onu izleyenlerce nasıl geliştirildiğini aşağıda göreceğiz.

1887 yılında, Fransız yerbilimci Marcel Bertrand (1847-1907) Avrupa'nın birkaç belirgin dağ oluşumu evresi geçirdiğinin kanıtları üzerine eğildi: 'Kaledoniyen' (Siluriyen devri -ç.n.), 'Hersiniyen' (Permiyen ve Karbonifer devirleri -ç.n.) ve 'Alpin' (Jura'dan Tersiyer sonuna değin -ç.n.) (Bertrand, 1886-7);[17] ayrıca, Çizim 8.2'de gösterildiği gibi, Atlantik'in iki yakasındaki belli başlı dağ oluşum evreleri arasında ilişki kurmayı denedi. Gözleneceği üzere, bu çizimde (çok kabaca söylemek gerekirse) dağ uzantıları iki eğilimden birine giriyor: Doğu-batı yönünde uzanan sıradağlar, bir de kuzey-güney yönünde uzanan sıradağlar. Beş yıl sonra Bertrand (1892), Elie de Beaumont'unkini andıran bir kuramla çıkageldi. Ama, Bertrand'a göre, sıradağlar bir *pentagonaller ağı* değil, bir *ortogonaller ağı* oluşturuyordu. Bertrand, bu düş ürünü görüşten kısa sürede

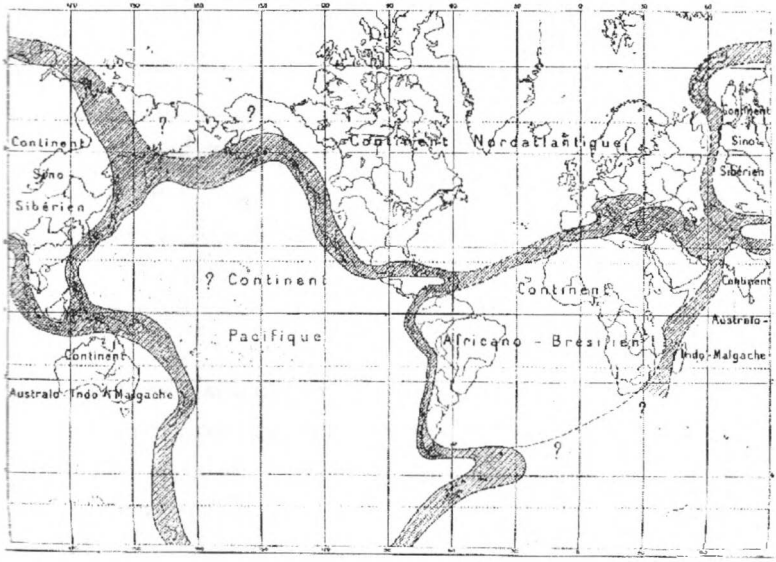


Çizim 8.2 Marcel Bertrand'a göre çeşitli dağ zinciri dizgeleri (1886-7: 442)

caydı. Kendi çizimlerinin bile yalanladığı (örneğin Çizim 8.2) bu görüşten cayması, ünü bakımından iyi oldu belki de...[18]

Bununla birlikte başka yerbilimciler, öncülüğünü von Humboldt'un yaptığı dağ oluşum doğrultuları (ya da kıvrım kuşakları) arasında kıtalar arası bağlantılar kurmak düşüncesinin arkasını bırakmadı. Örneğin Alsaslı ünlü yerbilimci Emile Haug (1861-1927), Amerikalı yerteknecilerle Suess ve Bertrand gibi Avrupalı yerbilimcilerin görüşlerinin karması olan bir tür melez yerküre resmi çizmek istedi. Dana (1873b: 171) kıyılardan açıkta peşpeşe yertekneler oluştukça, kıtaların usul usul 'genişlediğini' düşünüyordu (kıyı boyunca büyüme). Haug (1900) bu tür düşünceleri Suess'inkilerle birleştirerek, dağ oluşum dönemleri ile denizel çevrimler ve dolayısıyla tabakabilimsel kütük arasında bağlantı kurmak istiyordu; ama, Suess'ten ayrılan yanı, eski Lyellcilerin sözünü ettiği türden alçalıp yükselmeler düşüncesini desteklemesiydi.

Traité de géologie adlı büyük yapıtında Haug (1907-11, cilt1: 157), sığ deniz birikimleri ile derin deniz birikimlerini birbirinden ayırmıştır. Sığ deniz tortulanmalarının çoğunlukla görece ince ve değişken bileşimli olmasına karşın, derin deniz tortulan-



Çizim 8.3 Emile Haug'a göre, İkinci Zaman'da (Mezozoik) yertekneler ile kıtasal alanların yerleşim düzeni (1907-11, cilt 1: 162). (British Library'nin izniyle)

malarının kalın ve tekdüzenli olduğunu belirlemiştir. Yertekne tortulanmaları ise (kendi tanımıyla) derin deniz tortulanmalarına girmektedir. Hall'ın yolundan giden Haug, dağlık kıvrımlı bölgelerin kalın ve bir örnek malzemeden oluştuğuna parmak bastı. Bu genellemeden yararlanarak, İkinci Zaman (Mezozoik) tekne tortulanmalarının dağılımını bir dünya haritası üzerinde sergiledi (bkz. Çizim 8.3[19]) ve kıvrılma-kırılma kuşakları ile tortulanma kuşakları arasında bir örtüşme olduğunu saptadı (*a.g.y.*: 164).

Çizim 8.3'te görüleceği üzere, Haug İkinci Zaman'da (Mezozoik) karaların yaygın olduğu bir dünyanın var olduğunu öne sürüyordu. Bugünkü Atlantik Okyanusu bölgesini karşıdan karşıya geçen bir hendek boyunca tortulanma meydana geldiğini düşünüyordu. Aslına bakılırsa, günümüzdeki okyanus alanlarını, görece yakınlarda meydana gelmiş büyük bir yerbilimsel olay sonunda kıtaların birbirinden kopmasına bağlıyordu. Suess gibi o da, bugünkü Akdeniz ve Karaib bölgelerini bağlayan

oldukça dar bir denizin ('Tetis') var olmuş bulunduğunu düşünüyordu. Kıtalar yükselebilirdi; bu durumda tortullar daha çok 8.3 no'lu çizim üzerindeki taranmış bölgelerde birikecekti; ya da kıtalar alçalabilirdi, o zaman da deniz suları karalara doğru ilerleyecek ve kıtalar sığ deniz tortulanmalarına sahne olacaktı. Kuram, görece duraylı kıta sahanlıklarının varlığını öngörüyordu; karşılıklı kıta sahanlıklarını birbirinden ayıran, oldukça dar, yerbilimsel bakımdan etkin, devingen kuşaklar, derin deniz tortullarının biriktiği teknelerdi.

Haug yanal devinimler düşüncesini yaymada etkin bir rol almadıysa da, kuramında yanal devinime yer verdi. Kıtalar yükselince, tekne görevi yapan aralarındaki yarmalarda, büyük kalınlıkta tortulların birikebileceği boşluklar doğacağını düşünüyordu. Tersine, kıtalar alçaldığında, tekne tabanına aşağıdan gelen baskıyla yükselen tortullar, yeni sıradağlar oluşturacak denli sıkışıp kıvrımlanacaktı. Burada, doğal olarak bir 'tavuk mu yumurtadan, yumurta mı tavuktan' sorunu vardı. Devingen kuşaklardaki sonuçları doğuran, kıtaların devinmesi miydi? Yoksa, kıta kütlelerini yerinden oynatan, kuşaklardaki etkinlik miydi? Önceki dönemde Hall ve Dana arasındaki tartışmanın konusu olan bu sorun, yertekne kuramcılarının eski sorunuydu.

Haug bir bakıma, 'durağanlık yanlısı' idi: Kıtalar ile kıtalar arasındaki devingen yertekne kuşakları, ona göre uzun devirlerden beri durağandı. Yine de, çiziminin genel çizgileriyle, sonradan gelecek olan tabla tektoniği kuramcılarınınkiyle (bkz. XI. Bölüm) olağanüstü benzerlik içinde olduğu gözden kaçırılmamalıdır.

Ama bu, Haug'ı kıtaların kayması kuramının öncüsü olarak görmemiz gerektiği anlamına gelmez. Tersine, durağanlık yanlıları da, devingenlik yanlıları da aynı olayları açıklama çabası içindeydiler. Aynı deneysel olguları farklı yollardan açıklamaya olanak verecek değişik kuramlar tasarlanabilirdi. Burada vurgulanması gereken, artık Haug'ın buruşuk-elma kuramına sırtını dönmekte olduğuydu.

Greene'nin (1982, Bölüm 10) sergilemiş bulunduğu gibi, büzülen-yerküre kuramının sorgulanmaya başlamasının niçin Haug'ın kuramını geliştirdiği sıralara rastladığının, daha önce sözü edilen genel değerlendirmelerin oldukça dışında, haklı nedenleri vardı. Büzülen-yerküre kuramından niçin kuşku duyulduğunu göstermek için, on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında ortaya atılan görüşlerin bazılarını ele alalım. On dokuzuncu yüzyıl sömürgeciliğinin başlıca bilimsel çabalarından biri, Tüm Hindistan Haritası çalışmalarıydı.[20] Fakat, bu çalışmalarda hiç beklenmedik bir kuraldışılık ortaya çıktı: Kalianpur kenti ile 375 mil kuzeyindeki Kaliana kentinin uzaklığı -gökbilimsel yöntemler, ya da standart yer ölçme tekniklerinin kullanılmasına bağlı olarak- değişik çıkıyordu.[21] Bir açıklama, Cambridge eğitimli yaman bir matematikçi (üstün başarı sınavında üçüncülük onur payesi sahibi) ve Kalküta Başdiyakozu J. H. Pratt'tan (1809-71) geldi (Pratt, 1855). Ona göre, çelişkinin nedeni gökbilimsel yöntemin içerdiği bir yanlışlıktı: Yanlışlık, hesaplamalarda kullanılan çekülün uçundaki kurşun ağırlığı, yakındaki Himalayaların çekmesinden kaynaklanıyordu.

Pratt'ın bu sorun üstüne düşünceleri, İngiliz Kraliyet Gökbilimcisi G. B. Airy'nin (1801-92) ilgisini çekti. Airy o ara, Cordier'nin kuramı uyarınca (s. 162), yerkürenin içinin sıvı, dışının oldukça ince bir kabuktan oluşması durumunda, sıradağlarda hangi statik kuvvetlerin etkili olacağı üstüne kafa yormaya başlamıştı. Himalayalar gibi büyük sıradağların varlığı, bu modele aykırı gibi görünüyordu. Aşağıdan yukarıya doğru etki yapan bir kaldırıcı kuvvet olmadığı sürece, Himalayaların alttaki sıvının içine çökmesi gerekirdi. Airy'e (1855) göre bu zorluğu aşmanın yolu, sıradağların bir bakıma buzdağları gibi olduğunu düşünmekti. Magma üstünde yüzmekteydiler; ama, sıradağların altında, deniz düzeyinin üstünde görünenden kat kat çok katı kaya vardı: Sanki sıradağların 'kökleri' gibi...

Ardından, 1870'lerde, İngiliz yerfizikçi, din adamı Reverend Osmond Fisher (1817-1914) (İngiltere'de Harlton'ın Rektörü,

Londra King's College yönetim kurulu üyesi, Cambridge Jesus College eski yönetim kurulu üyesi) büzülme kuramına karşı çıkan önemli savlar geliştirdi. Lord Kelvin'in usul usul soğuma kuramına göre yerkabuğunda meydana gelmesi beklenen kısalma (/çekme) miktarı, yeryuvarlağının dörtbir yanında görülen kıvrılmaların tümünü açıklamaya yetmiyordu. Fisher şöyle bir saptama yaptı: Denizlerin tabanında bulunduğu bilinen koyu renkli, bazalt benzeri kayalar, çoğunlukla dağlarda bulunan, silis içeriği zengin, açık renk granitlerden daha yoğundu. Öyleyse, koyu ve açık renkli, billurlaşmış kayaların birbirine göre yüksekte ya da alçakta oluşlarını, Airy'nin kuramı kapsamında anlamak olasılığı vardı. Başka bir deyişle, Fisher sıradağların tabanında yerkabuğunun altındaki sıvıya dalmış 'kökleri' olduğu genel ilkesini kabul ediyordu. *Physics of the Earth's Crust* adlı yapıtında (Fisher, 1881), yerkürenin içindeki sıvıda konveksiyon akıntıları olduğu düşüncesini ortaya attı: Erimiş kaya okyanusların tabanında yükselirken, kıtaların tabanında inişe geçiyordu. Ama, Fisher, Cordier gibi yerkürenin içinin büyük bölümünün sıvı olduğu kanısında değildi. Fisher'in modeli -Kelvin fiziğiyle uyum içinde- yerkürenin derinliklerinin büyük bölümünü katı sayan bir model olmakla birlikte, yerkabuğunun altında oldukça ince bir akıcı tabakaya yer veriyordu.

Fisher'in düşünceleri, ünü daha yaygın Amerikalı yerbilimci Clarence Dutton'ca (1841-1912) onaylanarak ele alındı. Dutton izostazi (ya da 'denklik durumu')[22] terimini ortaya atan ve kavramı büyük ölçüde işleyen kişiydi (Dutton, 1871, 1892). Bileşiminin türdeş olması durumunda, topaç gibi dönen bir yerkürenin karnı şiş, tepesi basık bir küremsi olması beklenebilirdi; ama, türdeş olmaması durumunda kabuğun daha yoğun olduğu yerlerde çukurluklar, daha az yoğun olduğu yerlerde balonlanmalar olacaktı. Böylelikle, izostatik dengenin (yerkabuğunun büyük blokları arasındaki denge durumunun -ç.n.) kurulmuş olması beklenebilirdi. İzostatik denge eğer herhangi bir nedenle bozulmuşsa; o zaman da, denkleşmeye doğru gidiş

beklenebilirdi. Genellikle, yerkürenin yüzeyinde maddenin hafif olduğu yerlerde çıkıntılar, ağır olduğu yerlerde girintiler bulunacaktı.

Fisher gibi Dutton da, buruşan yerküre kuramının yerkabuğunda görünen sayısız kıvrımları açıklamaya yetmeyeceğini savlıyordu. Yanal kuvvetlerin kanıtlarına rastlanan Apalaş Dağları yine sorun yaratıyordu. Ama, izostatik dengenin aşınma ve birikme yüzünden sürekli bozulduğu varsayılırsa, gözlemler bir anlam kazanabilirdi. Kıtaların kıyıları tortul birikimine sahne oluyordu ve böylelikle ağırlaşıyor ve batma eğilimi gösteriyordu; oysa, kıtaların yüksek bölgeleri aşınmaya uğrayarak hafifliyor ve yükselme eğilimi gösteriyordu. Tekneleşme olgusuna böylece bir açıklama getiren Dutton'ın bakış açısı, Dana'dan çok Hall'ın görüşlerine yakındı. Ama, büyük kıta kütlelerinin niçin tümden yükseldiği ya da Apalaşların kıvrımlı yapısına ilişkin doyurucu bir açıklaması yoktu Dutton'ın.

Doğaldır ki, izostazi ve büzülme/soğuma öğretilerinin ille de birbirleriyle ters düşmesi gerekmiyordu ve her iki varsayımı birleştirmeye uğraşacak yerbilimcilere engel olan yoktu. Bailey Willis (1857-1949) 'Apalaşların yapısını doğuran kuvvetlerin işleyişi' başlıklı makalesinde bu yolu izledi (Willis, 1893). İzostatik denkleşme dolayısıyla yükselen malzemenin yeri, bitişikteki okyanussal kabuğun altına düşen bölgelerden akışkan malzeme akımıyla doldurulabilirdi. Ve kıtasal bölgelere doğru ilerleme sürecinde bu malzeme kolaylıkla kıvrımlı, kat kat bir durum alabilirdi. Bu derleme kuramın açıklamayı kolaylaştırıcı özellikleri vardı; ama çoğunluğun dikkatini çekmedi ve genel kabul görmedi. Yine de, büzülme kuramının boğuşmakta olduğu zorluklara parmak basmaktan geri durmadı. Eğer büzülme kuramı bir tür Kuhn tipi benzetmelik gibi görülürse; o zaman Willis'in kuramı, benzetmeliğin 'bunalım'a girmesi üzerine ileri sürülmüş varsayımlara örnek görevi yapabilirdi. Willis kuramı on dokuzuncu yüzyılın son yirmi yılında ve yirminci yüzyılın başlarında, dağ sıralarının oluşumunu ve yapısını açıklamak üzere orta-

ya atılmış birkaç varsayımdan biriydi. Bu varsayımların hiçbiri bütünüyle inandırıcı olamadı.

Yirminci yüzyılın başlarında Amerikalı yerbilimciler arasında en yüksek konum ve saygınlıktaki kişi büyük olasılıkla Thomas C. Chamberlin'di (1843-1928). Önce A.B.D. Haritacılık Dairesi'nde çalışan Chamberlin, daha sonra Wisconsin Üniversitesi Rektörü oldu ve meslek yaşamını Chicago Üniversitesi Yerbilim Bölümü Başkanı'yken tamamladı.[23] Onun yerkürenin kökenine ilişkin büyük önem taşıyan düşüncelerini XII. Bölüm'de ele alacağız; ama, burada östazi ve tortulanma süreçleri üzerinde yerkabuğu devinimlerinin etkisine (diyastrofik denet) ilişkin düşüncelerine ve dolayısıyla tabakabilimsel bağlılaşım konusuna eğileceğiz (Chamberlin, 1898a, 1909).[24] Bu düşünceler, yirminci yüzyılın ilk yarısında önem kazanan yerkürenin 'nabzı kuramları'nın ilk örneklerindendi.

Chamberlin'in devirli (/yinelenen) ya da çevrimsel (/periyodik) yerbilim olaylarına ilgi duyması (meslek yaşamının başlarında Wisconsin'de karşılaştığı) buzullaşma olgusuna duyduğu ilginin sonucuydu. Yerkürenin tarihinde 'nabız atışları' gibi düzenli 'in-çık'lar olduğuna inanıyordu: Dağ oluşturan büyük devinimler ve araya giren görece dingin dönemler çevrimli olarak geliyordu. Devinimli yükselme döneminde deniz hızla çekilirken, aşınan kara kütlelerinin yavaş yavaş düzlendiği dingin dönemde (jeomorfologların deyimiyle, akarsular taban düzeyini bulmak üzere yataklarını kazdıkça) denizler yavaş yavaş karalara doğru ilerliyordu. Oysa, (Amerika'da yaygın görüş uyarınca) okyanus ve kara alanlarının genel değişmezliği söz konusuydu.

Aşınma ve yatak kazma süreçlerinin anlaşılmayacak bir yanı yoktu. Ama, karaların yükselmesinin nedeni ya da nedenlerine ilişkin sürüp gelen eski soru yanıtlanmayı bekliyordu. Chamberlin'e göre, (Aristoteles'çi deyimle) 'güdüleyici neden' hâlâ büzülme/buruşmaydı; ama bu daha çok okyanus havzalarına özgüydü. Buna göre, okyanuslarda çökme olunca (okyanuslardaki tortul yığılmasının da 'iteklemesiyle') yoğunluğu daha az

olan kıta kütleleri, yukarı doğru zorlanacaktı, Dutton'ın izostazi ilkesi uyarınca. Öyleyse dağ oluşumu, okyanussal kütleler ile karasal kütleler arasında meydana gelen devinimlerin, dev boyutlu bir doğal sonucuydu. Chamberlin'in yerküresi, çekirdeğine değin baştan ayağa katıydı; o nedenle, yerkabuğu kütlelerinin içine batabileceği akışkan iç bölümden yoksundu.

Her ne kadar kuram, bir yandan Suess ve Haug gibi Avrupalı kişilerin düşünceleriyle ortak yanlar taşımakta, öte yandan Dutton'ın dengede yüzme (izostazi) kavramında olduğu gibi Amerika kaynaklı kuramdan yararlanmakta idiyse de, sonunda kökü (XII. Bölüm'de üzerinde duracağımız) Chamberlin'in yerkürenin kökeni üstüne düşüncelerine dayanıyordu. Sırası gelmişken söyleyelim: Avrupa kıtasından Suess ve Haug, 'Amerikalıların' dengede yüzme kuramına oldukça soğuk bakıyorlardı.

Chamberlin'in kuramı, o sıralar kısaca şöyleydi: Kıtaların, sanki alttan 'takozlanmış' gibi, izostatik denge düzeyini aşan yükselmelerine bağlı olarak, okyanus tabanlarında devirli aralıklarla batmalar oluyordu. Deniz düzeyinde, ister istemez bir alçalmaya neden olacak böyle bir dönemin ardından, kıtalarda aşınma ve okyanus çanaklarında tortulanma meydana gelecekti. Tortulanma, deniz düzeyinin yükselmesine yol açacaktı. İzostatik denge düzeyini sağlamak üzere yukarı doğru takozlanmanın ardından, kıtalardaki küçük miktarlardaki düşmenin de deniz düzeyinin yükselmesine katkısı olacaktı.

Böylece dönemsel deniz çekilmeleri ve baskınları meydana gelecekti ve bunlar tabakabilimsel dikme kesitin ana yerbilimsel dizgelerini doğuracaktı; çünkü, bir okyanus çanağının çökmesi durumunda deniz düzeyinde oldukça hızlı meydana gelebilen değişmeler, hızla değişen yaşama ortamları dolayısıyla canlı organizmaların zor zamanlar geçirmesine neden olacaktı. Dolayısıyla, kayalarda zaman zaman kanıtlarına rastladığımız büyük biyolojik değişimler görmeyi bekleyebilirdik. Böylelikle, tabakabilimsel dikme kesite ilişkin kuramsal bir temel -dünyanın dörtbir yanında görüldüğü bilinen uymazlıklar için bir neden-

sellik bağı ve tabaka bilgilerinin bağlılaşımı için gerekli temel-ortaya konmuş olacaktı.

Yirminci yüzyılda, bu kuramın ardı sıra yayımlanmış başka çeşitli ilginç 'nabız kuramları' arasında Barrell (1917) ile Haarmann'ın (1930) kuramları sayılabilir. Bu noktada önce, eski tekneleşme kuramının içerdiği düğümü çözmeyi deneyen, Harvardlı jeofizikçi David Griggs'in (1939) ortaya attığı ilginç bir modele göz atabiliriz. Ardından, geleneksel tabakabilim ile daha yakından ilişkili bir kuramı inceleyeceğiz (Grabau, 1940).

1970'lerde tabla tektoniği kuramının 'yengi' kazanmasından önce (bkz. XI. Bölüm), tekneleşmenin ve dağ oluşumu dönemlerinin nedenlerini açıklamak için yerbilimcilerin elinde bulunan en ilginç düşünce, yerin altındaki konveksiyon akıntıları kuramıydı. Griggs bu alanda mekanik modeller yardımıyla kuramsal çalışmalar yaptı. (Ama, yerkürenin içinde büyük konveksiyon akıntılarının varlığını daha 1839'da ortaya atan William Hopkins olmuştu.)

Griggs şunu gösterdi: Elimize dikdörtgen çerçeve biçiminde kapalı bir boru alsak ve dik durumda tutsak; içi silme sıvı dolu borunun üstteki yatay kolunu soğutsak, alttaki yatay kolunu ısıtsak ve dik kollardan birinde sıvıyı yukarı bırakan ama geri bırakmayan tek-yönlü bir vana bulunsa, o zaman dizge çevrimsel akmalar sergileyecektir. Vananın orada bulunmaması durumunda, yatay alt kola sağlanan ısı miktarının sabit tutulmasına karşın, dolaşım süratlenerek en yüksek hıza ulaştıktan sonra yavaşlayacaktır; çünkü, ısınmış olan sıvının yukarı doğru ilerlemesi hızlı olursa, soğuma bölgesinden öteye geçip gidebilir; o zaman, sıcak sıvı alttaki yatay kola doğru sürük!enmiş olacaktır. Ayrıca, soğutulmuş sıvı ısınma olanağı bulamadan da alt yatay koldaki ısıtıcıdan geçebilir. Böyleyken bile, bir süre sonra - birkaç dolaşım sonra- düzenli bir akma (yer değiştirme) hızına erişilecektir. Ama bir vana yerleştirdiğimizde, işler değişik olur. Vanayı açmaya yetecek denli akma kuvveti toplanmadan, akım başlamaz. Vana açıldığında, kısa bir süre için hızlı devinim olur.

Ama yer değiştirmeyi sağlayan kuvvet azaldıkça akma yavaşlar ve kuvvet vanayı açık tutamayacak denli azalınca durur. Ardından, bir süre sonra, üstle alt arasında yeniden ısı farkı oluşur ve akım yeniden başlar.

Buraya dek herşey yolunda... Griggs'in yaratıcılık dolu önerisinde vana, yerkürenin içindeki yoğrumlu (/plastik) malzemenin davranışına karşılık gelsin diye konmuştu: Yoğrumlu malzeme de, belirli bir eşik kuvvete ulaşmadan akmaya başlamıyordu. Öyleyse Griggs'in bu yalın düzeneği, yerkürenin gövdesi içinde aralıklarla eyleme geçen konveksiyon akıntıları için bir model görevi yapabilirdi. Böylece dağ oluşturan devinimlerin dönemsel mahiyetini anlamaya olanak verecek bir modele ulaşılmış olabilirdi.

Griggs daha sonra yerkürenin içindeki konveksiyon akıntılarının etkilerini incelemek üzere bir başka düzenek kurmayı denedi. Yerkürenin üst mantosu (bkz. s. 495) yerine geçsin diyerek (daha yoğun olması nedeniyle) bir kazan dolusu gliserin; dıştaki katı-taş kabuk yerine ise (yoğunluğu daha az olan) yağ ve bıçkı tozu karışımı kullandı. Gliserin içindeki akıntılar, ısı farkı yoluyla değil de, altta bulunan sıvıdaki yatay eksenli tamburları döndürerek, mekanik yoldan elde edildi. Tamburlar birbirine ters yönde çevrildiği zaman, 'kabuğun' bir 'tekne' biçiminde tamburların arasına doğru sürüklenerek kavis aldığı görülüyordu. Tamburlar durdurulunca, yüzer 'kabuk' malzemesi (yağ ve bıçkı tozu) yeniden yükseliyor -hatta genel kabuk düzeyini de aşacak biçimde yaylanıp- yana devriliyordu.

Böylece model kendisinden bekleneni tümüyle yerine getirmiş oluyordu. Yerkürenin içinde (ancak belirli bir kuvveti gördüğü zaman akmaya başlayan bir malzeme içinde) sıcaklığın güdülediği dönemsel konveksiyon akıntıları, bir konveksiyon hücresinin alta doğru inen kolunda aşağıya yaylanma dönemleri doğurabilir ve tekneleşen bu bölgede tortulların birikmesine olanak sağlardı. Ama bu aşağı yaylanma zamanla yavaşlar ve onu, konveksiyon akıntılarının geçici bir süre durmasının ardından, yüzdürme et-

kisi nedeniyle yükselme izleyebilirdi; ve dağlık bölgelerdeki yanal 'bindirme' devinimleri de böylelikle açıklanabilirdi.

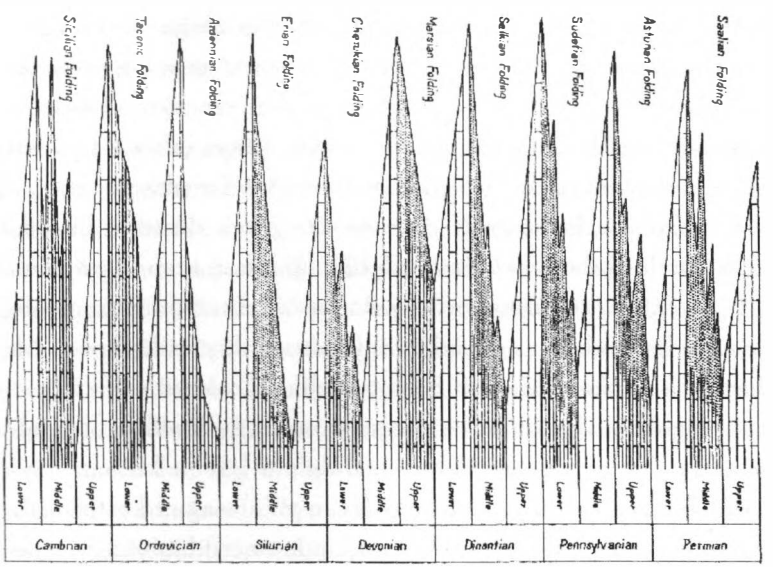
Şimdi sıra Amerikalı yerbilimci Amadeus Grabau'nun (1870-1946) büyüleyici çalışmalarını ele almaya geldi. Meslek yaşamının erken döneminde Colombia Üniversitesi'nde ders veren Grabau, 1920'den sonra Pekin Üniversitesi'nde profesörlük yaptı. Çin'de geçirdiği yıllarda sağlık durumu arazide çalışmasını engelledi. Düşünsel anlamda yalıtılmış olmasına karşın, yerküre üstüne gözüpek ve emek ürünü bir kuram geliştirdi. Çalışmalarının doruk noktasını, *The Rhythm of the Ages* (Çağların Temposu) adıyla yayımladığı büyük araştırması oluşturdu (Grabau, [1940] 1978).

Grabau Amerika'da geçirdiği ilk yıllarda, A.B.D. Haritacılık Dairesi'nden E. O. Ulrich ile tortulbilim sorunları dolayısıyla takıştı: amacı, Alman tortulbilimci Johannes Walther'in (1893-4, cilt 3: 979) 'fasiyes[25] göçü (tortulanma ortamının yer değiştirmesi)' kavramından[26] yararlanmaktı; oysa, Ulrich (1911) bu kavramın tabakalar arasında bağlılaşımı neredeyse işlemez duruma getirdiğine ve yerbilimsel zaman birimlerinin Walther'in ilkesiyle doğrudan ilişkilendirilemeyecek denli kaba belirlemeler olduğuna inanıyordu. Johnson'un (1992) belirttiği gibi, son çözümlemede tartışmanın konusu şuydu: Tabakalar arası bağlılaşımda belirleyici olan yörel-bölgesel boyutta yer devinimleri miydi; yoksa, (Chamberlin'in düşündüğü gibi) dünyanın dörtbir yanında birden deniz yüzünün karaya göre alçalıp yükselmelerinden kaynaklanan, küresel ölçekli olaylar mı vardı?

Çin'e göçerek, tabakabilim alanındaki veri tabanını genişleten Grabau, değişik ülkelerin tabaka verilerinden yola çıkarak, dünya çapında deniz düzeyi değişmelerinin kanıtlarını ortaya çıkarabileceğine (ya da kestirebileceğine) inanıyordu. Okyanus tabanının yükseldiği ve alçaldığı dönemler olduğunu ve buna bağlı olarak okyanus sularının ilerlediğini ve gerilediğini düşünüyordu. Ona göre, bu değişimlerle, büyük yerbilim dizgeleri arasında bağlantı kurulabilirdi. 1933 yılında Washington'da topla-

nan 16. Uluslararası Yerbilimi Kongresi'nde Grabau düşüncelerini, ilerde çok ünlenecek bir makaleyle açıkladı: 'Salınımlar ya da yerkürenin elektrokardiyogramı' (Grabau, 1936). Bu makaleden alınmış olan Çizim 8.4, Paleozoik tabakalara bakarak deniz basmaları ve çekilmelerini nasıl kafasında canlandırdığını gösteriyor. Bu çizim, öyle yoklama kuyuları kazmak gibi basit bir yoldan hazırlanmamıştı. Tabakabilim üzerine yazılmış sonu gelmez miktarda yazın ürünü okunarak üretilmişti, ve Çin'de Grabau'nun gözetiminde öğrencilerin topladığı verilere dayandırılmıştı. Eğer doğruysa, çizim, deniz yüzü düzeyinin dünya çapında alçalıp yükselmelerine bağlı olarak sürüp gelen biriktirme ve aşınma çevrimleri düşüncesini kesin olarak destekliyordu.

8.4 no'lu çizimin ortaya attığı östatik (yerkabuğunun büyük blokları arasındaki denge durumu -ç.n.) değişimlerin nedeni sayılabilecek okyanus tabanı devinimlerini açıklamak için Grabau, İrlandalı yerbilimci, Dublin Trinity College bünyesinden John Joly'nin (1857-1933) geliştirdiği düşüncelere başvurdu. Joly, yerkürenin bedeninde meydana gelen ışınetkin (/radyoak-



Çizim 8.4 Amadeus Grabau'nun nabız atışları kuramını gösterir şekil (Grabau, 1936: 551).

tif) değişimlerin, ısı üreten etkilerini araştırmıştı (Joly, 1909, 1925). Gerçekten de, Grabau'nun (deniz düzeyindeki değişimlerin nedeni olduğuna inandığı) yerküre devinimleri kuramı, Joly'ninkinin büyük ölçüde bir benzeriydi.

Joly yerkabuğunun kara bölümlerinde, bu bölümlerin altında usul usul meydana gelen ışınetkin parçalanmaların sonucunda, sıcaklığın yavaşça depolanmakta olduğunu düşünüyordu. Kıtalar ve okyanusların görece yerleşim düzenini temelde durağan sayan ve bir ucu ta Dana'ya dayanan bir düşünceyi benimsedi; ama kıtaların, aşağıdaki modele göre alçalıp yükseldiğini varsayıyordu. Kıtaların altında sıcaklık biriktikçe, yoğun bazalt nitelikli malzeme sonunda eriyor, genişliyor ve yoğunluğundan yitiriyordu. Bunun sonucu olarak, kıtalar izostazi ilkeleri uyarınca az da olsa batacaktı. Ve böylece, bu aşamada zaten büyük olasılıkla aşınmaya uğramış olan kıtasal alanlara doğru ilerleyecekti deniz.

Ama kıtasal kabuk altındaki ve okyanus havzalarındaki bazaltın ısınması, yerkürenin genişlemesini de beraberinde getirecektir ve dolayısıyla bu aşamada büyük dış püskürmeler meydana gelecektir. Isı yitirimi, yeniden büzülmeye ve bazalt nitelikli malzemenin katılaşmasına ve aynı zamanda yoğunluğunun artmasına yol açacaktır. Bunların sonucunda, kıtalar yeniden yükselecek ve deniz sularının çekilmesine neden olacaktır. Böylece, Joly'nin modelinde, ışınetkin çürümeyle ortaya çıkan enerjiden gücünü alan, duraksız 'yeryüzü makinesi'yle karşılaşıyoruz.

Grabau'nun kuramında Ay'a da bir görev düştüğü burada belirtilmeli. Kabuk ve kabuk-altı bölümler katı iken, Ay önemli gel-git etkileri doğurmuyordu; ama, bazalt nitelikli malzemenin eridiği dönemde, gel-git etkileri yarattığı düşünülüyordu: Bu durumda, kıta altlarındaki bazalt nitelikli sıcak malzeme okyanus bölgelerine kayabilir ve yaygın yanardağ etkinliklerine malzeme böylelikle sağlamış olurdu. Joly'nin büyük kuramı böyleydi. Bir tam çevrimin doksan milyon yıl alacağını kestirmişti.

Grabau'nun kuramının Joly'ninkinden ayrıldığı yan, yer tarihinin, henüz 'çağların temposu'nun yerleşmediği, çok erken

aşamalarına ilişkin düşünceler ileri sürmesiydi. XI. Bölüm'de göreceğimiz gibi, kıtaların kayması kuramının önde gelen bulucusu Alfred Wegener'in geliştirdiği önemli bir düşünce, öncelerin öncesinde adına 'Pangaea' denilen tek bir ilksel kıta olduğuydu. Bu kıta yerbilim tarihi boyunca yavaş yavaş parçalara ayrıldı; sonunda bugün gördüğümüz biçimde bir dağılım ortaya çıktı.

Grabau'ya göre ilksel yeryuvar, bir demir/nikel çekirdeği saran büyük bir 'pallasit küre'den[27] oluşuyordu. Bu küreyi saran bazalt nitelikli bir 'sima'[28] tabakası ve onun da üstünde, hafif 'sial'[29] vardı. 'Sial' tabakasının en bilinen bileşenlerinden biri granitti.[30] Grabau 'sial'ı şöyle betimlemişti ([1940] 1978: 6): 'Temeldeki daha ağır kayanın üzerinde billurlaşmış hafif maddelerden oluşan bir köpük tabakası'. Sial kürenin üstünde suküre, onun da üstünde havaküre vardı. Grabau, öncelerin öncesinde yeryuvarlağının tüm yüzeyinin sial ile kaplı olduğuna, ve onun da tümden su ile sarılı bulunduğuna inanıyordu. Dolayısıyla, Werner'den kalma evrensel okyanus düşüncesine bir kez daha dönülmüş oluyordu.

Ama Grabau'un karşısında bir zorluk daha vardı: Pangaea'nın başına ne gelmişti de sial içerikli 'köpük tabaka', sıkışmış ve ezilmiş gnays ve şistler biçiminde tek bir alanda toplanmış ve altındaki bazalt nitelikli sima büyük bir okyanus bölgesinde açığa çıkmıştı? Bu noktada Grabau neredeyse bir mucizeden medet umdu; mucize değilse de olağanüstü görkemli, *duruma özel* bir varsayımdı başvurduğu: Başlangıçta sial ve onun da üstünde evrensel okyanusla düzgün biçimde kaplanmış olan yerküre, yıldızı andıran bir nesneyle oldukça yakınlaştığı sırada nesnenin sial'ı kendisine doğru çekmesiyle, iyice kıvrımlanmış, sıkışmış ve başkalaşmış kayalardan oluşan bir 'Pangaea' ortaya çıkmıştı; üzerinden sial örtüsü sıyrılan sima okyanusla yüzyüze geldi. Bu iyiliksever yıldız, ya da her ne ise, yoluna devam etmiş ve geride Joly'nin önerdiği işleyişe iyi kötü uyarak evrilen bir yerküre bırakmıştı.

Grabau'nun bu 'yıldızımsı cisim'i, bağımsız bir kanıtlar zincirinden yoksun, havadan bulma, *duruma özel* bir varsayımdı. Üstelik, yola çıkarken açıklaması beklenen sonuç dışında, sınanabilir başka hiçbir sonucu da yoktu. Grabau, üzerini ince bir kumaşla kapladığı küreden model de yaptı. Sonra da, (kanıt diye sunduğu bir fotoğraf ile) eğer kumaş (yarı açık bir karpuz fener gibi) geri sıyrılırsa, kıvrım doğrultularının Pangaea üzerindeki kıvrım doğrultuları gibi kıvrımlanacağını savladı. (Bu sonucu elde etmenin yolu, her bir kıtayı, boz-yap parçaları gibi bütüncül yapıyı oluşturacak biçimde yerli yerine oturtmaktı. O zaman kıvrım doğrultularının oluşturduğu örüntü görülebilirdi.) Ama bu inandırıcı olmaktan uzaktı; inandırıcılıkta, Griggs'in çabasının çok gerisinde kalıyordu.

1940'lar denli yakına gelerek, başlıca konuları tekneleşme kuramı ve izostazi olan on dokuzuncu yüzyıl dağ oluşum kuramları ile bunları izleyen (XI. Bölüm'de ele alacağımız) kıtaların kayması düşüncesini karman çorman etmeye başladım. Ama bütün bu düşünceler, Grabau'nun kuramlaştırma çalışmalarında da tıpkı böyle içiçe geçmişti. Onun gözünde yertekneler 'dağ sıralarının doğduğu kuluçka makineleriydi' (Grabau, [1940] 1978: 50). Kendi sözleriyle: 'Dağlar iki nabız atışı arasında büyür; kıvrımlanma, olacaksa, bu yerteknenin suyu boşaldığı sırada meydana gelir, yani iki nabız atışı arası dönemde... Kıvrımlı sıradağların doğuşunun temel yasası budur' (*a.g.y.*: 51).

Grabau'nun kuramının genelgeçer olma gibi bir üstün yanı vardı; ayrıca, derlemeci oluşu da yararlıydı. Birbirine benzemeyen değişik kuramcıların düşüncelerini bir araya getiriyordu. Bununla birlikte, doyurucu bir genel bireşim ortaya koyduğu söylenemez; çünkü, dağ oluşumlarını açıklamayı, Griggs'in yaptığı gibi, bir temel fiziksel kuram çerçevesine oturtmak yerine, daha başka 'yerküre ötesi' etkenleri de işin içine kattı (Grabau, [1940] 1978: 56). Grabau'nun kattığı, *duruma özel*, çağrısız kozmik konuklar olmayınca, dağların yükselmesi sorunu hâlâ doyurucu biçimde çözülmüş olmuyordu. Öte yandan, belli

başlı yerbilimsel dizgelerin varlığını açıklayan 'nabız atışları kuramı' gerçekten çekiciydi.[31] Grabau'un düşünsel bakımdan oldukça yalıtılmış bir ortamda ve siyasal koşulların olağanüstü değişken olduğu bir ülkede çalıştığı düşünülürse, başardıklarının çok çarpıcı olduğu kanısındayım.

Grabau'nun yerküreyi ele alışındaki çevrimsel nitelik üzerinde durmaya değer. (Bu nitelik, yerküre ile etkileşime giren yıldız benzeri cisimlere *durumu* kurtarmak üzere başvurmasından kesinlikle daha önemli.) Çevrim düşüncesi hiç de yeni değildi. Evrene ilişkin ilkçağ düşüncelerinde rastlandığı gibi, Platon ve Aristoteles'inkilerde de vardı. Hutton'un kuramı da çevrimsel nitelikteydi; Lyell'inki de... Ama, on dokuzuncu yüzyılda, yerkürenin soğumasına bağlı buruşan elma kuramıyla ve evrim kuramının doğmasıyla, tek-yöncü düşünceler daha çok ilgi çeker oldu (Davis'in VII. Bölüm'de ele aldığımız düşünceleri bu örüntünün dışına düşse bile...). Yirminci yüzyılda çevrimler konusuna taze ilgi duyanlar arasında yerbilimciler denli coğrafyacılar ve biyologlar da vardı (örneğin Matthew, 1915; Taylor, 1919; Huntington, 1925). Açıklamayı kolaylaştırması yüzünden her zaman çekici gelmiş olan çevrimli düşünce biçimi, yeniden saygınlık kazandı; yerbilimcilerin yerküreye ilişkin düşüncelerinde karşılaştığımız çevrim düşüncesi, bana göre, büyük olasılıkla daha geniş bir düşünsel akımın parçasıydı. Yerimiz yetmeyeceğinden burada karşıt akımları ve karşılıklı bağlantıları çözümlemiyoruz.[32]

Demek ki, yirminci yüzyılın ilk yarısında, özellikle Birleşik Devletler'de tortulanma çevrimleri üzerinde çalışan çok sayıda başka araştırmacı da bulunuyordu. Iowa, Kansas, Illinois, Virginia ve Pennsylvania gibi kömür bölgelerinde, ilk kez Illinois'lı yerbilimci Johan August Udden'in (1912) saptadığı, düzenli kömür-şeyl-kireçtaşı-kumtaşı-kil ardışımlarına göre, tortulanma çevrimleri gün gibi ortada görünüyordu. Illinois Haritacılık Dairesi'nden J. Marvin Weller (1930, 1931) ile Illinois Üniversitesi'nden Harold Wanless (1931) daha ileri düzeyde çalışma-

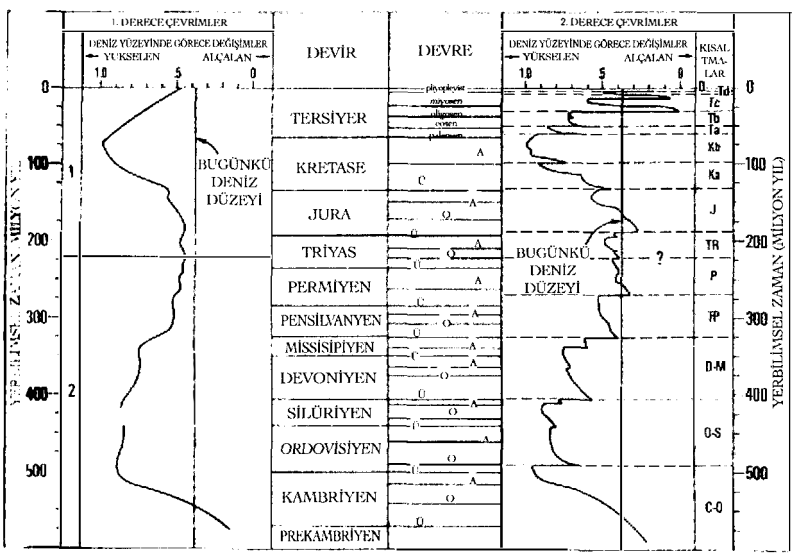
lar yaptılar. Ortaklaşa yayımladıkları bir makalede (Wanless ve Weller, 1932), tek bir tortulanma çevrimi süresi içinde birikmiş yatakları anlatmak için 'çevrim izleği [cyclothem (İng.)]' terimini ortaya attılar. Kansas Haritacılık Dairesi Başkanı Raymond C. Moore (1931) da benzer çalışmalar yaptı.

Bu araştırmaların ayrıntılarına ve bir 'cyclothem'in hangi bölümünün 'taban' ya da başlangıç noktası sayılması gerektiğine ilişkin savlara burada girmeye gerek yok.[33] Bizim amaçlarımız açısından ilginç olan konu, çevrimlerin yerkabuğundaki devinimlere mi (diyastrofik denetim); yoksa, deniz yüzeyinin yükselip alçalmasına mı (buzullar ve östatik denge denetimi) bağlı olduğuydu. Grabau gibi Weller (1930) ve Moore (1935, 1936) da yerkabuğundaki devinimleri benimsediler. Ama Wanless ile Illinois Üniversitesi'nden F. R. Shepard (Wanless ve Shepard, 1936), buzullaşmanın ilerlemesi ve geri çekilmesine bağlı olarak, deniz düzeyindeki yükselme ve alçalmaların daha iyi bir açıklama getirdiğini savladılar.

Tartışma ilginç; çünkü, verilerin kuramlarda nasıl 'eksik belirlemeye' yol açabildiğinin hep görülen bir örneğini sunuyor. Ayrı ayrı her kuram, ya da ikisinin bir bileşimi (ki, altından kalkması en güç olan da bu idi); verileri açıklamayı başarabiliyordu. Dolayısıyla, 1930'larda bu tartışmayı yapanlar açısından, artık tartışma hızını yitirmişti. Ama savaş sonrası dönemde, kuyu kesitlerinden (bazıları derin-deniz kuyularından) elde edilen yeni bilgilerin yardımıyla ve bilgisayarların tabakalara ilişkin koca bilgi yığınlarını biriktirme, karşılaştırma ve elemede sağladığı olanaklarla tartışma yeniden canlandı. Ayrıca, 'sismik yöntemle elde edilen yeni tabaka bilgilerinin'[34] kuramsal ve gözlemsel bilgi çorbasını düzene sokmada paha biçilmez değerde yardımı oldu. Kuyulardan alınan salma boru örneklerindeki mikrofosiller bağlılaşımı kolaylaştırıyor; tıpkı, değişik düzeylerindeki kayaların, manyetik kutuplarının tersyüz edilmesinin de kolaylaştırdığı gibi. Kuyuların kayalarının bazıları için, kesin ışınölçüm günlemesi de elde edilebiliyor.

Bu tür çalışmalardaki canlılığın arkasında, başta iktisadi nedenler -petrol aramaları- yatıyordu. Ama bu sayede elde edilen veriler aynı zamanda, yerküreye ilişkin daha yeni ve daha görkemli kuramların doğmasına ve östaziye ilişkin savaş öncesi tartışmalarda bir karara varılmasına yol açtı. Sorun şuydu: Tüm yeryüzünü kapsayan tortulanma örüntüleri var mıydı? Eğer varsa bu, hele bir de veriler Milankovich'in kuramındaki çevrimlerle ilişkilendirilebilirse, buzullaşma katkılı östatik denet (/kontrol) kuramına ağırlık kazandıracaktı (bkz. VII. Bölüm).

Bu alandaki çalışmaların önderliğini, Exxon Production Research Corporation ve Rice Üniversitesi, Houston, Texas'tan Peter Vail yaptı. Vail, bir yardımcılar kümesiyle birlikte (iş tek başına altından kalkılamayacak denli büyüktü) bugün Vail eğrileri adıyla bilinen çizimleri ortaya koydu. Bu eğriler Prekambriyen'den başlayarak, genel deniz düzeyinde bütün yerbilimsel zamanlar boyunca süren oldukça keskin değişimler sergilemekte (Vail, 1975; Vail ve diğ., 1977; Haq ve diğ., 1987). Ve *hayret*, bu deniz düzeyi değişiklikleriyle, on dokuzuncu yüzyıl tabaka-



Çizim 8.5 (Öğelerine ayırma gücü düşük) bir 'Vail eğrisi' örneği (Vail ve diğ., 1977: 84). (American Association of Petroleum Geologists'in izniyle)

biliminin bilinen yöntemleriyle, daha çok Avrupa'da, fosil kanıtlarından yararlanarak ve uymazlıkları arayarak, ortaya konan tabakabilimsel dikme kesitin eski alt-bölümleri arasında bağlılaşım kurulabiliyor (bkz. Çizim 8.5). Deniz düzeyindeki değişiklikler, hiç olmazsa tabakabilimsel dikme kesitin üst bölümleri, ayrıca Milankovich'in çevrimleriyle de bağlılaştırılabiliyor (Fischer, 1981).

Böylece, yerküre üstüne düşüncelerde belirli bir düzenin ortaya çıktığı görülüyor. On dokuzuncu yüzyılda, Cuvier'nin izinden giden Fransız yerbilimciler, tabakabilimsel dikme kesitin değişik tabakaları için yarı-yıkımcı açıklamalar önermişlerdi (örneğin Coquand, 1843); her tabakanın köklü bir sarsıntıya karşılık geldiğini düşünmekteydiler. Aix en Provence yakınlarındaki Kretase yaşlı kayalar üstünde Coquand'ın yaptığı çalışmalara göre, eski kıyı çizgileri ve ayrıca, derelerin eski denizlere kavuştuğu noktalar belirlenebiliyordu; demek ki, eski deniz düzeyi değişmelerinin ve buna bağlı olarak tortullardaki değişmelerin kanıtları yok değildi.

Günümüzde, tortulanma türünde görülen böyle pek çok değişim (yeşilkumdan tebeşire, ya da her neye ise), Croll ile Milankovich'in çok öncelerde öngördüğü üzere, belki de gökbilimsel nedenlere bağlanabilecek iklim değişmeleriyle açıklanabilir gibi görünüyor. Fosil kanıtlarındaki değişmeler de anlam kazandı. Eğer deniz düzeyi yüksekse, bu yeryuvarlağı çapında sıcak bir iklimin egemen olduğu anlamına gelir: Okyanuslar durgundur; oksijeni tükenmiş durumdadır ve aşınma-taşınma yoluyla gelen malzeme az olduğundan, besin yetersizdir. Soğuk dönemlerde tersine, deniz düzeyi alçaktır; ama, devingendir, iyi havalanmaktadır ve besinle dolup taşmaktadır. Bu tür değişmelerin evrilmenin itici güçlerinden olduğu, kuşku götürmez.

Bununla birlikte, Vail ve benzerlerinin örneğini sergilediği 'sismik ardışımlı katman bilgisi'ne ilişkin yeni düşüncelerin evrensel ölçekte kabul gördüğü söylenemez, ve bu yeni düşüncenin Neptüncülüğün yeniden canlanmasının bir türü olduğun-

dan yakınanlar (örneğin Sloss, 1991) çıkmıştır. Öte yandan, Vail ve arkadaşlarının çalışmalarını -doğal olarak o denli çarpıcı değilse de-, yerküreyi kavramada tabla tektoniği denli önemli bir gelişme gibi görenler var. Ama doğrusu, hiç kimse tüm öykünün buzullaşmaya bağlı östatik denet ile başlayıp bittiğini savlamıyor. Kuşkusuz, iklim değişikliklerinin yol açtığı daha yumuşak ve kısa süreli değişmelerin yanına büyük Kaledoniyen, Hersiniyen ve Alpin dağ oluşumlarını oturtmak gerekiyor. Böyleyken bile, kanımca tortulbilimdeki son gelişmeler çok büyük önem taşıyor; bu konuya yeniden döneceğimiz XII. Bölüm'de, canlı organizmaların 'denetleyici' etkinliklerine bağlı olarak yerkabuğunun öğelerinin yerküre ölçeğinde 'iniş-çıkışlarını' ele alacağız. Dahası, ileride göreceğimiz gibi, dağların oluşumu vb. kuramlarla, tortulbilim ve östaziye ilişkin düşünceleri bağdaştıran bütüncül bir görüş olasılığı ufukta beliriyor.

IX. Bölüm

Kayalar ve Kayaların Oluşumu Üstüne Düşünceler: Magma, Migma ve Ötesi

Bir bitkibilimci ile arazide dolaşmaya çıkarsanız, karşılaşacağınız bitkilerin adlarını size söylemesini beklersiniz. Benzer biçimde, bir böcekbilimcinin gördüğü böcekleri tanıyabilmesini; ya da, gökbilimcinin ırakgörür yardımıyla gördüğü takımyıldızlarının ve çeşitli gök cisimlerinin adlarını bilmesini beklersiniz. Yerbilimcilerin de, çeşitli taş türlerini tanıyabilmeleri ve nasıl oluştukları konusunu irdeleyebilmeleri beklenir. Benim bildiğim, bu alanda az çaba da harcamamışlardır. Buna karşın bilim tarihçileri, bir yerbilimcinin işinin en temel yanlarından sayılabilecek petrografi ve petroloji konuları üzerinde, inanılmaz kertede az durmuşlardır. Petrografi, çeşitli taş türlerinin saptanması, adının konması, sınıflandırılmasını içerir; petroloji ise, petrografiye ek olarak çeşitli taş türlerinin

nasıl oluştuğu, şimdiki durumları, geçirdikleri değişimler ve parçalanışları üstüne düşünceleri kapsar.[1] Petroloji, dağ oluşum kuramlarına ve sonuç olarak, yerkürenin oluşumu ile yerbilimsel tarih alanına giren en temel düşüncelere dek uzanır.

Cam türleri gibi birkaç ayrıksılık dışında, taşlar mineral taneciklerinden oluşur ve pek doğal olarak, mineralleri dizgeli biçimde inceleyen, adına mineraloji dediğimiz ayrı bir bilim dalı var. Mineraloji çalışmaları petrolojiden daha eskiye dayanır.[2] Kimi zaman mineraller büyük, güzel billurlar (/kristaller) biçiminde karşımıza çıkar ve böylesi örnekler, on yedinci yüzyıl 'üstat'larının, çağcıl bilim akımının başlangıcından ve hatta daha öncelerinden beri, biriktirmeye yöneldikleri nesnelerdi. Bu örnekler meraklılarınca günümüze değin biriktirilegelmiştir ve müzelerde sergilenen nesnelerin başında gelir. Sergilenenler, gezen kişinin kafasını karıştıracak denli kalabalıktır: Kimi zaman bakarsınız ki, birbirinden çok ayrı görünümlü örnekler aynı tür altında toplanmış.

Bu durum, minerallerin neye göre sınıflandırıldığı sorusunu akla getirir. Sınıflandırma, mineralin kimyasal bileşimine bakarak mı yapılmalıdır; yoksa kristal yapısının dış görünüşüne göre mi? Dahası, bir mineral türü nedir? Hatta, bir mineral bireyi denildiğinde, kastedilen nedir?

Doğa tarihi çalışmalarının başlangıç döneminde, mineral dünyasını hayvanlar dünyası ve bitkiler dünyasıyla aynı biçimde ele almak olağandı: Ünlü İsveçli dizgeleştirmeci Carolus Linnaeus (1707-78) doğayı, hayvanlar, bitkiler ve mineraller olarak üç büyük dünyaya ayırıyordu. Bitkiler ve hayvanlar dünyasında neyin birey olup olmadığı genellikle oldukça açıktır,[3] ve türleri belirlemenin de pek karmaşık bir yanı yoktur;[4] çünkü, aynı türe giren canlıların birbirine benzediği, birbiriyle çiftleştiği ve soyu sürdürecek yavrular doğurduğu bilinir.[5] Ayrıca, türler (Darwin kuramı uyarınca) kollara ayrılma, çeşitlenme ve bir evrim sürecinden geçerek ortaya çıkmıştır. Minerallere gelince o bambaşka bir konudur. Tarihsel bakımdan temel sorun, belir-

leyici özelliğin, dış görünüş mü (özellikle kristal biçimi mi), yoksa, iç kimyasal bileşim mi -ya da her ikisinin karması mı- olması gerektiğiydi. Aynı kimyasal bileşimdeki maddelerin ayrı ayrı kristal biçimlerine sahip olması (örneğin kalsit ve aragonitin kalsiyum karbonatın değişik biçimleri olması gibi) ve aynı kristal biçimine sahip maddelerin bambaşka kimyasal bileşime sahip olmaları (kristal yapısı küp biçimli olup kimyasal bileşimleri apayrı olan pek çok madde olduğu gibi) sorunu katmerlendiriyordu. Üstelik, mineraller küçük miktarlarda 'katışıklık' içerebilir; öyleyse, bir mineral türünü, içerdiği altın, gümüş gibi nadir ya da değerli bileşene bakarak da adlandırmak düşünülebilir. Öte yandan, kimi maddeler esnek (değişken) bir kimyasal bileşim sergileyebilir. Bitkibilimcilerin ve hayvanbilimcilerin böyle bir derdi yoktur.

On sekizinci yüzyılın bitkibilimcisi açısından en niteleyici sınıflandırma yöntemi, bitkilerin sınırlı bir dizi dış özelliklerini (örneğin, çiçeklerde üreme organlarının sayısını, oranını, biçimini ve bulunduğu yeri) incelemek ve bu bilgileri kullanarak, aralarındaki benzerlik ve ayrılıklara göre düzenlenecek bir çizelgede türleri toplamaktı. Sonra bu düzenleme, benzerlikler ve ayrımların çokluğuna dayalı bir hiyerarşi inşa etmede kullanılabilir ve bitkileri adlandırma işine girişilebilirdi. Her türün örnekleri toplanıp saklanabilir, betimlenebilir ve bundan sonra bulunacak örnekler, saptanmış olan tür örneği ile karşılaştırılıp tanımlanabilirdi. Ne zaman yeni bir tür bulunsa, o da betimlenecek, adlandırılacak, çizelgede adına açılacak bir kutuya yerleştirilecek ve böylece bilinen türlerin sayısı çoğaltılacaktı. Linnaeus'un izlediği yol, yazılı Hıristiyan söylencelerine göre çeşitli türlerin 'başlangıç'ta Cennet'te Tanrı eliyle yaratıldığı yolundaki bir doğa ötesi varsayımdan destek alıyordu.

Linneaus mineralleri betimleme ve adlandırmada, bitkilerinkine benzer bir dizge uygulamayı denedi. Daha önce Steno'nun (1669; bkz. Çizim 3.1) uyguladığı yola başvurdu: Bir kristali yüzleri açılıp bir düzleme yatırılmış olarak düşledi. Or-

taya çıkan şekil, basitçe, düzlem üzerindeki geometrik şekillerin teker teker sayılması ile betimlenip adlandırılabilirdi. Örneğin, bir kuvars kristali bütün yüzleri açılarak bir düzleme yatırılmış gibi düşünülebilirdi (Linnaeus, 1770, Çizelge I, Çizim 1 ve Çizelge II, Çizim 1). Böylece, 'altı dikdörtgen, on iki üçgen yüzden oluşan toplam on sekiz yüzlü' tür olarak sınıflandırmadaki kutusuna konabilirdi.[6]

Bu yaklaşım Linnaeus'un 'dış-vurgulu' ya da görüngübilimsel yöntemiyle uyuşuyordu. Ama, mineral türlerini tanımlayıp sınıflandırmayı zorlaştıran yukarıda belirtilen türde nedenler yüzünden, bu yaklaşım yeterli olmaktan uzaktı ve on sekizinci yüzyıl doğa tarihinin bilgibilimsel ilkeleriyle uyuşmakla birlikte mineralbilimciler arasında oldukça az yandaş buldu. Oysa, kimyasal çözümlemenin on sekizinci yüzyılın sonuna değin bocalayıp durduğu dönemde, değişik pek çok çözümleme ve sınıflandırma yöntemi ortaya atıldıysa da, içlerinde Linnaeus'unkinden daha iyisi de bulunmamaktaydı. Almanya'da, Werner (1774, 1962) minerallerin doku, renk ve biçim gibi dış niteliklerine dayalı, yeterli bir mineral sınıflandırma dizgesi ortaya koyma yolunda yürekli bir çaba gösterdi; ama, ortaya koyduğu betimleme dizgesi kendisini ve yandaşlarını çıkmaza sürükledi. Archibald Geikie'nin *Founders of Geology* [Yerbilimin Temelini Atanlar] adlı yapıtından alınan aşağıdaki kısa bölüm, bu durumu eğlendirici fakat doğru bir biçimde gösteriyor:

> [Werner'in] ana dilinde hazırladığı terimler dağarı, yapay ve kullanışsız olmakla birlikte, belirli bir süre için kuşkusuz büyük yarar sağladı. Alman dilinde [yalnızca] duyulmamış izlenimi bıraktığıyla kalırken, diğer dillere çevrildiğinde iyice anlamsızlaşıyordu. Bir minerali ayırt edebilsin diye öğrencisine, 'sert ya da yarı-sert'; 'yumuşak ya da çok yumuşak'; 'çok soğuk, soğuk, oldukça soğuk, epeyi soğuk'; 'direnmeye yatkın', 'belli belirsiz kavisli yapraksı', 'olağan köşeli- taneli' ya da 'pek zor kırılır sayılmaz' gibi nitelikle-

ri, kesin belirleyici nitelikler olarak öğreten bir öğretmen (/İngilizce konuşan modern öğretmen) için günümüz öğrencisi ne düşünürdü? (Geikie, [1905] 1962: 210).[7]

Bu tür bir alıntı, Werner'in kurduğu mineralbilim adına pek iyi bir izlenim yaratmıyor açıkçası. Ama belirtmek gerekir ki, mineral sınıfına giren maddeleri kimyasal çözümleme alanında henüz yeterli yöntemlerin geliştirilmediği ve yeterli bir kristal kuramının tasarlanmadığı Werner döneminin -bir mineralbilimci açısından- kendine özgü zorluklarından söz etmemekle, Geikie değerlendirmede tutarsızlığa düşmüştür. Eğer mineraller dış niteliklerine bakılarak betimlenip sınıflandırılacaksa, sonuç ister istemez Werner'inkine benzer bir dizge olacaktır.

On sekizinci yüzyılın ikinci yarısında, özellikle Fransız araştırmacılar arasında ikisi, J. B. L. Romé de l'Isle (1736-90) ile René-Juste Haüy (1734-1822) kristalbilim alanında önemli ilerlemeler sağladılar. Ya da, bu bilim dalının temelini attılar demek daha doğru olur, belki de... Başlangıçta kimya alanında bilinen eski düşüncelere bağlı kalan Romé de l'Isle, kristal yapılı maddelere bu niteliği verenin tuz içeren bir özel 'ilke' olabileceği düşüncesi üzerinde durdu; ama bu ilkeye kimyasal çözümleme yoluyla ulaşılamıyordu, dolayısıyla düşünce, uygulamada yarar sağlamadı. İşte bu nedenledir ki, Werner ve öteki on sekizinci yüzyıl doğalcıları gibi Romé de l'Isle (1784) de, mineral türlerini saptamada, kristal biçimi, sertlik ve özgül ağırlık gibi bir sürü dışsal nitelikten yararlanmaya çalıştı.

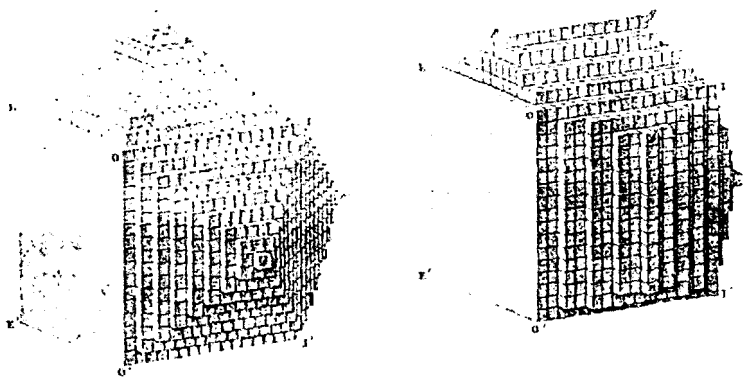
Ama Romé de l'Isle'in en önemli yaklaşımı, bütün kristallerin ufak tefek değişikliklerle birkaç ana biçimden türemiş olduğunu düşünmesiydi (Romé de l'Isle, 1772). Bu temel biçimlerin kenar ve köşelerini imgelemde 'tıraşlamakla' ve 'kırpmakla' elde edilecek çok sayıda değişik kesimli kristal ile, kavramsal bir düzenleme yapılabilirdi. Ama bu işin zor yanı, kavramsal tıraşlamaların doğada karşılığının olmamasıydı ve sonuç bakımından bu dizge de, *duruma özel* varsayımların bir tür uzantısıydı.

Öyle ya da böyle, yöntem gerçekte yeni değildi: Steno bu yöntemin daha bir yalın olanını kullanmıştı.[8]

Belki de bu itirazı hesaba kattığı için Haüy, dış biçimi iç fiziksel yapıyla ilişkilendiren bir kuram geliştirmeye çalıştı.[9] Rivayete göre, bir gün bir İzlanda ispatı'nı (kalsit kristali: kalsiyum karbonat) yere düşürür ve görür ki, bölündüğü parçalar da biçim olarak düşürdüğü kristale benzemektedir. Sonra, o küçük parçalardan birini kırdığında, yine aynı genel biçimde bir sürü küçük parçaya daha ayrılır. İster gerçek olsun ister değil, bu anı-öykü Haüy'un kristalleri nasıl kavramlaştırdığını pek güzel gösteriyor. Şöyle bir varsayım ortaya koydu: Kalsiti küçük parçalara ayırma işlemi, kalsitin artık daha küçültülemediği, ama hâlâ bölme sürecinin başlangıcındaki biçimini koruduğu bir kristal parçacığına ulaşıncaya değin (zihinsel olarak) sürdürülebilir.[10] Ulaşılan bu parçacığa *molécule constituante* ya da *molécule intégrante* (/yapı taşı molekül) adını verdi. Sonra, *yapı taşı molekül*leri değişik yapılanma kurallarına[11] göre değişik biçimlerde düzenleyerek belli bir maddenin değişik biçimde kristallerinin nasıl üretilebileceğini göstermeye çalıştı. Sözgelimi, doğalcıların ancak sınırlı sayıda kalsit örneği tanımasına karşın,[12] önerdiği en küçük yapı taşı yasalarına göre bulunabilecek kireçli ispat sayısının 1019'dan az olmadığını bildirdi (Haüy, 1784: 222). Böylelikle kristalleri incelemek üzere, gözleme dayalı bulgulara bağlı bir genel kuramın temeli atılmış oldu. Bu kuram dışşal biçim ile birlikte, var olduğu düşünülen içsel düzeni bağdaştırmayı başardı. Dizge, var olduğu düşünülen az sayıda *yapı taşı molekül,* ya da ilkel biçim yardımıyla ve kabul edilen belirli bölünme yasalarına göre, kristalleri sınıflandırmada kolaylık sağladı. Haüy yönteminin nasıl uygulandığı Çizim 9.1'de gösterilmiştir. (Küp biçimli aynı 'yapı taşlarıyla' değişik biçimde iki kristalin inşa edilebileceğini, Haüy'un kafasında nasıl canlandırdığı görülebiliyor.)

On sekizinci yüzyıla gelindiğinde, kristal yapılı taşlar ile mekanik kökenli taşlar arasında, bugün bizim püskürük kayalar ile

tortul kayalar diye yaptığımız ayrıma aşağı yukarı karşılık gelen, iyice yerleşmiş bir ayrım bulunmaktaydı. Böyle olmakla birlikte, on sekizinci yüzyılda kristal yapılı kayalar, ya Vulkancı/Plütoncu/Huttoncu kuramla açıklanıyordu ya da Neptüncü/Wernerci kuramla. Buzultaş yığılmaları ve Çin'de rüzgârın savurup biriktirdiği lös gibi özel malzemeyi bir yana bırakırsak tortul kayalar, o sıralarda da, daha sonraları da kavramlaştırmada büyük zorluk çıkarmadı. Her ne kadar XII. Bölüm'de tortul kayalar konusunda daha söyleyeceklerimiz olacaksa da, burada bu kadarla yetineceğim.[13] Lyell'in *Principles* (1830-3) adlı yapıtında yalnızca tanımladığı başkalaşmış kayalar sınıfına, ilerde eğileceğiz. Bizim şimdi üzerinde durduğumuz sorun, püskürük ya da kristal yapılı kayalar.



Çizim 9.1 Küp biçimli aynı *molekül*lerden, değişik bölünme yasalarına göre -varsayımsal olarak- inşa edilmiş iki değişik kristal yapısı (Haüy, 1801, cilt 5, Tablo 2).

Okuyucuya (konuştuğu dil İngilizce olana), sanki Hutton ve İngiliz yerbilimi, Wernerciliği onulmaz biçimde yenilgiye uğratmış gibi gelebilir. Oysa, V. Bölüm'de anlattığımız örgütlü harita çalışmalarındaki gelişme, 'İngiliz dilinde ortaya konmuş yerbilim'in önemli bir göstergesi olmakla birlikte, on dokuzuncu yüzyılın birinci yarısında kayaları tanımlama ve sınıflandırma alanında yapılan temel çalışmaların büyük bölümünün yürütüldüğü yer Kıta Avrupa'sı, özellikle de Fransa ve Almanya'dır. Fre-

iberg Akademisi ve benzer kurumlarda sunulan üstün eğitimin böylece meyve verdiğini söylerken, kökel Werner'ci dizgede püskürük kayaların ancak küçük bir yer tuttuğu unutulmamalı; püskürük kayaların, yanardağ bölgelerinin altında yanan kömürün erittiği tortul kayaların ürünü oldukları sanılıyordu.

Kayaları sınıflandırma çalışmalarında karşılaşılan en önemli terimler ta eski çağlara dek uzanır. Siyenit, porfir, bazalt ve obsidiyen gibi sözcükler, ya da taş ustalarının kullandığı granit ve gabro gibi taş adları hep o dönemden kalmadır. Örneğin siyenit, adını eski çağlarda anıt ve dikilitaş yapımında kullanıldığı Mısır'da, Syênê'den alır (Plinius, 1962, cilt 10: 51). Bu terime bir parça kesinlik kazandıran Werner (1788: 824) oldu: Dresden yakınlarında karşılaştığı bir kayaya bu adı verdi. Kayanın içeriği başlıca hornblend ve feldispat yanında ikincil miktarda kuvars'tan oluşmaktaydı. Plinius'un 'bazanitler' diye sözünü ettiği (1962, cilt 10: 45) 'bazalt'ı, Agricola (1546: 7) rengi karaya çalan, ince taneli püskürük kaya ya da lav karşılığı kullanıyor. İlkçağ insanlarının *porphyrion* diye bildiği porfir, içinde açık renk feldispat benekleri bulunan eflatunumsu bir kaya idi. On sekizinci yüzyılda, ince taneli bir hamur içinde iri billurlar bulunan kayalar için kullanıldı ve renkten söz edilmez oldu. Gelelim granit sözcüğüne... İlkçağdan kalma -büyük olasılıkla İtalyan kökenli- granit sözcüğüne basılı bir metinde ilk yer verenin Andreas Cesalpinus olduğu anlaşılıyor (1596, cilt 2, Bölüm 11). Cesalpinus, sözcüğü genel anlamda ince taneli kayaları karşılamak üzere kullanıyor; Wallerius ise (1747: 147) daha sınırlanmış bir anlamda, başlıca kuvars, feldispat ve mikadan oluşan bir kaya için kulanıyor.[14] Trakit terimini 1813 öncesinde Haüy ve ardından Brongniart (1813: 43), Ren kıyısındaki Drachenfels'leri (Ejderha kayaları) kastederek kullanıyor. Yüzeyi pütürlü, ortaboy taneli bu kayalar, biyotit ve ojit gibi mineraller ile alkali feldispatlardan oluşuyordu. Daha öncelerde, Werner bunlardan basamaklı porfir diye söz etmişti. Dolerit adını kullanan Haüy (1822, cilt 4: 540, 573) oldu. El boyutlu örneklerini ayırt etmek

(insanı ağlatacak denli) zor olduğu için bu ad verilmişti. Haüy dolerit adını, çoğunluğu feldispat ve piroksen minerallerinden oluşan, orta-boy taneli bazalta karşılık kullandı. Gabro, Toskana'da eskiden beri bilinen, rengi karaya çalan, iri taneli ve başlıca piroksenler ve feldispatlardan oluşan bir kayanın adıydı. Gabro'yu ayrıntılı olarak ilk betimleyen Giovanni Targioni-Tozzetti oldu (1768, cilt 2: 432-50).

Demek ki, kimi kristal yapılı kayaların herkesçe bilinen adları eski çağlardan kalma idi; ya da, on sekizinci yüzyıl sonu, on dokuzuncu yüzyıl başlarına gelindiğinde yazına girmişti. Kayabilimcilerin kullandığı çok sayıda adı tek tek ele almaya kalkışacak olsak, doğal olarak, yerimiz yetmez.[15] Ama şu bir gerçek ki, on dokuzuncu yüzyılın başına gelindiğinde, genel kabul görmüş bir adlandırma dizgesi konmuş değildi ortaya.

Kristal yapılı kayaları sınıflandırmanın en kolay yolu, dokusuna ve başta silis (kuvars) oranı olmak üzere, bileşimindeki minerallere bakmaktır. Bol silis içeren kayalar,[16] genelde açık renktir. Silis oranı azaldıkça, amfiboller ve piroksenler gibi magnezyum ve demir içeriği zengin, koyu renk minerallere daha çok rastlanır. Feldispat türü de, bol kalsiyumun yerini sodyum ve potasyuma bırakmasına bağlı olarak değişir. Buna göre hazırlanmış, çok basit (ve eskiden kalma) bir düzenleme, Çizelge 9.1'deki gibi olabilir.

Çizelge 9.1 Kristal yapılı kayalar için basit bir sınıflandırma

Doku	Asit (felsik)	Ara bileşimler	Bazik (mafik)	Ultrabazik
İnce	Riyolitler	Andezit	Bazaltlar	Ultrabazik bazaltlar
Orta	Mikrogranit	Mikrodiyorit ya da mikrosiyenit	Dolerit	
Kaba	Granitler	Diyorit ya da siyenit	Gabro	Peridotit
Açık renkli	←			→ Koyu renkli

Huttoncu bakış açılı kuram uyarınca, ince taneli katılaşım kayaları, yeryüzünde ya da yeryüzüne yakın yerlerde gerçekten

çabuk soğumaya uğrayarak oluşmuşlardır ve dolayısıyla çoğunluğu lavlardır. Taneleri orta irilikte olan kayalar orta derinliklerde, magmanın oldukça yavaş soğumasıyla oluşmuşlardır. Bunlar 'hipabisal' olarak nitelenir. Kaba taneli kayalar iyice derinlerde yavaş soğuyan magmanın ürünleridir (plütonik kayalar [/derinlik kayaları]). Eğer soğuma birdenbire olmuşsa, (örneğin, kızgın magmayı çevreleyen kayanın etkisiyle bir magma sokulumunun dış yüzeyi donakalmışsa) cam oluşabilir (örneğin obsidiyen). Gerçekten de, bazalt 'dayk'larının[17] camsı yüzeyleri Hutton için, erimiş kızgın kayanın sokulmasıyla oluştuğunun bir göstergesiydi. Edinburgh'u tepeden gören Salisbury Kayalığı'nda bu tür göstergeler buldu. Huttoncu kurama göre, kayanın rengini ve kimyasal bileşimini, sokulan magmanın özellikleri belirliyordu.

Çizelge 9.1'de özet olarak sergilendiği gibi, arazide karşımıza çıkabilecek olanla, Vulkancı/Plütoncu kurama göre çıkması gereken arasında bir ilişki görebiliyoruz. Ama böylesi bir 'Vulkancı' sınıflandırma[18] o zamanlar yerbilimcilerin kullandığı tek sınıflandırma değildi. Henüz, minerallerin kimyasal niteliklerine mi, kristal yapısına ya da bir dizi 'dışsal' niteliklerine göre mi sınıflandırılacağı sorunu da sonuca bağlanmamıştı.

Atom kuramının yardımıyla kimya, on dokuzuncu yüzyılın başlarında, nihayet kuramsal alanda hızla gelişmeye başlıyordu. Kuramsal ve uygulamalı kimyada gelişmeyi sağlayan en önemli etkenlerden biri, erimiş maddeleri ya da çözeltileri ayrıştırmada elektroliz tekniklerinden yararlanmanın başlamasıydı. Elektrokimyadaki gelişmelere koşut olarak, İsveçli ünlü kimyacı ve mineralbilimci Jons Jacob Berzelius (1799-1848) bir kuram geliştirdi: Bu kimyasal bileşim kuramına göre maddelerin artı-elektrikli (/elektropozitif) ve eksi-elektrikli (/elektronegatif) bileşenlerden oluştuğu kabul ediliyordu ve her bileşenin de kendi içinde başka elektriksel alt-bileşenleri bulunabilirdi; ta ki, en küçük kimyasal yapı birimine ulaşana değin (Berzelius, 1811)... Konuyu bu çerçevede ele alarak, silis'i minerallerin yapısında asit iş-

levi gören eksi-elektrikli (/elektronegatif) bileşen sayıyordu. Ardından, minerallerin içerdiği silis oranına göre (o günün koşullarında bezdiren kimyasal çözümleme yöntemleriyle belirlenebiliyordu), 'silikatlar', 'bisilikatlar', 'trisilikatlar', 'alt-silikatlar', 'çift silikatlar' vb. elde etme olanağı doğuyordu.[19] Her mineral bir ya da birden çok artı-elektrikli bileşen ile bir ya da birden çok eksi-elektrikli bileşen içeriyordu. Ve, bu bileşenler bilinebilirse, mineralleri sınıflandırabilmek için kimyasal bir temel ortaya çıkmış oluyordu (Berzelius, 1814).

Berzelius öyle 'katıksız' bir Vulkancı değildi. Kristallerden bir çoğunun yerkürenin karnında, çözeltilerden oluştuğunu çok iyi bilmekteydi ve 'elektrikçi' olması nedeniyle bir öneride bulundu (Berzelius, 1814: 19): Olağan koşullarda çözünmez diye bilinen pek çok mineral, çeşitli (varsayımsal) elektrik akımlarının etkisiyle kristalleşerek yerküre içindeki çözeltilerden ayrılabilirdi. Ama bu tür düşüncelerin özel bir önemi yoktu. Sonuçları bakımından asıl önemli olan, Berzelius'un kavramsal bir çerçeve sunmak yanında, mineraller dünyasında kimyasal sınıflandırmayı sağlamaya yarıyacak bir dizi kolaylaştırıcı teknikler ortaya atmasıydı. Sözün gerçeği, minerallere öncelikle kimyasal açıdan ilgi duyuyordu. Bir ara arazi çalışmalarına katılmış olsa da, yerbilimci olmak gibi bir savı yoktu (Bernhard, 1985).

Öte yandan Almanya'da, mineralleri dışsal niteliklere göre sınıflandırma dizgesi, Werner'in ardılı Friedrich Mohs (1773-1839) eliyle Freiberg'de sürdürülmekteydi. Mineralleri sertliklerine göre sıralamasıyla adı akıllarda olan Mohs'un[20] *Grundriss der Mineralogie* (1822-4) (*Treatise on Mineralogy* [Mineralbilim Üstüne İnceleme] (Mohs, 1825)) adlı yapıtı, dışsal nitelikler üzerine kurulu bir sınıflandırmayı seçmişti; Breithaupt'un *Handbuch der Mineralogie* (1836-41) adlı yapıtı da öyle... Mohs ile Jameson 1818 yılında Edinburgh'da bir araya geldi ve birlikte, doğa tarihi kapsamında mineralbilim dizgesinin nasıl düzenleneceğinin temel ilkeleri üzerinde anlaşmaya vardılar. Bundan dolayıdır ki, Mohs'un (1820) Edinburgh'da öğrenciler

için hazırladığı küçük mineral sınıflandırma el kitabı, bitki ve hayvanlardaki sınıflandırmaya benzemesini amaçladığı bir hiyerarşik dizge önermişti: Mineral dünyasının yarı-Linnaeuscu bir çizgide düzenlenmiş 'doğal tarihi'ydi ortaya koyduğu. O nedenle bu metin, Foucault'nun (1966, 1970) ortaya attığı sava, başka bir deyişle, 'dışsal' sınıflandırmanın on sekizinci yüzyıla (ya da 'klasik' döneme) özgü olduğu, oysa 'içsel' dizgelerin on dokuzuncu yüzyılda genel kabul görür duruma geldiği savına bir karşı-örnektir. Öte yandan, Berzelius'un dizgesi Foucault'nun örüntüsüne uymaktadır.

Amerika'da Charles Shepard (1835), Mohs dizgesinden yararlanmaya çalıştı; ama sonra, onu bırakarak daha önemsiz isimlere yöneldi. Dana, *System of Mineralogy* (Dana, 1837) adlı yapıtında Mohs türü bir doğal tarih dizgesi benimsedi; ama, kristalleşmenin yeterince düzgün olması durumunda, bir mineral türünün kimyasal tanımı ile dışsal özelliklere göre tanınmasının birbirini tutması gerektiğini iddia etti. Yapıtının 1844 tarihli basımında da doğal tarih düzenlemesine bağlı kaldı; fakat aynı zamanda 'Berzelius' kimyasal sınıflandırmasına da yer verdi. En son 1850 tarihli basımda, kimyasal dizgeyi kristal-yapı ilkelerine bağlamak yolunda bir çaba görülse de, doğal tarih yaklaşımı tümüyle terk edilmişti.

Wernerci yerbilim kuramı gibi kaya ve mineral sınıflandırma yöntemleri de, Hutton'un ülkesi Britanya'da bile, ta on dokuzuncu yüzyılın ortalarına değin geniş topluluklarca, daha çok Robert Jameson'un Edinburgh'daki çabaları sayesinde benimsendi. Örneğin, *London Encyclopedia*'nın (Anonim, 1829)[21] yerbilim maddesi, kristal yapılı kayaların genel bir tabaka ardışımına uyduğunu; aralarındaki (sözüm ona) geometrik düzenin, ilksel denizden kristalleşerek ayrılma sırasına karşılık geldiğini söylüyordu:

15 Daha genç serpantin
14 Siyenit

13 Daha genç porfir
12 Daha yaşlı çakmaktaşı (/kayağantaş [/marn])
11 Alçıtaşı (/jips)
10 Kuvars
9 Daha yaşlı serpantin
8 İlkel kireçtaşı
7 İlkel basamaklı bazalt (/trap)[22]
6 Daha yaşlı porfir
5 Marn
4 Topaz-kaya
3 Mikalı marn
2 Gnays
1 Granit

Ama bu ardışım o denli sık 'bozuluyordu' ki, Wernerci yer bilgisi (kayabilim/geometrik düzen/oluşum öğretisi anlamında) karşılaştığı kuraldışılıkların[23] ağırlığı altında yavaş yavaş çöktü. Bununla birlikte, Neptüncü kuramın öğeleri, ilerde göreceğimiz gibi, on dokuzuncu yüzyılın neredeyse sonuna değin ayakta kaldı ve bir anlamda günümüze dek ulaştı.

London Encyclopedia'da yayımlanan sıralamadan görüleceği gibi, Wernerci kuram genellikle büyük ve iyi gelişmiş kristalleri olan, kat kat ya da bantlı yapıda olmayan graniti, en yaşlı 'ilkel' ya da 'ilksel' kaya saymıştı. Ardından bantlı, şeritli gnays ve şistler; onların da ardından yaprak-katlı marnlar geliyordu.

Bu sıralamada anlaşılması en zor olan şistler ve gnayslardı. Gnays (içerdiği başlıca mineraller kuvars, feldispat ve mika olmak üzere) granitle aşağı yukarı aynı kristal bileşimine sahip olabilir; ama bazıları, yassı mikaların birbirine koşut durumda yattığı belirgin mineral katları sergiler; aynı gnays alanının başka bölümleriyse gözle görülür biçimde daha az bantlaşma sergiler, ve buralarda neredeyse tıpkı granite benzeyebilir. Şistte daha çok göze çarpan mika bolluğu, kayaya belirgin bir pırıltı katar ve kaya her yerde yaprak-katlı ya da şeritlidir.

Gnays ve şist gibi kayaları içine alacak yeni bir büyük kaya sınıfını *Principles of Geology* (Lyell, 1830-3) adlı yapıtında öneren, Hutton yanlısı yerbilimci Charles Lyell oldu: Bunlara, başkalaşmış kayalar dedi. Lyell (1833: 374) 'birincil' ya da 'ilkel' sözcüğü yerine, 'derinlikte oluşmuş' anlamında 'hipojen' sözcüğünü kullanıyordu. Derinlik kayaları dörde ayrılıyordu: Granit gibi tabakalı olmayan derinlik taşları; gnays ve şistler gibi 'tabakalı', başkalaşmış kayalar. Derinlik kayalarında, Wernerci yerbilimin benimsediği türden herhangi bir zamandizinsel ya da geometrik düzen bulunduğunu reddediyordu. Bu tür kayalar, ilke olarak, her yaşta olabilirdi; ama, ısı ile/ya da basınç etkisi altında oluştukları düşünüldüğünden, Lyell'e göre, hangi dizgede olursa olsun en altta yer almaları beklenirdi: Karbonifer yaşlıysa, Karboniferin tabanında, Siluriyen yaşlıysa, Siluriyenin tabanında...

Lyell'e göre (*a.g.y.*: 375-ilk basımda vurgulamıştır) başkalaşmış kayalar '*değişime uğramış* tabakalı' kayalardı, ve değişmeye sıcaklık ile basıncın neden olduğu düşünülüyordu. Ama burada bir belirsizlik vardı: Kayalar önce tabakalanıp (örneğin tortulandıktan) sonra mı değişime uğramıştı; yoksa, başlangıçta tabakalı olmayan iç-püskürük ya da derinlik taşları, geçirdikleri değişim sonunda mı kat kat yapıyı elde etmişti? Her iki durumda da, sıcaklık ve basıncın nasıl olup da kat kat bir yapıya yol açtığı karanlıkta kalıyordu.

Birkaç yıl sonra Charles Darwin, Güney Amerika'daki yerbilimsel gözlemlerini anlatırken (1846: 141-ilk basımda vurgulamıştır) 'dilinim', 'bantlı yapı' ve 'tabakalanma' terimlerini aşağıdaki anlamda kullanıyordu:

> *Dilinim* terimiyle anlatmak istediğim, kayayı kolay dilinebilir yapan dilinim düzlemleridir. *Bantlılaşma* ile gönderme yaptığım ise, çoğu başkalaşmış şistlerin yapısındaki, değişik mineralbilimsel mahiyetteki kat ya da levhalardır. Bu tür kütlelerde bir de, sık sık, almaşık (/nöbetleşe), türdeş,

dilinebilir kat ya da şeritlerle karşılaşılır; bu durumda kayada hem dilinim, hem de şeritlilik vardır. *Tabakalanmaya* gelince... Sözünü ettiğim, çoğu kez kendi içinde şeritli ya da dilinimli olan, değişik bileşimde almaşık, koşut, büyük kütlelerdir; örneğin, almaşık mika-marn, gnays, parlak kilmarn ve mermer tabakalarıdır -eğer tabaka deyimi yerinde sayılabilirse...

Darwin'in 'bantlılaşma' terimi, günümüze dek kullanımda kalmıştır;[24] ama, 'tabakalanma' terimini, gnays ve benzeri kristal yapılı katmanlar yerine tortul kayalardan söz ederken kullanıyoruz.

Darwin ve Scrope gibi kimi çağdaşları, şunu savlıyordu: Eğer magma, devinim durumundayken (akıyorken) basınç altında kristalleşirse, şeritli kayalar ortaya çıkabilir (Scrope, 1859, 1862: 300). Bu nedenle, şeritli kayalar püskürük kayalarla ilişkili olabilirdi. Fakat, Hutton ilkelerine göre, bir magma sokulumunu çevreleyen kayalarda, devinim ya da basınçtan çok, bir de ısının neden olduğu başkalaşma beklenebilirdi. İngiltere Haritacılık Dairesi açısından, başkalaşma kuramı konusunda 1880'lere değin, bu kadarı yeterliydi. Harita yapanlar çalışmalarında sık sık, magma sokulumu saydıkları yerin çevresinde (bizim deyimimizle) bir başkalaşım aylası (/halesi) belirliyorlardı. Örneğin Kuzey Galler, Shropshire ve Malvern Hills'de yapılan bu idi. Oysa, başkalaşmış kayaların haritalara işlenmesinde karşılaşılan daha karmaşık sorunlar, 1880'lere gelinceye dek sorun yapılmadı ve kuramsal yanıyla pek ele alınmadı.[25]

Kıta Avrupası'nda ve Birleşik Devletler'de durum değişikti. Dana (1843), şistsi yapı özelliğinin tortulanmanın sonucu olduğunu inkâr ediyordu; ve yanardağların etkisiyle ısınan deniz suyunun granitleri başkalaştırıp şistsi yapıya yol açabileceğini, ve kimi granitlerin başlangıçta tortul kayalar olduğunu düşünüyordu. Böylece hiç değilse bazı granitler başkalaşım geçirmiş oluyordu. Fransa'da Maden Dairesi'nde Baş Mühendis olan

Gabriel Auguste Daubrée (1814-96) (Daubrée, 1857, 1859, 1860) pek çok maddeye, su ile birlikte ya da susuz, yüksek sıcaklık ve basınç uyguladı ve malzemenin toptan erimesine gerek kalmadan (yeni minerallerin de oluşmasıyla) başkalaşım meydana gelebileceği sonucuna vardı. Özellikle, uyguladığı deneysel yöntemlerle, şeritli, şistsi (dilinim sergileyen) yapılar üretmeyi başardı.

Daubrée'nin tavrı, tekdüzenlilik ilkesine aykırıydı. Onun savına göre, *antésilurienne* kayalar (biz bugün Prekambriyen diyoruz) tabakabilimsel dikme kesitin yukarılarında bulunan kayalardan büyük ölçüde değişikti. Suyun bulunduğu bir ortamda, ve büyük olasılıkla yüksek sıcaklık ve basınç altında ve bizimkine hiç benzemeyen bir ilksel havaküre altında oluştuklarının her türlü belirtisini sergilediklerini düşünüyordu. Wernerci kuramın deyimi *océan primitif*'ten (ilkel okyanus) yararlanarak, Hutton'un karşısına dikildi: Gezegenin kökeninin, sonu gelmeyen çevrimli yerbilimsel süreçlerle 'belirsiz bir geçmişin karanlıklarında yitip gitmediğini' söyledi.Tersine, bakışımızı günümüze benzemeyen, değişik bir geçmişe çevirebilirdik. Bununla birlikte Daubrée, başkalaşmış kayalardaki şeritliliği, yerkürenin büzülmesine bağlı basınç altında oluştuklarının göstergesi sayıyordu (Daubrée, 1860: 119-24). Böylelikle kayabilim, on dokuzuncu yüzyılın ortalarında benimsenen, yerküreye ilişkin daha geniş kapsamlı düşünce biçimleriyle uyumlu duruma gelmiş oldu.

Neptüncü düşüncelerin Almanya'da da yandaş bulmuş olmasına şaşmamalı. Münih'de madencilik dersleri veren Profesör Johann Nepomuk von Fuchs (1839), çok inandırıcı biçimde şunu savunuyordu: Eğer granit erimiş bir kütlenin soğumasının ürünü ise, önce kuvars kristallerinin ayrılması gerekirdi ki, o zaman kuvars, feldispat ve mika böylesine katma karma olmazdı. Bu nedenle, ona göre, şistler, gnayslar, granitler ve porfirler sulu gevşek ya da hamur kıvamında bir ilksel kütleden ayrılmış olmalıydı. Werner'in de varsaydığı üzere, tümü çözeltiye girmiş değildi. Silikatlar, içinde kristallerin yavaş yavaş ortaya çıktığı

bir hamur durumundaydı. Çok miktarda kalsiyum karbonatlı ve magnezyum oksitli malzeme, karbonik asitin çözücü etkisi dolayısıyla çözeltiye girmiş bulunuyordu ve daha sonra çökelme sonucu kireçtaşı ve dolomit yataklarının yığılmasına yol açtı. Bu tür savlar görünüşte inandırıcı görünebiliyordu; ama, Fuchs daha ileri giderek, kimi kumların başka kayaların ufalanması, koparılarak parçalanmasıyla değil de, çökelme yoluyla oluştuğunu ileri sürdü, buna inanmak hayli güçtü. Öte yandan, ilksel havakürenin oksijen içermiş olamayacağı kanısındaydı ki, çağcıl görüş de bunu söylüyor.

Bonn'da Kimya ve Teknoloji Profesörü olan Gustav Bischof (1790-1870), mineral maddelerin birikmesinde ve değişime uğramasında suyun rolüne büyük önem veriyordu. Şu soruyu ortaya attı: Acaba büyük granit kütleleri erimiş durumdaki magmanın soğumasının sonucu muydu? Çünkü, parmak bastığı üzere, büyük, tam gelişmiş[26] kristallere, granit kütlelerinden çok granit damarlarında rastlanıyordu. Onun ileri sürdüğüne göre, bu durum, granit kütlelerinin, kızgın, gevşek hamurun yavaş yavaş soğumasıyla meydana geldiği düşüncesiyle bağdaşmıyordu; çünkü, eğer bu doğru olsa, en büyük kristallere en büyük kaya kütlelerinde rastlamak gerekirdi; küçük damarlarda değil (Bischof, 1854-5, cilt 2: 475-6). Freiberg Madencilik Akademisi'nde öğretmen olan Bernhard von Cotta (1809-82), kimi granitlerin 'ilkel' -yerkürenin ilk kabuğundan arta kalan bir posa olabileceği ve derinlerdeki süreçlerde işin içine suyun karıştığı düşüncesine kapıldı (von Cotta, 1866: 388). Mineral damarları ve cevher yatakları konusuna gelince, kimileri yerkabuğunun derinliklerine şırınga edilir gibi sokulmuşlardı; kimileri katı-gaz-katı evrelerinden geçip arılaşarak yerleşmişlerdi; kimileri derinlerdeki kızgın çözeltilerden çökelerek ayrılmışlardı. Cevher yatakları, derine inildikçe değişen basınç ve sıcaklığa göre kuşak kuşak ayrılmış olabilirdi.

Yerbilim dünyasının İngilizce konuşan kesiminde, Thomas Sterry Hunt'ın (1826-92)[27] ortaya attığı bazı ilginç düşünceler

sayesindedir ki, on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında Neptüncülüğün geçirdiği gelişime ilişkin bir görüş edinebiliyoruz. Hunt Kanada Haritacılık Dairesi'nde görevliydi; 1872'de ders vermek üzere Massachusetts Institute of Technology'ye (MIT) geçti; altı yıl sonra danışmanlık yapmak amacıyla emekliye ayrıldı ve (belki tam öyle sayılmasa da) tarihin karanlıklarına gömüldü. Ama, XII. Bölüm'de göreceğimiz üzere, geliştirmeye çalıştığı kimi düşünceler şimdilerde çağcıl yerkimyasında yerini alıyor. Hunt bol makale, kitap yayımladı ve kendi bilim dalının tarihi üstüne sahip olduğu geniş bilgi Cambridge'den verilen FRS ve LL D onur payeleri ile takdir gördü. Ünlü Archibald Geikie gibi pek çok yerbilimci Hunt'ın çalışmalarına değer vermedi; bu çalışmalarla 'geliyorum' diyen Neptüncülüğün yeniden doğuşunu görmek istemiyorlardı.

Her ne kadar kimya on dokuzuncu yüzyılın son bölümünde önemli ölçüde geliştiyse de, Hunt'tan yeryuvarlağının tarihini en başından, elementlerin ve mineral maddelerinin kimyasal nitelikleri dolayısıyla kaçınılmaz olarak meydana gelen tepkimelere göre inandırıcı biçimde anlatmasını beklemek için henüz erkendi. Yine de, o bunun peşinde idi. Yerkürenin 'kökeni ve gelişmesini' anlattığı tarih, arazide çalışan haritacılarınkinden daha atak bir izlenceyi içermekteydi; ama kimyadan yararlanışında, G. H. Darwin veya Osmond Fisher gibi çağdaşlarının, ya da Jeffreys veya Gutenberg gibi yirminci yüzyıl yerfizikçilerinin dayandığı fizik temelinden daha az güvenli temellere dayanmak zorundaydı (bkz. X. Bölüm). Brock (1979) Hunt'un çalışmalarını yerkimyası (/jeokimya) diye adlandırmak yerine, kimyasal yerbilim diye adlandırmıştır.

Kanada'da, Kanada Kalkanı'nda yer alan eski Lavrensiyen kayaları üzerinde çalıştığı sırada Hunt'ın açıklamaya çalışmak zorunda kaldığı olgulardan biri, bantlı (başkalaşmış) kayaların arasına girmiş olan kireçtaşı gibi tortullardı. Bu çok yaşlı kayalara ilişkin tabaka bilgisini Smith'in yaptığı gibi fosillerden yararlanarak ortaya çıkarmak olanaksızdı; çünkü ortada fosil yok-

tu. Bunun üzerine Hunt (1858, 1867) 'sanki görmüşçesine' uydurma bir kimyasal öykü anlatmaya koyuldu. İlksel yerkürede, şiddetli ısının egemen olduğu koşullarda, aralarındaki kimyasal çekim uyarınca birbiriyle etkileşime giren kocaman bir kimyasal madde kütlesinin varlığını düşledi. Açığa çıkan buhar, karbon dioksit, hidrojen klorür, kükürt dioksit, azot oksitleri ve (büyük olasılıkla) oksijen gibi gazlar bir gazküre oluştururken, soğumakta olan yerkabuğu cürufsu silikatlardan oluşacaktı. Yoğunluğu yüksek gazkürede yağan asit yağmurları, ince yerkabuğunun çukurluklarında asit denizleri meydana getirecek, ve denizlerdeki hidroklorik asit ile sülfürik asitlerin yerkabuğundaki silikatlarla etkileşimi, denizlerde klorürlü ve sülfatlı bileşiklerin oluşmasına ve (Arkeen ile Prekambriyen yataklarında sık rastlanan) 'kaya kuvarsı' diye bildiğimiz silisin (SO_2) çökmesine yol açacaktı. Gazküreyi daha çok su buharı ve karbon dioksit oluşturacaktı. İlkel kabuğun açıkta kalan kimi yerlerinde meydana gelecek aşınma ve kimyasal tepkime sonucunda, silikatlar alüminasilikat ya da kile dönüşecekti. Kimyasal çökelme yoluyla kireçtaşı ve tuz yatakları oluşacaktı. Hunt, ortaya attığı kuramın, Neptüncü ve Plütoncu yerbilim arasında akla yakın bir orta yol olduğunu savlıyordu. Granitin, Werner'in savladığı gibi, bütün kayaların kökü, herşeyin temeli olduğu kanısında değildi.

Soruların sorusu başkalaşım olayına gelince, Hunt (1858, 1859) başkalaşmış kayaların çökelme yoluyla oluşumu üstüne önce bir kimyasal açıklama ileri sürdü ve ardından Apalaşlarda çalıştıktan sonra 'kristal yapılı şistlerin; biraz kimyasal, biraz mekanik kökenli eski tortulların sıkılaşıp katılaşmasından meydana gelmiş olduğu' görüşünü açıkladı (Hunt, 1871: 500). Bu, tümüyle Werner'inkine benzeyen bir görüştü; ama, daha büyük bir olasılıkla De la Beche'in (1834) görüşünden türetmeydi. 1870'lerde, İngilizce konuşan yerbilimcilerin çoğu açısından kabul edilemez bir görüştü. Hunt şunu vurguladı: Kanada'nın Lavrensiyen yaşlı gnaysları, kuvarsitleri ve konglomeraları (ça-

kıl kayaç) arasına girmiş, sanki 'nöbetleşe tabakalanmış' gibi büyük kireçtaşı oluşuklarının yanı sıra büyük demir oksit yatakları ile grafit ve kükürt bileşiği metal yataklarına rastlanıyordu. Ona öyle geliyordu ki, geleneksel olarak adına 'Azoik Devir' denen devirde ilkel yaşam biçimlerinin var olduğu kabul edilmeden, böylesi yataklar anlaşılamazdı. Bu nedenle, Hunt daha 1858'ler denli eskilerde, bu çok eski kayalarda yaşam kanıtlarının bulunabileceği öngörüsünü yaptı.[28]

Arkeen (ya da Azoik, ya da Prekambriyen) yaşlı kayalarda yaşam izlerine rastlanabileceği önerisi, ilgi ve heyecan uyandırdı ve önemli ölçüde araştırmaya yol açtı. Ve Kanada Haritacılık Dairesi'nin örnek arayıcıları, tutacak gibi görünen bir aday kaya bulmakta gecikmedi (1858): Ottawa yakınlarındaki Büyük Calumet Kireçtaşı... Daire Başkanı William Logan, bulunan maddeyi öz be öz organik olarak kabul etti ve Amerika Bilim İlerletme Derneği (American Association for the Advancement of Science) 1859 tarihli toplantısında, ardından 1862'de de İngiltere'de sergilenmesini sağladı. Logan, Ottawa yakınlarındaki Grenville kireçtaşında daha başka maddeler de buldu ve McGill şirketinin yerbilimcisi J. W. Dawson da (1820-99) Arkeen devri canlılarının kanıtlarının bulunduğuna ikna oldu. Yaşamış olduğu savlanan organizmaya *Eozoön canadense* adı verildi.

Kanada Haritacılık Dairesi'nin *Eozoön* açıklamasının ardından, yerbilimciler birkaç yıl boyunca ateşli tartışmalara tutuştular (O'Brien, 1970). Kanadalılara Almanya'dan destek geldi; özellikle, kendisi de Yeni-Wernercilerden olan Bavyera Haritacılık Dairesi Başkanı von Gümbel'den... Bavyera'daki Hersiniyen gnayslarıyla bağlantılı kireçtaşlarında *Eozoön* kanıtlarını görebildiği kanısındaydı von Gümbel (1866a, b, 1868). Olumlu raporların geldiği bir yer de Bohemya idi (Hoffmann, 1869). Ama, *Eozoön* olduğu sanılan şeye püskürük kayalarda da rastlanmasıyla, sonunda sav utanç verici bir biçimde çöktü. *Eozoön* savı İrlandalı yazarlar King ve Rowney eliyle kıyasıya eleştirildi (1881).

Hunt'ın meslek yaşamının kalan bölümünde başarısız olmasına katkı yapan önemli bir etken (Kanada Haritacılık Dairesi'yle arasındaki görüş ayrılıkları yanında) kanımca, bu çökme olayıdır. Ve *Eozoön*'un gözden düşmesiyle birlikte, Hunt ve von Gümbel'in ardında olduğu Yeni-Wernerci izlenceye verilen her türlü destek ortadan yok oldu. Daha doğrusu aşağıda söz edildiği üzere, şistler ve gnaysların kökenini, ilk oluşmalarının ardından, sıcaklık ve basıncın etkisi altında meydana geldikleri biçiminde açıklayan kuramlar ağırlık kazandı. Ama on dokuzuncu yüzyılın son dönem Yeni-Neptüncülerinin üç konuda söyleyecek önemli sözleri vardı. Birincisi, yerkürenin ilk dönemini biçimlendirmede canlıların payı olduğunun neredeyse kesinkes ayırdına varmışlardı (XII. Bölüm'de üzerinde uzunca durulacak). İkincisi, başkalaşmış kayaların tümünün sıcaklık ve basıncın ürünü olmadığını kavramışlardı. (Bu nedenle, on dokuzuncu yüzyıl Yeni-Neptüncülerini, bir bakıma, bu bölüm içinde daha ilerde ele alacağımız 'migmatist'lerin öncüleri sayabiliriz.) Üçüncüsü, yerküre tarihinin en erken dönemlerinde meydana gelmiş olabileceğini düşündükleri kimyasal tepkimeler üstüne, 'sanki görmüş gibi' ilginç uydurma öyküler anlatmayı deniyorlardı. Bu yoldaki çabalar için henüz erken olduğuna kuşku yoktu. Ama yirminci yüzyılda onların izinde yürüyenler oldu ve yerküre tarihinin en başlarında meydana gelmiş olabilecek kimyasal tepkimeleri aydınlatmak, bugün yerbilimcilerin (ya da yerkimyacılarının) çalışmalarının önemli bir parçası durumuna geldi.

On dokuzuncu yüzyılda, yerküre tarihini Hunt'ın sunduğu biçimde kimya yoluyla açıklayabilmenin önünde hep büyük -olağanüstü büyük- zorluklar vardı; bu nedenle, yerbilimcilerin büyük çoğunluğunun öykü anlatmayı bırakıp kendilerini arazi çalışmalarına vermeyi akıllıca bulmalarına şaşmamak gerek. Daubrée gibi araştırmacıların kayaları incelemede kullandığı deneysel yöntemler pahalı, zaman alıcı ve uygulamadaki yüksek sıcaklık ve basınç yüzünden, kimi zaman tehlikeliydi. Öte yandan, kayabilim mikroskobu (/polarıcı mikroskop), kayabilim

için çok etkili bir araç durumuna geldi; harita çalışmalarına ve yerküreye ilişkin düşüncemize katkısı oldu.

Mikroskoptan yararlanma çalışmalarını başlatan İskoçyalı doğalcı William Nicol (1768?-1851) oldu: Ağaç fosillerinin parlatılmış ince kesitlerini mikroskop altında incelemek için bir teknik geliştirdi. Önce düz bir yüzey elde etti; bir dilimini mikroskobun tablasına Kanada balsamı ile yapıştırdı, sonra zar inceliğine indirgeyinceye dek açıktaki yüzeyi taşladı; o denli ince ki, ışığı geçirebilsin... İnceltilmiş örneğin üzerine ayrıca ince bir cam da yapıştırarak korunması sağlanabiliyordu.

Nicol (1829) yalnız bununla yetinmedi; kalsit kristalinden yararlanarak polarize ışık üretmenin paha biçilmez bir yöntemini de buldu.[29] Bu yöntemin yardımıyladır ki, günümüz bitkileriyle fosil örneklerini karşılaştırarak, bitki fosilleri alanına değerli katkılarda bulunabildi. Ama kaya ve mineralleri, uygulamanın dışında bıraktı. Nicol'un birikimini ve araçlarını devralan Edinburgh'lu Alexander Bryson kaya ve minerallerden daha önce bazı ince kesitler yaptıysa da; bunu 1850'lerde gerçekleştiren, Yorkshire'lı Henry Clifton Sorby (1826-1908) oldu.

Sorby Edinburgh'a geldi; Bryson'un koleksiyonunu gözden geçirdi ve içinde bu alanda çalışma isteği canlandı: Önce (1851) fosil içeren tortul kayalarla işe başladı; ama sonra ([1856] 1857), dikkatini başkalaşmış kayalara çevirdi. Kuvars içeren mika-şistlerde, içinde su bulunan boşlukların var olduğunu gözledi. Ne türlü değişimle sonuçlanırsa sonuçlansın; başkalaşımın, suyun da katıldığı bir süreç olduğunu aklına düşüren, bu gözlem oldu. Daubrée gibi kişilerin deneysel çalışmalarıyla desteklediği bu düşüncenin, Neptüncü eğilimleri ağır basan yerbilimcileri rahatlatması doğaldı.

Fakat kimi araştırmacılar, başkalaşımda basınç ve/veya sıcaklığın rolü olduğunun; suyun (çok ısıtılmış olsun ya da olmasın) etkinliği olmadığının kanıtlarını buldular. Amerikalı yerbilimci Henry D. Rogers (1858, cilt 2: 911-16) dilinim ve bantlılaşmanın yerkabuğunda yayılan ısı dalgalarının etkisiyle ortaya çıktığını

düşünüyordu. Isıyı dalga dalga yayansa, ona göre, yerkabuğunun altında bulunduğunu varsaydığı akışkandaki dalgalanmaydı. Tortulların basınç altında şiste dönüştüğünü düşünen Prusya Haritacılık Dairesi'nden Karl Lossen (1869: 282), yazılarında 'oynak başkalaşım'[30] olayından söz etti. Ardından, önce Saksonya Yerbilim Haritacılık Dairesi'nde çalışmış, sonra Bonn'da mineralbilim ve yerbilim dersleri vermiş Johannes Georg Lehmann (1851-1925), Saksonya'nın Chemnitz bölgesindeki önemli bir başkalaşmış kaya karmaşığının ayrıntılı betimlemesini yayımladı. Lehmann, kayabilim mikroskobu altında, adına granülit denen bir kayanın, basınç altında biçim bozulmasına uğramış ve yeniden oluşum durumundaki kristallerinin kanıtlarını gördü: Sanki malzeme, basınç altında kendisini bırakıvermiş gibiydi; ama ille de sıcaklık ve suyun etkisinde kaldığı söylenemezdi. Ayrıca biçimini yitirmiş kristaller ya da kristal kırıklarından oluşan bir zemin üzerine gömülü, kök kayadan kaldığını sandığı kristal parçaları görebiliyordu (Lehmann, 1884: 248). Ama kristallerden bazıları mika kristaliydi ve tümü birden yapraklanmıştı. Bütün bunlardan, kayanın ezilmiş ve parçalanmış olduğu anlaşılıyordu; bir miktar yeniden kristalleşme olmuştu, ama kayanın şistsi niteliğiyle kökel tabakalanma ya da tortulanma arasında hiçbir bağlantı yoktu. İşte bu, 'dinamik başkalaşım' idi.

Lehmann'ın düşünceleri, kısa sürede İngiltere'de, Birmingham Mason College'dan Charles Lapworth'ce (1842-1920) benimsendi. İskoçya'nın kuzeyini kaplayan büyük şist bölgelerinin yanal kuvvetlerce ve ters faylanma[31] (bindirme) sonucu oluşmuş olduğu yorumunu yaptı: Ona göre şistler, bir biçimde bir tortul kaya gibi kat kat birikmiş olmaktan, ya da önce tortul kaya olarak birikip daha sonra başkalaşmış olmaktan çok, yerleştikleri sırada basınç ve devinimin birlikte etkisiyle oluşmuşlardı (Lapworth, 1883-4). Lapworth'ünkü gibi düşünceler devletin Haritacılık Dairesi'nce de benimsendi ve Kuzey İskoçya'nın kuzeybatısının karmaşık yerbilimini anlamada anahtar görevi yaptı (Oldroyd, 1990a).

Peki ya granitler? And Dağları'nda, California'nın Yosemite Ulusal Parkı'nda, ya da İngiltere'nin Dartmoor bölgesinde, Cumbria'da Lake District'in kuzey bölümünün altına sokulmuş durumda ya da Glasgow yakınında Arran Adası'nın kuzeyinin büyük bölümünde dağlar dolusu granite rastlanır. Şimdilerde oturduğum eve daha yakın bir kütle de, Sidney'in batısında Bathurst yakınlarında var; Avustralya'da... Bu tür granit kütleleri, yalın Huttoncu kuram için bir sorun oluşturmaz: O kurama göre, çok büyük miktarlarda magmanın aşağıdan yukarı doğru yerkabuğunun içine zorla sokulmasıyla meydana gelmiş oldukları biçiminde yorumlanmalıdırlar. Orada soğuyarak, adına batolit denen kocaman, iri billurlu kütleler oluşturmuşlardır.[32] Bu tür sokulmaların alt bölümünü arazide görme olanağı genellikle bulunmaz; ama, üstlerini örten kayalar aşınma yoluyla sıyrılınca tepeleri açığa çıkar ve batolitlerin genel biçimini artık yerfiziği yöntemlerinin yardımıyla ortaya çıkarmak olanağı var.[33]

Fakat insan, soğumakta ve dönmekte olan bir cismin fiziksel davranış özellikleri üstüne düşünmeye başladığında, böylesi bir kuram ciddi zorluklarla karşı karşıya kalır. Örneğin, Cambridge'li matematikçi/fizikçi/yerbilimci William Hopkins (1793-1866), -işin içine soğumakta olan cisimlerin davranış özelliklerini, yerkürenin biçimini ve gündönümlerinin erkene kaymasını katarak- yerkürenin kabuğunun yerbilimcilerin sandığından çok daha kalın çıkacağını matematiksel olarak gösterme çabasına düştü (Hopkins, 1838, 1839, 1840, 1842). Görmezden gelinemeyecek denli haklı olduğu bir yer vardı. Eğer -Huttoncu kuramın ileri sürdüğü gibi, ve anlaşılan Cordier'nin doğruladığı üzere- yerkürenin içi akışkan ise ve dışı da görece ince bir kabuktan oluşuyorsa, Ay'dan ve Güneş'ten kaynaklanan büyük çekim kuvvetlerinin etkisi altında kalmalıydı. Sonuç olarak, Huttoncuların genelde anladığı biçimiyle bir yerküre, doğası gereği duraylı olamayacaktı. Dolayısıyla Hopkins, klasik Huttoncu kuramın varsaydığı biçimde, yerkürenin koskoca akışkan iç bölümüyle yanardağlar arasında doğrudan bir bağlantı olma-

sının zor olduğunu düşünüyordu. Ona kalırsa, Cordier'nin yaptığı gibi yerkürenin dış kabuğunda gözlenen, derine doğru sıcaklık artışından yola çıkarak yerkürenin içinin sıvı olduğu sonucuna varmak akla yakın değildi. Bu kestirim, yüksek basıncın rolünü yeterince hesaba katmıyordu.

O nedenle Hopkins şunu önerdi: Batolit denilen büyük kristal kütleler iç püskürük olmaktan çok katılaşmış lav gölleriydi; bunlar, gezegenin kökel erimiş kızgın kütlesinden geride kalan artıklardı (Hopkins, 1840, 1842).[34] Oysa, *Face of the Earth* [Yerkürenin Yüzü] (1904-24) adlı yapıtında Suess gösterdi ki, 1893 yılında *Erzgebirge*'lerde yaptığı gözlemlerin düşündürdüğü üzere, oradaki granitler dağların doğrultularını ve kıvrımlarını kesip geçmektedir. Bu da, granitlerin yerleşmesinin yerli kayanın oluşumundan sonra geldiğini akla getiriyordu. Suess (1909: 552) ayrıca 'bitişik kayanın eritildiği ve soğurulduğunu' çağrıştıran kanıtlar gördü. Hadi bakalım, yeniden Huttoncu kuram girmiş oluyordu işin içine.

Bu konu gerçekten çok karmaşıktır ve bizi doğrudan kayabilim kuramının en can alıcı noktasına götürür. Granitin kökeni sorunu yerbilimciler arasında, on dokuzuncu yüzyılın sonlarından yirminci yüzyılın birinci yarısına, ve kimi bakımlardan günümüze değin süren, büyük bir anlaşmazlığa yol açmıştır. İlkin, dışa doğru uzaklaştıkça granitlerin çoğunlukla usul usul gnayslara dönüşmesi; ya da kimi granitlerin tabakalanma ve/veya bantlaşma belirtileri sergiliyormuş gibi görünmeleri olgusu var. Ayrıca, aşınmalarla üstleri açılmış kimi granitler, granit malzemesinin -yerine zorla sokulmaktan çok- önceden var olan başkalaşmış kayaların içine, her nasılsa usul usul işlercesine yayıldığını düşündürüyor. Buna göre, tabakalanma, işleyerek yer değiştirmeye uğramış yapıların göstergesi olabilir. Basit Huttoncu kuramdan yola çıkınca, gözle görülür bir tabakalanma bulunmamalıdır.[35]

İkinci büyük zorluk da, on dokuzuncu yüzyıl yerbilimcilerinin, granitin bileşenlerini -ister eriterek kaynaştırma yoluyla ol-

sun, ister sulu ortam yardımıyla olsun- bir araya getirip graniti yapay olarak elde edememelerinden ileri geliyordu (Fouqué ve Michel-Lévy, 1882: 19-20); oysa, bazalt gibi başka kayalarda az çok başarılı oluyorlardı.

Üçüncü büyük zorluk, 'uzam sorunu' olarak adlandırılabilir. Bu kimi zaman üzerinde durmaya değmez gibi görünebilir. Örneğin, Arran Adası'nda yapılan harita çalışmaları, adanın kuzeyindeki granit kütlesinin hemen çoğunu saran şistlerin önce kocaman bir kubbe gibi kemerlendiğini, ardından aşınmayla tepesinin sıyrıldığını gösteriyor. Ama başka bölgelerde (Güneydoğu Galler'de, Bathurst yakınlarında olduğu gibi) benzeri bir kemerlenme durumu yoktur. O yüzden, böyle durumlarda kişi, yalnızca geometrik değerlendirmelerle yetindiği zaman, erimiş kızgın magmanın aşağılardan sokulduğu ve çevreleyen kayaları yukarı doğru zorladığından kuşkuya düşüyordu. O zaman şu olasılık akla geliyordu: Granitleşmeyi sağlayan her ne ise, yerli kayayı bir biçimde granite dönüştürüyordu. Bu görüşe göre, granit gerçekte bir tür başkalaşmış kaya olabilirdi ve oluşum sürecine 'granitleşme' adı verilebilirdi (Sederholm, 1923: 5).[36]

Yukarıda başkalaşımın basınç dolayısıyla meydana geldiği düşüncesinden söz ettim. Eğer yeni kayalar, basınç ve sıcaklığın birlikte etkisiyle, çok geniş bir alanda oluşmuşsa, bu süreç genel olarak 'bölge-ölçekli başkalaşım' diye adlandırılır. Terimi ortaya atan Daubrée'dir (1860: 155). On dokuzuncu yüzyıl yerbilimcileri bu tür başkalaşmış kayaların kökeni üzerinde anlaşmakta zorluğa düşmüşlerdi. Birkaç Fransız yerbilimci (en başta Fransa Haritacılık Dairesi üyesi ve Elie de Beaumont'un öğrencisi Auguste Michel-Lévy (1844-1911) olmak üzere), granitlerin kıyı bölgelerinde zaman zaman görülen şist ya da gnays türü yapı özelliklerinin, magma ile yerli kayanın, basınçlı kızgın suyun eşliğinde, kimyasal etkileşiminden doğduğunu savlıyordu (Michel-Lévy, 1893-4: 20). Bu duruş, Alfred Lacroix (1863-1948) ile, bir ölçüde Paris Madencilik Okulu Profesörü Pierre Termier (1859-1930) gibi başka Fransız yerbilimcilerce de be-

nimsendi. Oysa Heinrich (Harry) Rosenbusch (1836-1914) gibi Alman yerbilimciler, daha çok yüzyılın başında gelmiş Scrope'unki gibi bir tutumla, başkalaşım yapılarının (bant ve şeritlerin), sokulan, soğuyan magmanın (dinamometamorfizm) kıyı bölgelerindeki devinimler yüzünden meydana geldiğini savlıyordu (Rosenbusch,1896, cilt 2: 85).

Termier'nin düşünceleri, Michel-Lévy'ninkinden daha 'uçta' idi. Dinamometamorfizma kavramının Alpler gibi bölgelerdeki genel başkalaşımı açıklayabileceğini kabul etmeyen Termier (1904: 585), başkalaşım süreciyle bir yağ lekesinin yayılması arasında benzerlik kuruyordu: *Tâche d'huile* adıyla bilinen düzeneğine göre, kızgın, akışkan magmanın, yerli kayanın içine işlediğini ve tümüyle başkalaşıncaya değin onu -belki de kendisi gibi granite- dönüştürdüğünü düşünüyordu. Dönüşmüş olan kaya o zaman, kökeni bambaşka bile olsa, sanki sıvı magmanın derinde yavaşça soğuması sonunda oluşmuş görüntüsü verebilirdi. Bu görüşe göre, klasik Huttoncu kuramın karşılaştığı uzam sorunu (tartışılabilir olmakla birlikte) sorun olmaktan çıkıyordu.

Bu tür düşünceler, Finlandiya Haritacılık Dairesi'nden Jakob Johannes Sederholm (1863-1934) gibi İskandinavyalı yerbilimcilerce büyük ölçüde desteklendi. Burada şu söylenebilir: Yörel gözlemlerin, kişinin başlangıçta aldığı eğitimden daha ağır bastığı gibi bir görünüm var; çünkü, her ne kadar Sederholm Almanya'da Rosenbusch'un yanında yetişmiş olsa da, öğretmeninin başkalaşım konusundaki görüşünü benimsemediği görülüyor.[37] Yer yer Finlandiya Körfezi[38] kıyılarında ve 'Baltık Kalkanı'nın daha başka yerlerinde, geçmişte buzulların sıyırarak cilaladıkları ve denizin etkinliği ile oyduğu, şaşırtıcı kaya yüzeylerine rastlanır. Kayalar katlanmış, sıkışmaya uğramış ve yumruklanmışa benzer: Sanki talaş kebabının yaprak yaprak hamurunu yoğuran aşçının elinden çıkmış gibi... Ama, bir yandan da, kayaların sanki granit malzemesi emdirilmiş şiste benzediği söylenebilir. Oysa, bunun gerçekleşebilmesi için magmanın olağanüstü akışkan olması gerekir. Gerçekten de, kayalarda

öyle bir görünüm var ki, ıslanan bir kitabın sayfaları suyu nasıl emerse, granit malzemesi de kayaya o biçimde yerleşmiştir sanki. Resim 9.2'de görüldüğü gibi, kıvrımlanmanın da işe karışmasıyla kayanın yapısı daha da karmaşıklaşabiliyor.[39]

İskandinavya'nın Prekambriyen kayalarını araştırdığı dönemde Sederholm, bu tür kayaları yıllarca yılmadan inceledi; onlara Yunanca 'karışım' anlamına gelen *migma* sözcüğünden türeterek 'migmatit'ler adını verdi (Sederholm, 1907, 1923, 1926, 1934) ve ayrıca, 'akıntı kıvrımlanması' anlamına gelen 'pitigmatik kıvrımlanma' terimini ortaya attı (Sederholm, 1907: 110). 'Migmatit' adı bu kayaların türdeş olmayış özelliğini çok iyi anlatıyordu. Ama, 1907 yılında yayımladığı ilk makalesinde Sederholm, migmatitlerin oluşum sürecine -granit magmasının yerli kaya içine süzülerek yerleşmesi gibi- biraz Huttoncu, çevrimsel bir gözle bakma eğilimindeyken, daha sonraki çalışmalarında, sulu çözelti ile çok seyreltik bir magma arasında değişen granit 'suyu'dan ya da 'ichor'dan[40] (akıntıdan) söz ediyordu; ayrıca sonunda, bolca uçucu durumda su içeren bir magmadan söz etti (Sederholm, 1926: 89).

Migmatitlerin çoğu, özellikleri ve bileşimi bakımından granitlere yakın olduğu için bunun, graniti bir tür başkalaşmış kaya gibi görmekten pek ayrılır bir yanı yoktu: O zaman, graniti büyük bir akışkan magma kütlesinin yavaş yavaş soğumasının ürünü sayan kökel Huttoncu granit kavramından çok uzaklaşmış oluyorduk. Şistten gnaysa, granite derece derece geçişin akla gelebilecek her türünün bulunabildiği Baltık kalkanında kayalar böylesi bir kuram değişikliğini zorlamış gibi görünüyor. Kayaların bir bölümü granite dönüşmüş bile olsa, çoğu durumda kökel şistlerden kalma hayalet-yapı ortadadır.

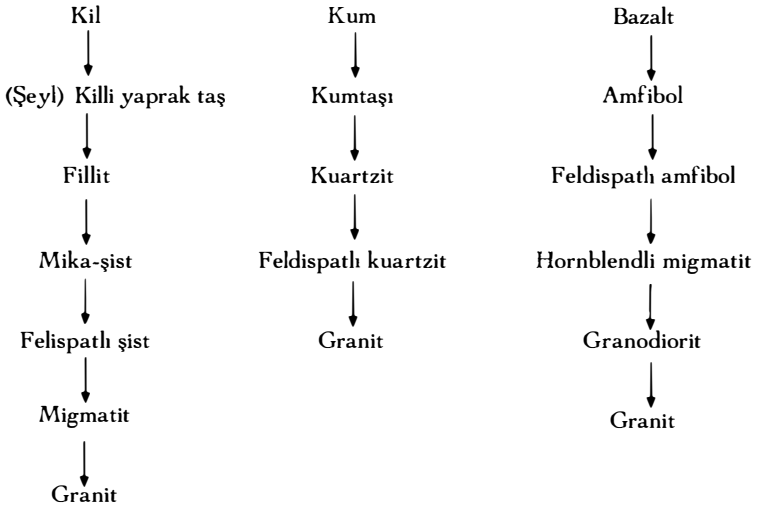
Çağcıl ders kitaplarında (örneğin Holmes, 1965: 182) belirtildiği üzere, geçişin değişik aşamalarındaki kayalar incelenerek migma etkinliğinin neden olduğu tüm değişimler sırasıyla akılda canlandırılabilir ve ne dikkat çekicidir ki, başlangıçtaki malzemeler granitten oldukça ayrı olsa da, son ürün her durumda



Resim 9.2 Helsinki'nin 30 km güneydoğusunda Söderskär Adası'ndan migmatit. (Finlandiya Yerbilimsel Haritacılık Dairesi'nin izniyle)

granit olabilmektedir. Çizim 9.3'te bunun örnekleri veriliyor[41]. Bu tür sıralı değişimlerin kavranabilmesi, değişimi sağlayan etkenin yalnız erimiş magma olarak değil de, çözülmüş malzeme içeren su, ya da gaz biçimde su ile birlikte düşünülmesi duru-

Çizim 9.3 Migmatite dönüşme örnekleri



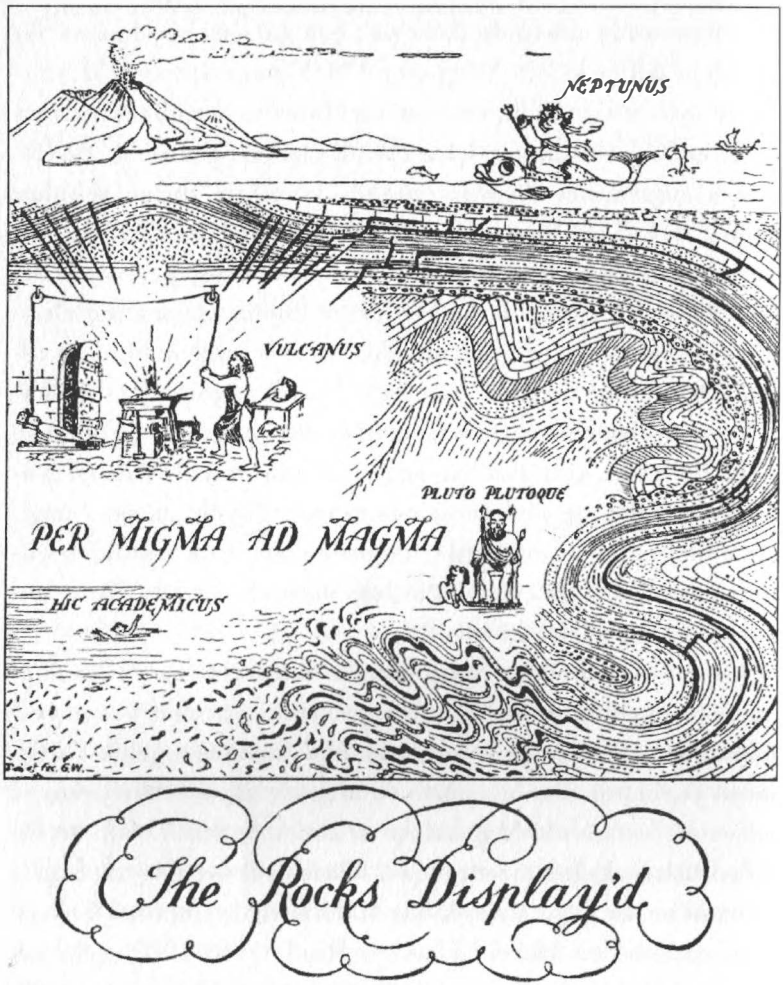
munda olanaklıdır. Çözelti, ilk gömülme sırasında tortullardan ayrılmış; ve içine aldığı daha başka uçucu ve devingen maddelerle birlikte tekneleşmiş bir çöküntü alanının derinliklerinden, yüksek sıcaklık ve basıncın yardımıyla dışarı atılmış olabilir. Çözeltinin, su gören bir kitabın sayfalarının ıslanması gibi, sızdığı ya da işlediği görüntüsü, o zaman akıl erdirilebilir duruma geliyor. Meydana gelen bir tür başkalaşmadır.[42]

Sederholm'un temel düşüncesi, migma etkinliği sırasında bir tür malzemenin şırınga edilmiş olduğuydu. Ama İskandinavyadan bir meslektaşı, İsveçli yerbilimci P. J. Holmquist (1916) bu görüşü sorguladı. Holmquist bantlı yapıların kimyasal başkalaşım sırasında ayrımlaşma ile oluştuğunu düşünüyordu: Kayaların bir bölümünde erimeye, ama tümünde biçim bozulmasına yol açan aşırı sıcaklık ve basınç ortamında, deyim yerindeyse, sanki tülbentten geçercesine dışa doğru sıkılıyormuş gibi... Bu tür düşünceler, her ne kadar Sederholm'unkilerden daha az inandırıcı gibi görünebilirse de, söz konusu süreçlerin, büyük olasılıkla sulu ortamdan kaynaklanan mineral yüklü buharlarla karşılaşmanın beklenmeyeceği derinliklerde, büyük basınç ve yüksek sıcaklık altında gerçekleştiği unutulmamalı.

Migmatitler üzerinde daha pek çok çalışma yapılmıştır. İsviçreli yerbilimci C. E. Wegmann (1935) migmatitleşme düşüncesini öylesine sevdi ki, onu her türlü türdeş derinlik kayasının (Plütonitler) oluşumunu içine alacak biçimde genişletti: Bu kayalara migmatitler diyordu; çünkü, 'yörel' ve 'dıştan sokulup gelmiş' kayaların, bazan çözeltilerin etkisiyle, bazan da eriyerek birleşmesinden oluşuyorlardı. Buraya dek herşey pek iyiydi de; hiç değilse bazı granitlerin, gerçekten büyük magma kütlelerinin soğumasıyla oluşup oluşmadığı sorusu yanıtsız bırakılıyordu. Migmatitler üzerinde yapılan çalışmalara göre, var olan katı kayanın değişime uğraması sonucu ortaya granit çıkabilirdi. Peki, bu bütün granitler için geçerli olabilir miydi? Acaba, granitin öylesi, ve de şöylesi olamaz mıydı? Büyük, akışkan magma kütlelerinin derinliklerden doğru yukarı zorla sokulup soğuyarak granit batolitlerini doğurduğunu söyleyen eski Huttoncu görüşe hâlâ yer olabilir miydi?

Granit ve gnaysların oluşumunda magmaya mı, yoksa migmaya mı öncelik verilmesi gerektiği sorunu, yirminci yüzyıl yerbiliminde en tartışmalı konulardan biri durumuna geldi. Tartışmaya yeni katılanlar, magmacı ve migmacı diye adlandırılmayı, isteyerek benimsedi. Magmacılar arasında önderlik belki de, kimi görüşleri aşağıda özetlenecek, Norman Bowen'deydi. İngiliz dilini konuşan migmacıların başını, Londra'da Imperial College Profesörlerinden Harold Herbert Read (1889-1970) çekiyordu.[43] Kayabilimciler arasındaki patırtı otuz yıldan uzun sürdü. Tartışma, on dokuzuncu yüzyılda Neptüncülerle Vulkancılar arasındaki eski tartışmanın bir bakıma yeniden gösterime girmesi gibiydi. Read'in *Granite Controversy* (1957) adlı yapıtının iç kapağında yer alan çizimde (Çizim 9.4) açıkça görüleceği üzere, tartışmacıların aralarındaki yarışmaya böylesi bir gözle bakmaktan hoşlandıklarına kuşku yok.

Fakat bu tartışmaların önemini kavrayabilmek için, bir kez daha on dokuzuncu yüzyıla dönmemiz gerekiyor. Magmanın soğuması ve katılaşması sorununu Huttoncu bir yaklaşımla, kesti-



Çizim 9.4 Harold Herbert Read'in *Granite Controversy* adlı yapıtında, migmacı-magmacı tartışmasını Vulkancılarla-Neptüncüler arasındaki çekişmeye benzeten karikatür (Read, 1957, iç kapak).

rip atmıştık. Köküne bakıldığında süreç, migmatitleşme sürecini işin içine katmasa bile, yalın olmaktan ya da tartışmasız kabul edilebilir olmaktan çok uzaktı. Çünkü, baz özellikli gabro'lardan tutun da, asit özellikli granitlere varıncaya değin, değişik türde pek çok iri taneli, kızgın-derinlik kayası var. Nedeni ne olmalı? Acaba bir tek magma vardı da, soğuyup billurlaştıkça, bir biçim-

de, kendi içinde ayrımlaşmaya mı uğramıştı? Veya iki ya da daha çok cins yeraltı magması vardı da, değişik iç-püskürük kütleler bunların çeşitli oranlarda karışmasından mı doğmuştu?

Darwin (1844: 117-24) tek bir magma türünün, yerçekiminin etkisi altında, kendi içinde ayrımlaşmaya uğrayabileceğini düşünüyordu: Çünkü erimiş kızgın çorba içinde, belki de, bazı kristaller önce oluşacaktı ve kendi ağırlıklarıyla çökeceklerdi. Geri kalan sıvı, başka yarıklara ya da boşluklara (odalara) boşalmış olabilir; dolayısıyla, ilk ayrılan kristal ürününden değişik bileşimde bulunabilirdi. Birleşik Devletler Keşif Topluluğu'yla yaptığı çalışmalar sırasında (1838-42), Pasifik Adaları'nda gözlediği yanardağ kökenli kayalar üstüne düşünürken Dana (1849: 372), 'sıvı içinden sıvının ayrılması' diye bilinen bir süreç dolayısıyla, daha kristalleşme başlamamışken, magmada ayrımlaşmanın başlayabileceğini varsayıyordu.

Temelde iki çeşit yeraltı magması bulunduğu düşüncesini, 1851 ve 1853 yıllarında kimyacı (Bunsen aleviyle ünlü) Robert Bunsen (1811-99) ileri sürdü. 1845 yılında İzlanda'ya yaptığı gezide topladığı çok sayıda kaya örneğini, çözümlemek amacıyla yanında Almanya'ya götürdü. Görüldü ki, iki ana kaya türü vardır: Bunlardan silis-varsılı olanlara 'trakitsi'ler; silis-yoksulu olanlara 'piroksensi'ler adını verdi. Bir kimyacı olarak Bunsen belki de, ulaştığı kimyasal çözümleme sonuçlarını yorumlarken ortaya çıkan yerbilim sorunlarını, o denli umursamıyordu. İzlanda'nın altında iki kocaman magma kazanı bulunduğunu ve karşılaşılan kaya çeşitlerinin, bu iki magmanın değişik karışımlarından oluştuğunu varsaydı, kolayından.

Bir başka varsayım da, hem İzlanda'daki ve hem de Sicilya'daki yanardağ kayaları üzerinde çalışmış olan W. Sartorius von Waltershausen'den (1809-76) geldi (Sartorius von Waltershausen, 1853). Magmaların yeraltında, düşükten yükseğe, yoğunluklarına göre kuşak kuşak ayrıldığını ve dış-püskürük kayaların her yerbilimsel dönemde ayrı bir kuşaktan geldiğini düşünüyordu. Daha yaşlı, silisi daha bol ve daha hafif olanlar yeryüzüne da-

ha yakın kesimden geliyordu; yerkabuğunun henüz o denli kalınlaşmadığı dönemde püskürmüşlerdi. Yerkabuğu, daha sonra, zaman içinde yeryuvarlağı soğudukça, baz niteliği baskın (silis yoksulu) kayaların katılaşmasıyla kalınlaşmıştı. Bu kuram, yerbilimsel yaşın kayanın bileşimiyle ilişkili olduğunu öteden beri savunan Neptüncü inançla bağdaşıyordu. Oysa, bu kez kuram Neptüncü nitelikte değil, Vulkancı nitelikteydi.

Öyleyse on dokuzuncu yüzyıl ortalarında, gerçekte birbiriyle çarpışan üç Vulkancı kuram vardı: Darwin ve Dana'nın öngördüğü yörel ayrımlaşma kuramı; Bunsen'in 'karmacı' kuramı; bir de Sartorius von Waltershausen'ca önerilen ilkel aşamada ya da en başta ayrımlaşmış magma. Bu kuramlardan bir bireşim çıkarmayı deneyen Joseph Durocher (1817-60), iki ayrı magma olabileceğini; ama bunların, Sartorius von Walterhausen'in kuramındaki gibi kuşaklar durumunda yerleşmiş olabileceğini ileri sürdü (Durocher, 1857a, b). Oysa, her iki kuşağın da sıvı durumda kaldığı düşünüldüğüne göre, kaya türü ile kaya yaşı arasında özgül bir ilişki bulunmamaktaydı. Durocher, soğumakta olan erimiş metal alaşımlarda gözlenebilenlerle benzerlik kurarak, magma içinden (sıvıdan) sıvı ayrılması düşüncesini destekledi. Ayrıca, maden damarlarının iki türlü arınma sonucu ortaya çıkabileceğini düşünüyordu: *Émanations motrices* (metalik arınma) ile *émanations fixatrices* (kükürtle arınma). Bu, yerküre üstüne düşünceleri neredeyse Aristotelesçi kurama geri götürmek anlamına geliyordu (bkz. s. 28).

Ferdinand von Richthofen (1868) yayımladığı etkileyici bir makalede, dikkatleri derinlik kayalarından daha çok yanardağların püskürdüğü kayalara çekti. Macaristan Karpatlarında ve Amerika'nın Sierra Nevada Sıradağları'nda gözlenen, aşınma sonucu açığa çıkmış kayalara dayanarak, Tersiyer'de dış-püskürmenin genel ve magmalarda önceden var olan dikey sıralamaya bağlı olarak propilit[44], andesit, trakit[45], riyolit, bazalt sırasına göre olduğunu ileri sürdü. Buradaki düşünce şuydu: Erken dönemlerdeki püskürük kayalar daha çok silis ağırlıklı olmalıy-

dı; ama, Tersiyer'e gelindiğinde silis içerikli magma büyük ölçüde tükenmiş olduğundan, Tersiyer'deki arkası kesilmeyen şiddetli yanardağ püskürmeleri (İrlanda'nın ünlü Devler Yolu'nda; ya da Çek Cumhuriyeti'ndeki kayalar gibi) çoğunlukla bazalt nitelikliydi. Riyolit nicelikçe azınlıktaydı ve (her nasılsa) ikincil süreçlerin ürünüydü.

On dokuzuncu yüzyıl geçedursun, ayırt edilen değişik iç-püskürük kayalarının sayısı, rahatsız edici bir hızla çoğaldı: Biraz kimyasal çözümleme sonucu ve biraz da mikroskopta ince kesitleri inceleme sonucu iç-püskürük kayaların sayısında öylesine bir artış oldu ki, yüzyılın sonundan çok önce artık, her bir kimyasal bileşimdeki kaya için özel bir tür magma bulunduğu düşüncesinde direnmenin olanağı kalmamıştı; her yerbilimsel döneme özgü ayrı bir tür püskürük kaya olduğu düşüncesi ise inandırıcılığını daha da yitirmiş görünüyordu. Kimyasal yaklaşımı benimseyen Harry Rosenbusch'a göre (1890), magmanın ayrımlaşması *(Spaltung)*, ayrılan her eriyiğin içerdiği elementlerin magma içinde kimyasal eğilimleri yönünde tepkimelere girmesinin sonucuydu. Burada ayrıntılarına girmeye gerek yok; ama şu kadarı belirtilebilir ki, Rosenbusch, magma içindeki kimyasal etkinlikler sonucu ortaya çıkan beş temel magma türü olduğunu düşünüyordu: 'Foyait'[46], granit, granodiyorit, gabro, ve peridotit. Her temel magma türü, kendisine özgü bir temel kimyasal molekül ya da 'çekirdek' içeriyordu. Bu kimyasal molekül ya da çekirdekler güya değişik oksitleri ya da metalleri kendi içlerinde çözerek, değişik türde püskürük kayalar meydana getiriyorlardı. Bir birincil ayrımlaşma sonucu derinlerdeki değişik magmaların oluştuğu; ikincil bir ayrımlaşma ile de, yüzeydeki değişik kayaların ortaya çıktığı düşünülüyordu.

Bütün bunların dışında bir görüş de, Stokholm Üniversitesi Yerbilim ve Mineralbilim Profesörü Waldemar Brøgger'ce (1851-1940) ileri sürüldü. 663 sayfalık dev boyutlu günlüğünde Brøgger (1890[47]), Oslo bölgesinin püskürük kayalarını (kendine özgü çeşit çeşit kayalarını) anlattı. Kayalar sanki birinden

ötekine, kesintisiz, geçişli bir dizi oluşturur görüntüsü veriyorlardı. Öyleyse, görünüşe göre, Oslo bölgesinde ortak bir magma kazanı bulunmuş olmalıydı; yoksa, yerkürenin içini kaplayan bir magma katmanı değil... Gözlemlerini açıklayabilmek için Brøgger, 'Soret İlkesi'[48] adıyla anılan bir yola başvurdu. Diyelim ki, bir tuz çözeltisinin değişik iki bölümü iki ayrı ısıda tutulsun. Çözücü, geçişme (/ozmos) yoluyla daha soğuk, daha seyreltik bölümden daha sıcak, daha derişik bölüme geçecektir. Eğer, o sırada, tümü birden dondurulacak olursa, dizgenin, dondurma öncesi daha soğuk olan bölgesinde, tuz yoğunluğunun arttığı görülecektir. Brøgger Norveç'te incelediği karmaşık tam-takım kaya dizisinin de başından, böylesi bir durumun geçmiş olduğunu düşünüyordu. Magma kazanının değişik bölümleri, doğallıkla ayrı ayrı sıcaklıklarda bulunacaklardı; dışa yakın bölümler daha serin iken, Soret İlkesi geçerli olabilirdi.

Bu durumda, görüleceği üzere, on dokuzuncu yüzyılın sonuna gelindiğinde, Vulkancı ya da Plütoncu genel ilkeler geniş kabul görmüş olmakla birlikte; ister iç püskürük, ister dış püskürük olsun, magma kökenli kayaların meydana gelişi sırasında yerkürenin içinde neler olup bittiğini açıklamaya yarayan, ortak bir takım ilkeler bulmakta büyük zorluk vardı.

Kimyasal ve fiziksel sorunlar yanında, ayrıca bir de temel geometri sorunu vardı: Magmanın yuvalandığı boşluk nasıl açıklanabilirdi? Yukarıda sözü edildiği gibi, derinliklerde oluşmuş, delip geçen, büyük kütlelerin üstünü örten kayalarda, günü geçmiş Huttoncu kuram uyarınca beklenebileceği üzere, bir kubbeleşme görülmüyordu her zaman. Harvard Üniversitesi'nden Kanadalı yerbilimci Reginald A. Daly (1871-1957) bu sorun üzerinde özel bir biçimde durdu.

Igneous Rocks and their Origin adlı tanınmış metinde Daly (1914: 194), 1893 yılında Harvard'da öğrenci olduğu sırada, Vermont'da, bir bölgenin haritasının yapmak üzere görevlendirilişini anlattı. Bölgede bir dizi delip geçen, iç-püskürük kaya bulunmaktaydı ve Daly, arazideki gözlemlerine bir anlam ver-

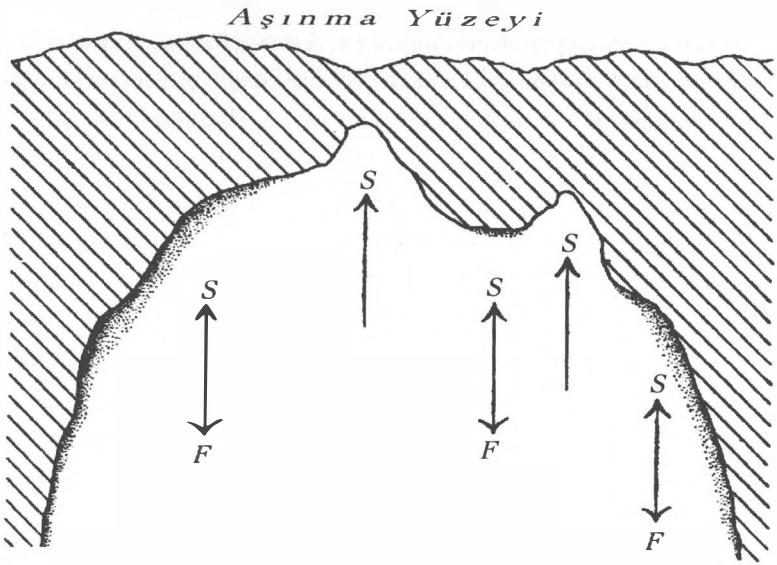
mekte zorlandığını gördü. Sonunda, 1902 yılında ortaya bir görüş attı: Yerkabuğunun bazı bölümleri çökebilir ve içine gömüldüğü erimiş malzemece özümsenerek magmanın yanlardan taşmasına neden olabilirdi. Daly bu sürece, 'magma oyuntulaması'[49] adını verdi. Bu model, 'uzam sorunu' ile oldukça akla yakın bir biçimde başa çıkıyordu (Daly, 1903).

Daly ayrıca, magmanın değişik sıvı bileşenlerinin değişik yoğunlukları dolayısıyla bir biçimde birbirinden ayrılacağını düşündü ('sıvı ayrımlaşması'). Ayrımlaşma burada durmayabilir; sıralı kristalleşme süreciyle sürebilirdi: Bazı kristaller diğerlerinden önce oluşur ve yerçekiminin etkisi altında dibe çökerken, eriyiğin üst bölümlerinin kimyasal bileşimini değiştirmiş olurdu. Bu, özünde, daha önce Darwin'in ileri sürdüğü düşünceydi (1844).[50] Daly'nin önerdiğine göre, baz nitelikli (demir ve magnezyum içeriği zengin) kristaller erken oluşma eğilimi gösterdiği ve ilkten magma kazanının dibine çöktüğü için, bir batolitin üst bölümü görece olarak daha asitsi nitelik kazanacak, örneğin granitsi nitelikte olacaktı. 9.5 no'lu çizim bu genel bakışı sergilemektedir.[51] Çizim, Rosenbusch'un (1882) gözleme dayalı genellemesini açıklıyordu. Buna göre püskürük kayalarda kristalleşme sırası şöyleydi: (1) demir cevherleri ile zirkon ve titanit gibi tamamlayıcı mineraller; (2) ağır metal silikatları (olivin, piroksen, ampfibol, mika vb. [mafik]); (3) feldispatlar; (4) silis. Böylece Daly, 'kök' magmanın baz ya da bazaltsı nitelikte olduğunu varsayıyordu ve bir batolitte granit, ilk önce kristalleşen ojit ve olivin gibi baz nitelikli minerallerin yerçekimi etkisiyle aşağıya doğru inerek ayrılması sonucu meydana geliyordu. Oysa, dayk türünden küçük püskürüklerde ve görece ince pek çok lav akıntısında, ayrımlaşma süreci meydana gelemiyordu, ve bu tür yapılar genellikle baz nitelikli malzemeden oluşuyor ve son ürün bazalt oluyordu.

Magmanın soğuması sırasında değişik bileşenlerine ayrılabileceği düşüncesi, ilke olarak, laboratuvarda olduğu denli arazide de sınanmaya elverişliydi ve bu soğuma süreci, fizik ile kimyanın

temel ilkeleri dışına çıkmamalıydı. On dokuzuncu yüzyılın sonları ile yirminci yüzyılın başlarında pek çok araştırmacı bu tür soruna kafa yordu; bu çalışmalar günümüzde de sürüyor. 1906 yılında, Washington'da Carnegie Institution Yerfiziği Laboratuvarı kurulup da, burada kaya eriyiklerini çok yüksek sıcaklık ve basınç koşulları altında inceleyen gereçler tasarlanınca, gerçek ilerlemenin yolu açıldı. Gördüğümüz gibi, on dokuzuncu yüzyılın kimyasal çözümleme yöntemleri, ince kesit üzerinde kaya incelemeleri ve arazide harita yapımı çalışmaları, püskürük ve başkalaşmış kayalara ilişkin kayabilgisi sorunlarını gerçekte çözmedi. Elde kalan, çatışan kuram bolluğundan başka bir şey değildir. Washington'da geliştirilen yeni 'yüksek teknoloji'ye dayalı yöntemlerse, ciddi gelişmelere olanak sağladı. Kuramsal çalışmalar sürdü; ama, deneyler yoluyla da denetlenebildi.

Carnegie Enstitüsü'nün ilk yıllarına damgasını vuran Kanadalı/Amerikalı Norman L. Bowen (1887-1956) oldu. Bowen, magmanın soğuması ve kristalleşmesi sırasında meydana gelen süreçleri, laboratuvar ölçeğinde uzun yıllar inceledi. Çeşitli mi-



Çizim 9.5 Reginald Daly'e (1914: 244) göre bir batolitteki malzemenin ayrımlaşması (Geological Society'nin izniyle) S='salik'; F='femik'.

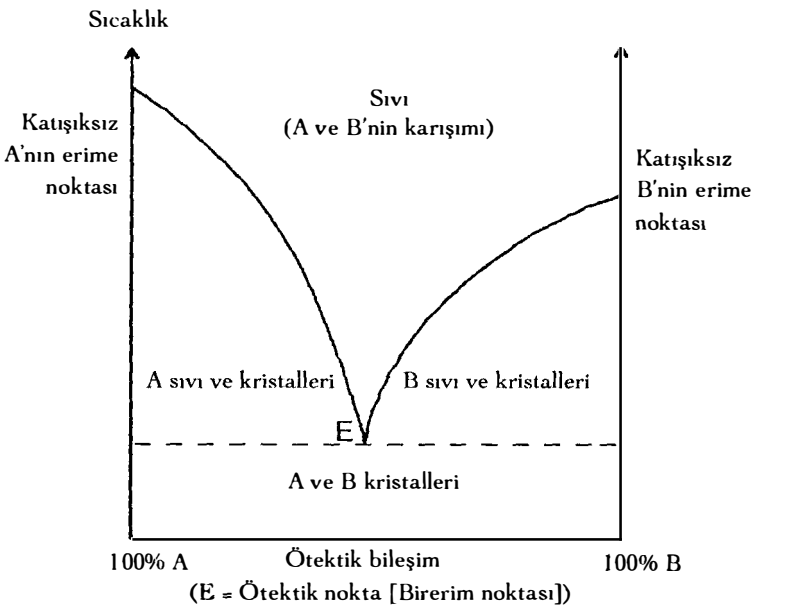
neral karışımları birlikte eritiliyor; sonra, soğuma ve kristalleşme sırasında meydana gelen ürünler dikkatle inceleniyordu. Uygulanan yöntemlerden biri, karışımı birden bire soğutmak ve oluşan billurları mikroskop altında inceleyerek içeriğini tanımlamaktı.[52] Bu yoldan, eriyik içindeki maddelerin kristalleşmeden önceki oranları yanında; soğutmanın etkisi altında, katılaşma -bir bölümüyle ya da tümden- tamamlandıktan sonraki oranları da az çok bilinebiliyordu.

Fiziksel kimyada herkesin bildiği bir doğru vardır: Bir 'katışıklık'ın her hangi bir sıvıda çözülmesi durumunda, sıvının erime noktası düşer. İki bileşenli bir sıvının (diyelim ki A ve B bileşenlerinden oluşsun) değişik oranlardaki karışımlarını ele alalım: Bir uçta, A'yı B içinde katışıklık olarak düşünebiliriz; öteki uçta B'yi A içinde katışıklık olarak düşünebiliriz. Böylece her maddenin erime noktası, diğerinin varlığı dolayısıyla düşecektir ve bu iki 'katışıklık'ın her birinden ne denli çok bulunursa, erime noktaları da o denli düşük olacaktır. Bu olup bitenleri grafik yardımıyla gösterebiliriz (bkz. Çizim 9.6). Grafikte, erime noktasının en düşük olduğu bir (E) noktası görülecektir. Bu en düşük erime noktasındaki karışımın bileşimine 'ötektik bileşim' denir. Öyleyse, A ve B'den oluşan bir eriyik yavaş yavaş soğutulursa, (başlangıçta hangi maddenin daha çok olduğuna göre) A ya da B'nin kristalleşmesi beklenmelidir. Eriyiğin bileşimi, ötektik noktaya ulaşıncaya dek yavaş yavaş değişir. Sonra sıvının tamamı, bir ötektik karışım olarak katılaşır. Bu özel karışım, sonuç olarak, sanki tek bir maddeymiş gibi davranır. Burada betimlediğimiz düşünceler, ilke olarak, üç ya da daha çok bileşenli karışımlara uygulanabilir; o durumda çok daha karmaşık grafikler ortaya çıkar.

Şimdi, Bowen, (en önemlisi 1922'deki olmak üzere) yazdığı bir dizi makalede ve *Evolution of Igneous Rocks* ([1928] 1956) [Katılaşım Kayalarının Evrimi] adlı yapıtında, Daly'nin kullandığı kademeli kristalleşme modelinden büyük ölçüde değişik bir model geliştirdi. Ayrıca Soret'in ilkesinin püskürük kaya kütle-

lerinin gözlenebilen özelliklerini yeterince açıkladığı düşüncesini de reddetti. Çizim 9.6'da çizimde gösterilene benzer bir yalın ötektik dizgede, bir kez kristallerden birinin eriyikten ayrılması tamamlandı mı, olayın sonu sayılıyordu. Oysa Bowen, kristalleşme sürecinin başlangıç aşamalarında oluşan kristallerle hâlâ sıvı durumdaki eriyik arasında da tepkimeler olabileceğini düşünüyordu. Örneğin, soğumakta olan bir feldispat eriyiğinde tepkime hiç kesilmeyebilirdi; öyle ki, yığılan feldispat kristallerinin bileşimi kesintisiz bir dizi oluşturacak biçimde gelişebilir ve malzeme bir tür 'katı çözelti' oluşturabilirdi.[53]

Bowen ayrıca, kristallerin (örneğin) bazalt bileşimli bir magmada yığılabileceğini ve bir yandan da yığılan kristallerin geride kalan eriyikle tepkimeye girebileceğini gözönünde bulundurdu. Ama, ilk oluşan kristaller ile geride kalan eriyik arasındaki tepkimeler hesaba katıldığında genel sonuç, magmadan kristallerin belirli bir sıraya göre ayrılarak çökmesi olacaktı. Bu sıralama 'Bowen tepkime dizisi' adıyla anılagelmiştir. Dizi,

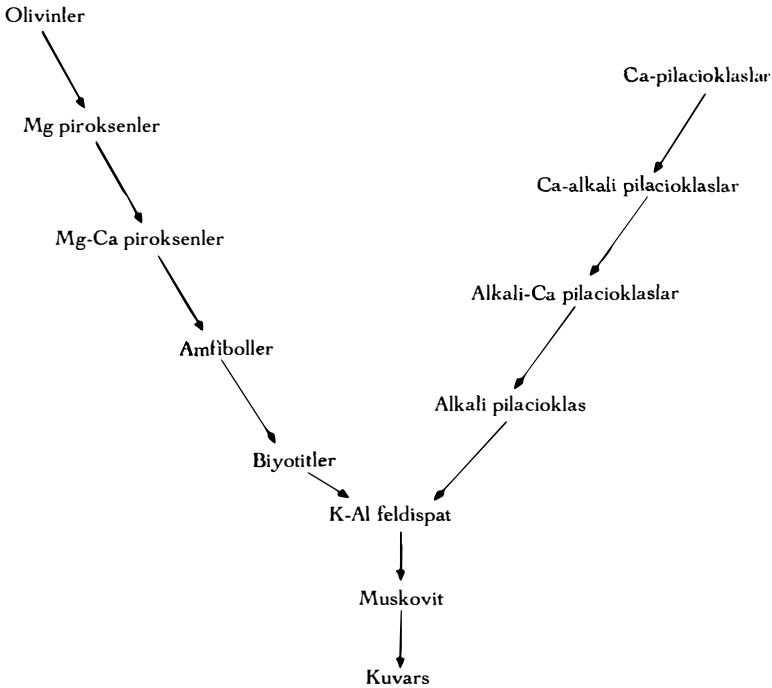


Çizim 9.6 İki bileşenli bir karışımda erime noktalarının değişimi ve ötektik bileşim (*birerim* bileşimi) kavramının çizgesel anlatımı.

gücünü Carnegie Laboratuvarı'nda elde edilen deney sonuçlarından alıyordu; çünkü, soğumanın değişik aşamalarında eriyiğin soğuması durdurulup, sonuçlar çözümlenebiliyordu. Böylece, magmaların yerkabuğunda kristalleşme süreçlerinde neler olup bittiğine ilişkin yerbilimcilerin düşüncelerine değerli bir bütünleyici, deneysel katkı sağlanmış oluyordu. (Oysa, belki de daha kökten bir soru olan, sıcaklığın kaynağı ve buna bağlı olarak yerkabuğundaki magmanın kökeni sorusu bir yana bırakılmaktaydı.)

Bowen'in 'tepkime dizileri'ne ilişkin savı, laboratuvar çalışmaları ve kuramsal değerlendirmeler yanında, araziden kanıtlarla da desteklendi. İngiliz kayabilimci Alfred Harker'in (1909: 131) önceki yayınındaki kanıt buna örnektir: Loch Lomond yakınında Garabal Hill adlı bir yerde, değişik katmanlarda belirli minerallerin hem ortaya çıkışını ve hem de yok oluşunu gösterdi. Ortaya çıkışları, ötektik karışımların ilkeleri uyarınca bekleneceği üzere, belli bir sırayı izliyordu; ama, ötektik ilkelere göre beklenmeyen bir biçimde, yok oluşları da belli bir sırayı izliyordu. Bowen'in parmak bastığı gibi ([1928] 1956: 59), ötektik dizgelerde bir mineral hiçbir zaman yok olmaz. Oluşarak yığılan ilk minerale sırayla bir başkası, ardından bir başkası daha eklenir gider; ta ki, geride kalan malzeme topluca tek bir ötektik ürün durumunda ortaya çıkıncaya değin... Ama, (örneğin Harker'in arazide elde ettiği kanıtlara uygun olarak) Bowen'in saptadığına göre uygulamada, kristalleşme olayında ortaya çıkan minerallerin art arda izlediği düzenli bir sıra vardı. İşte böylece onun ünlü 'tepkime serileri'ne gelmiş oluyoruz (Çizim 9.7).

İyi ama, Bowen'in kuramı granit batolitleri sorununa nasıl uygulandı? Düşünceleri, Daly'ninkinden çok değişik değildi. Daly gibi o da, ilk başta tek bir temel magma türü olduğuna inanıyordu: Bazalt nitelikli ya da rengi karaya çalan baz nitelikli magma. Bu türden büyük bir magma kütlesi yerkabuğunun altında soğumakta olsa idi, koyu renkli baz nitelikli demir ve magnezyum bileşiği mineraller önce oluşup, yerçekimi etki-



Çizim 9.7 Norman Bowens'ın 'tepkime dizisi' (Bowen, 1922: 190)

siyle çökerek, (deyim yerindeyse) görüş alanının dışına çıkmalı idi. Bir yandan da, dibe düşüş sırasında eriyikle tepkimeye girerek, yukarıda gösterilen 'tepkime dizileri'ni baştan sona doğru meydana getireceklerdi. Böylece, Daly'nin kuramında belirttiği üzere, bir granit batolit, soğuyan koskoca bir magma kütlesinden arda kalan üstteki, açık renkli, asit nitelikli malzemeye denk düşüyordu. Koyu renkli, baz nitelikli malzemeyse, ilk önce oluşması ve yerçekimi etkisi altında çökmesi nedeniyle, gözden ve gönülden uzağa, yerkürenin derinliklerine inmiş olacaktı (Bowen, 1948: 87-8). Read'in ve migmatitçilerin haklı olarak kafasını karıştıran 'uzam sorunu'na gelince, Bowen kısaca onların bulduğu çözümün kendisininkinden daha iyi olmadığını savlamakla yetindi: Mekanik olarak yukarı doğru sokulan malzeme ne denli bir yeri dolduruyorsa, kimyasal olarak yer değiştiren malzeme de o denli dolduruyordu.

Böylece 'granit anlaşmazlığı'nın gürültüsü yıllarca sürüp gitti ve tabla tektoniği çıkmadan önceki yıllarda, yerbilimcileri birbirine düşüren en önemli çekişme noktalarından biri oldu (bkz. X. Bölüm). Anlaşmazlığın içine 'magmanın kendisine nasıl yer açtığı'[54] sorusu yanında bir de doğal olarak, öteden beri sürüp gelen gnays gibi başkalaşmış kayaların kökeni sorunu giriyordu. Soyut kuram üzerinde olduğu denli, arazi kanıtlarının yorumu üzerinde de laf kalabalığından öte gitmeyen tartışmalar yapılıyordu. Her iki kesim de, bugün hâlâ ayakta duran katkılar yaptı. Bowen'in 'tepkime dizileri' kavramı, yerleşmiş kayabilim kuramının bir parçası olmayı sürdürüyor; ve migmatitleşme düşüncesi, Sederholm'un Baltık bölgesinde araştırdığı türden olguları açıklamak bir yana, aynı zamanda bazı başka kayaların da oluşumunu açıklamakta yararlı sayılıyor.

Öte yandan, günümüzde yerbilimciler batolit boyutlu granitlerin kökenine ilişkin olarak, genelde magmacıların anlattığı öyküyü tercih ediyorlar. Bu konuda, özellikle Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nden Bowen ile O. F. Tuttle'ın çalışmalarının (Tuttle ve Bowen, 1958) etkisi altında kaldılar. Bu iki araştırmacı, değişik oranlarda suyun var olduğu yapay eriyiklerle ve granit gibi doğal maddelerle deneyler yaptılar; ve ikisi arasında bir uyarlık (/karşılık olma durumu) elde edebildiler. Başka bir deyişle, yalnızca küçük bir oranda su içermesi durumunda yapay dizgeler için, bir en düşük erime noktası varmış gibi görünüyordu. Bu yapay dizgelerin bileşimleri, ortalama granit ya da riyolitin bileşimlerine uyuyordu. Bundan şu sonucu çıkardılar: Su bulunan bir ortamda, silikat eriyiklerinin soğumasıyla granit oluşabilir. Ya da konumuz açısından sorunu bir başka türlü ortaya koyarsak, Tuttle ile Bowen on dokuzuncu yüzyıl araştırmacılarının başaramadığını başardılar: Soğumakta olan bir sıvıdan 'yapay granit' ürettiler. Onlara göre, magma sıcaklığında olup da granit oluşmaması, az görülür bir durumdu. Erimenin, tortullar taşınıp tekneleşme alanlarının tabanında biriktiği sırada meydana geldiğini varsaymışlardı.

Bununla birlikte, gözden kaçırmamak gerekir ki, Tuttle ile Bowen (1958), sulu granit niteliğindeki sıvıyla dengede durabilen buharın, gerçekte dizgenin sıvı kısmından silis ve feldispat niteliğindeki malzemeyi alarak, basınçlı deney kazanının daha serin bölgelerine aktarabileceğini; bunu yaparken, kimi zaman geride, kalsiyum, magnezyum, demir ve fosfor oksitlerinden oluşan, yoğunluğu artmış, baz niteliğinde bir artık bırakabileceğini savlıyordu. Deneylerden birinde, buharın neredeyse bütün feldispat ve kuvarsı bünyesine alıp götürdüğü ve geride garnet, piroksen ve apatit'ten oluşan baz nitelikli bir artık bıraktığı anlaşılıyor. Böylelikle görüldü ki, eriyikler içinde baz niteliğinde kuşakların oluşmasına yol açacak bir kimyasal/fiziksel süreç bulunabilir. Bu sonuç, on dokuzuncu yüzyıl araştırmacılarının kafasını kurcalamış olan magmaların ayrımlaşması sorusuna bir çözüm getirmiş oluyordu. Yanıtını aradıkları bir başka soru da, bir çeşit kök magma mı, yoksa birden çok kök magma mı olduğuydu.

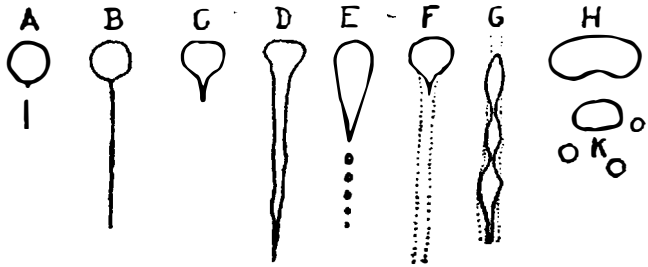
Bana kalırsa, migma/magma tartışmasının koşullarını belirleyen bir bakıma on dokuzuncu yüzyılın kavramları oldu: Başka bir deyişle, Lyell'in ileri sürdüğü, yerkabuğunun 'alçalması-yükseltilmesi' kuramı; yoksa, yanal kuvvetler düşüncesi, tabla tektoniği devinimleri ya da devingenci kuram ile 'ateş ve su' üstüne kurulu eski kuramlar değil... Oysa, XI. Bölüm'de ele alacağımız üzere, tabla tektoniğinin temelinin atılmasıyla birlikte bu eski konuların tümü yeni, daha geniş ve daha büyük bir kuram altında toplandı. Bir başka deyişle, görece düşük yoğunluklu silis-varsılı tortulların aşağı doğru, yerkürenin yoğunluğunun daha yüksek olduğu içlerine inişine, bu büyük kapsamlı yeni kuramla açıklama getirildi. Bu tür tortullar eridikleri zaman yükselebilirlerdi; yükselirken soğuyarak büyük granit batolitleri oluştururlardı.

Bütün bunlar granit sorununun çözüldüğü anlamına gelmez. Tersine, günümüz yerbilimcilerinin yerküreye bakışında, çekişme kaynağı olmayı sürdürüyor. Granitin yuvalanması konusuna ilişkin kuramlar arasında hem ilgi çekmiş, hem de benimsen-

miş biri olan 'diyapirizm' üstüne bir çift söz etmenin tam sırası şimdi. Bu kavram, bir önceki paragraftaki görüşlerin ışığında ele alınabilir. Şurası açık ki, kayaların hepsi eşit yoğunlukta değildir ve bize ne denli katı görünürlerse görünsünler, her birinin kendine özgü yüksek ağdalılık sergilediği bir nokta var; dolayısıyla, sıcaklık ve basınç altında akışkanlaşabilirler. Granitin yoğunluğu genel olarak, diğer kayalarınkinden daha azdır ve bu yüzden bir granit magması 'kabarcığı'nın yerkabuğunda yavaş yavaş yükselmesini, bir bal kavanozu içinde yüze çıkan kabarcığa benzeterek kavramak olasıdır.

1945 yılında, Minnesota Üniversitesi'nden Frank Grout (1880-1958) böylesi bir süreci örneklemeye çalıştı: Bu amaçla, magmanın yerini tutsun diye hava ya da motor yağı; yerkabuğunu oluşturan yerli kayaların yerini tutsun diye yumuşak, ıslak kil ya da mısır pekmezi gibi sıradan maddeler kullandı (Grout, 1945). Bir yağ damlasının kubbe biçimi alarak kil içinde balon gibi yükseldiğini görebildi. Deney sonuçlarından bazılarının örnekleri Çizim 9.8'de görülüyor. Kabarcıklara 'diyapir' (Yunanca *diapeirein* = delip geçmek) adını verdi, ve süreç bu nedenle diyapirizm adıyla tanındı. Tuz yatakları denince, akla bu olgudan başkası gelmez: Diyapirizm kuramı[55] uyarınca bekleneceği gibi, düşük-yoğunluklu büyük tuz kütlelerinin, yerkabuğunda yükselmiş oldukları anlaşılmaktadır.

Grout gibi örnekleme çalışmaları yapmış kişilerin beklentilerine uygun biçimler alıp almadıklarını sınayabilmek için, granitlerin başverdiği alanların haritasını çıkarmak yolunda yerbilimciler büyük çaba harcadılar. Sınırlı olsa bile, yer yer başarılı da oldular. Johns Hopkins Üniversitesi'nden Bruce Marsh (1982) delip geçme kavramını kuramsal bir modelle örnekledi: Her ne kadar diyapirik modele yakınlık duysa da; ona göre tek başına diyapirizm, granit magmasının yükselişini açıklamaktan uzaktır. Deyim yerindeyse, 'istim kaçmadan' ta derinliklerden gelip yeterince yükselebilmek -başka bir deyişle, soğumadan ve kımıldayamayacak denli koyulaşmadan önce- yeterince yüksele-



Şekil 1. Akışkan cisimlerin koyu bir ortamda yükselirken aldığı biçimler.

A ve B. Motor yağı mısır yağı içinde (ikisi de oda sıcaklığında).
C. Soğuk motor yağı soğuk mısır pekmezi içinde.
D. Soğuk yağ ılıkça pekmez içinde.
E. Ilıkça yağ soğuk pekmez içinde.
F. Su pekmez içinde, geride pekmez izi bırakarak yükseliyor.
G. Su F' deki gibi bir kabarcığın izinde kuyruk yapıyor.
H. Su ya da ince pekmez içinde büyük hava kabarcığı.
K. Daha küçük hava kabarcıkları.

Çizim 9.8 Granit magmasının sokulmasını simgelemek üzere Frank Grout'nun yaptığı deneysel örnekleme çalışmaları (Grout, 1945: 263). (Geological Society'nin izniyle)

bilmek için, kolay bir geçiş yoluna gerek olduğu görülüyordu ve Marsh'ın önerisine göre, bu geçiş yolu kırıklar olabilirdi.

Donegal'daki kimi granitler, granit anlaşmazlığında, özel ilgi odağı durumuna gelmişlerdir. Read buradaki granitleri (Pitcher ve Read, 1960), oyulgulama olgusunu güçlendirir nitelikte bulmuştur. Oysa, Dublin Trinity College'dan Donny Hutton, granitin gerçekten delip geçici nitelikte olabileceğini ileri sürmüş ve 'yerli kayaların omuz yemiş gibi yana açıldığını' göstermiştir (Hutton, 1977). Böylece, yerbilim tarihinde sıkça görüldüğü üzere, arazide elde edilen kanıtlar iki anlama gelebilecek biçimde konuşmakta ve yerbilimcilerin bağlı oldukları kurama ve anlaşmazlıklarda tuttukları yana göre çekiştirilip sündürülmektedir. Granitin kökenine ilişkin düşüncelerin öyküsünü doyurucu bir sonuca bağlayamıyorum burada: Hâlâ yazılmakta olan bir destan o. Yerbilimcilerin üstünde kafa yoracağı pek çok şey var daha.

X. Bölüm

Ölçüm Araçları Yardımıyla Düşünmek: Yersarsıntıları, İlk Deprembilim Çalışmaları ve Yerkürenin Saklı İç Yapısı

On dokuzuncu yüzyılda yerkürenin iç yapısına ilişkin neler düşünüldüğünü IX. Bölüm'de ele aldık. Eldeki kanıtların niteliği nedeniyle o düşüncelere ister istemez kurgulama yoluyla ulaşılmıştı. İçinin sıvı mı, yoksa katı mı olduğunu; yerkürenin dış biçimine, dönme hızına ve salgılı dönmesine (dönme ekseninin bir koni yüzeyini tarar gibi salgılanmasına)[1] ilişkin gökbilimsel savlara dayanarak belirlemeye çalışmak, gerçekten boyundan büyük işe kalkışmaktı. California Üniversitesi'nde Deprembilim Profesörü (Avustralyalı) Bruce Bolt'un dediği gibi (Bolt, 1976: 59): 'Deprembilimden önce, yerkürenin karnına ilişkin düşünceler bulanık ve düş ürünüydü'. Ama on dokuzuncu yüzyıldan çıkıp yirminci yüzyıla girerken, yersarsıntılarını inceleyen deprembilim dalının kurulmasıyla, durum hızla değişmeye başladı.

Yerkürenin derinlikleri -karnı- üstüne bugün bildiklerimiz, çoğunlukla deprem kayıtlarından damla damla derdiğimiz bilgilere dayanırken, deprembilimin emekleme dönemindeki sonuçlar henüz güven vermiyorlardı ve sayısız şekilde yorumlanabiliyorlardı. Bununla birlikte kısa sürede anlaşıldı ki, depremyazar kayıtlarında gördüğümüz o kımıl kımıl çizikler, yerkürenin iç yapısının önemli özelliklerine ilişkin bilgi sağlayabilir. Depremyazarlar ve depremölçerlerden[2] edindiğimiz bilgiler sayesindedir ki, yerküre üstüne görüşlerimizde büyük ölçüde ayrıntıya inebiliyoruz; gezegene ilişkin zor açıklanabilen kuramları ölçüm sonuçlarıyla temellendirebiliyoruz, yerkabuğunun haritasını çıkarmış olmakla ulaştığımız düşünceleri deneylerle destekleme olanağı buluyoruz.

Depremler, elbette eski çağlardan beri büyük ilgi ve kaygı uyandırmışlardır; o zamanlar -I. Bölüm'de belirtildiği gibi- yanardağ etkinliği ve yersarsıntısı olgusundan söz edildiği anlamı çıkarılabilecek söylenceler de vardı, kimi doğalcı kuramlar da. Çin'de, MS 132 tarihli kayıtlarda, yersarsıntılarının yönünü belirleyen bir araçtan söz ediliyor (Needham ve Wang Ling, 1959: 624-35).[3] Yeniçağ'da, 1755 yılında, Tüm Ölmüş Azizler Yortusu'na rastlayan büyük Lizbon depremi, Avrupa'da büyük kaygı ve ilgi kaynağı oldu (Kendrick, 1956). İngiliz din adamları, bu olayın Portekiz başkentinin aşırı Katolikleşmesine karşı kutsal bir uyarı olduğunu düşünüyorlardı. Depremden sağ çıkanlar ise, belanın başlarına aralarında bulunan Protestanlar yüzünden geldiğine inanıyorlardı ve bu zavallılar zorla vaftiz edilerek Katolik Kilisesi'ne üye yapıldılar. Aslında Lizbon depremi, Avrupa'da insan düşüncesini derinden derine etkilemiş olmakla birlikte, Çin gibi ülkelerde yakın zamanlarda meydana gelen depremlerle karşılaştırılınca, küçük bir olaydı. Yine de, depremi izleyen yıkıcı 'okyanus dalgası' ve büyük yangın düşünüldüğünde, yeteri kadar kötüydü. Portekiz o depremden sonra, yakın zamanlara değin iktisadi bakımdan bir daha belini doğrultamadı. Yaşanan felaket, Tanrı'nın varlığına doğayı kanıt gösteren on sekizinci yüzyıl düşünürlerinden Voltaire'in alaya aldığı

varsayımlara karşı kuşku yarattı: Varlığı, yapıtı yerküre aracılığıyla bilinsin diye, Tanrı'nın kendi eliyle yarattığı, en kusursuzdan da kusursuz bir dünyada yaşadığımız inancına... Öte yandan Kant, depremlerin insanoğlunun büyüklenmesine karşı bir uyarı olduğu kanısındaydı (Reinhardt ve Oldroyd, 1983).

On sekizinci yüzyılda yersarsıntıları üzerine yapılmış olan çok az sayıdaki bilimsel inceleme arasında en dikkat çekeni, Woodward yandaşı Yerbilim Profesörü John Michell'in (1724-93) Cambridge'deki incelemeleriydi (Michell, 1759-60). Yersarsıntılarını güdüleyen neden olarak, yerkürenin derinliklerinde (olduğunu sandığı) yeraltı yangınlarını, ve bunlara sular sızdığında oluşan sıkışıp kalmış buharların etkinliğini göstermekteydi. Michell bu etkilerin dalgalar biçiminde iletildiği kanısındaydı ve tabakalarda gözlenen kıvrımlanmaları bu yoldan açıklamaya uğraştı. Michell'in bir başka düşüncesi daha vardı: Yersarsıntısının etkileri belli bir odaktan dışa doğru azalarak yayıldığına göre, ilke olarak çizgileri geriye doğru taşımakla, sarsıntı merkezinin yeri saptanabilirdi.

On sekizinci yüzyıldan on dokuzuncu yüzyıl ortalarına değin yersarsıntılarını saptamakta yararlanılan araç, çeşitli yönlerden değişikliklere uğrasa da, bildiğimiz sarkaç idi. Örneğin, İtalya'da Benediktin Manastırları'nın birkaçında felsefe dersleri vermiş Andrea Bina (1751), ince kum üzerinde büyük bir kurşun ağırlık sallandırmayı ve ağırlığa bağlanan bir iğneyle kumda izler meydana getirmeyi önerdi. Bina, pek çok olguyu elektriğin belirtileri olarak açıklayan o günün geçerli anlayışına uyarak ön titreşimlere, yerkürenin karnından havaya elektrik akımı aktarmada suyun aracılık ettiğini ve sarkacın bu nedenle titreştiğini düşünüyordu. Sarkaçtan yararlanma, birçok on sekizinci yüzyıl İtalyan araştırmacısı tarafından geliştirildi (Dewey ve Byerly, 1969).

1839 yılında İskoçya'da meydana gelen bazı ufak tefek depremlerin ardından James Forbes'un (1844) ortaya koyduğu buluş, baş aşağı çevrilmiş bir sarkaçtı, deyim yerindeyse. Başka

bir deyişle, ucuna metal bir top tutturulmuş bir çubuk, sert bir tel parçasının ucunda diklemesine duruyordu. Çubuğun üst ucunun devinimleri bir kalem aracılığıyla kâğıt üzerine geçirilebiliyordu; böylece, topun devinimi büyütülmüş, kalıcı bir biçimde tutanağa geçirilmiş oluyordu. Bu düzeneğin, sıradan bir sarkaca göre üstünlüğü, uzun salınım süresi elde etmek için uzun sarkaç kullanmak zorunluluğu olmamasıydı. Forbes'un aracında, top iyi kötü sabit kalırken, sanki yerküre topun çevresinde yürümüş oluyordu. Ama kalemle kâğıt arasındaki sürtünme aracın duyarlığını kısıtlıyordu.

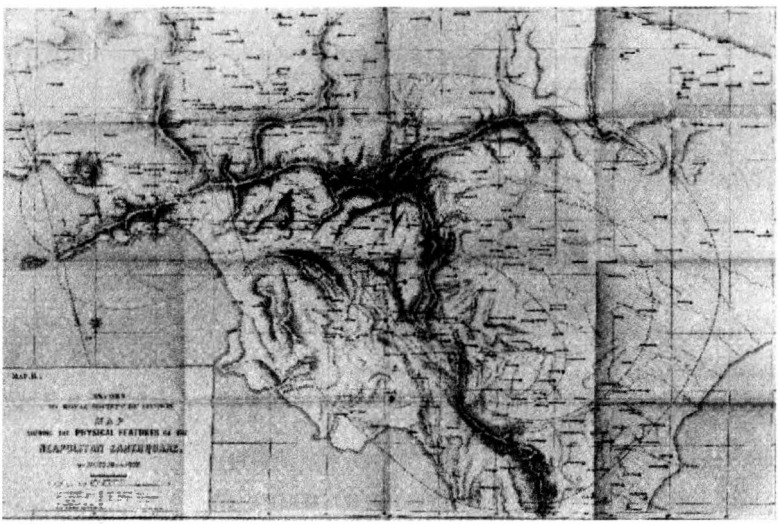
On dokuzuncu yüzyıl içinde, yersarsıntısı olaylarının dizgesel biçimde kayıtları tutulmaya başlandı: Kayıt tutanlar arasında, özellikle K. E. A. von Hoff (1826-35) ile Matematik Profesörü -ve Dijon Belediye Gözlemevi'nin yöneticisi- Alexis Perrey (1807-82) vardı. Perrey, bir deprem anında güneş dizgesinde gezegenlerin konumundan kaynaklanabilecek, dönemsel etkileri araştırdı; yasaya benzer bir düzenli durumun varlığını ayırt edebildiğini sandıysa da, gerçekte aldanmıştı.

1857 yılında İtalya'nın güneyinde alışılmadık şiddette bir deprem oldu; ve İrlandalı mühendis Robert Mallet (1810-81),[4] Napoli'ye giderek depremin etkilerini ayrıntılı biçimde incelemek üzere, 1858 yılında Londra Kraliyet Akademisi'nden yetki ve ödenek sağladı (Mallet, 1862). Meslek yaşamının daha önceki yıllarında Mallet'in silah sanayii ile ilişkisi olmuştu; ama ayrıca, yersarsıntısı olgusu üstüne bazı kuramsal çalışmalar da yapmıştı (Mallet, 1848). Öyle anlaşılıyor ki, deprem olgusunu inceleme çalışmalarına bir patlayıcı uzmanı atamanın yerinde olacağı düşünülmüştü. Mallet raporunda, yerküre devinimlerinin doğurduğu yıkımı en ince ayrıntılarına dek anlattı ve çoğunu fotoğraflarla saptadı. Ayrıca, yersarsıntısının neden olduğu yıkımla bir ilişkisi bulunup bulunamayacağını anlamak amacıyla, Napoli bölgesini bir yerbilimci gözüyle de inceledi.

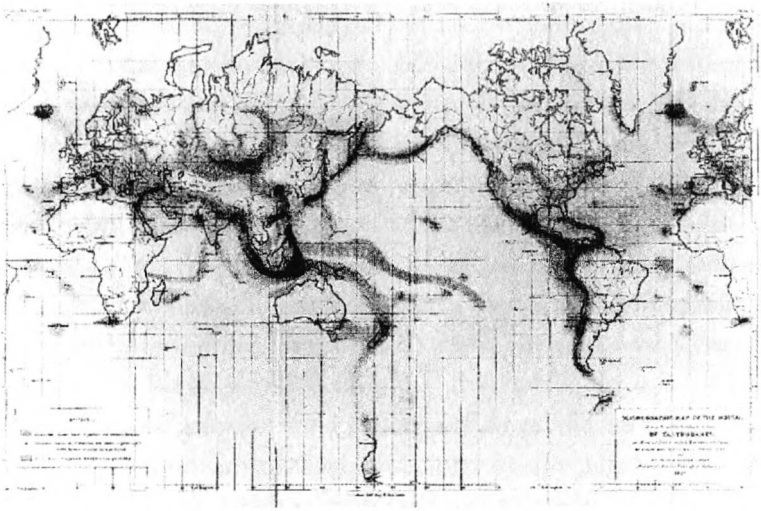
Mallet yapılardaki çatlakları ve yerküre devinimlerinin yapıların iskeletinde ne tür oynamalar meydana getirdiğini yakın-

dan inceledi. Böylelikle sarsıntıların hangi yönde yol aldığını saptamak amacındaydı ve bunları geriye, kesiştikleri noktaya doğru izleyerek, sarsıntının odağını yaklaşık olarak saptayabilmişti. Yapılardaki çatlaklar, sarsıntı dalgalarının yerden hangi açıyla dışa vurduğuna ilişkin az çok ipucu veriyordu. Yine, bunların geriye doğru izini sürerek, sarsıntının doğduğu noktanın derinliğini de kestirebildi Mallet. Sarsıntıların dalga dalga yayıldığının görünürdeki kanıtı, yanyana duran iki benzer yontudan birinin saat yönünde, ötekinin saat yönünün tersine burulmuş olduğu gözlemiydi. Üstelik, Mallet'e öyle görünmüştü ki, dalgalar tabakalara kesesiye değil de, 'kafadan' vurduğunda, sanki daha hızlı yol alıyordu. Dalgaların kaynaklandığı düşünülen yeraltı boşluğuna odak (*centrum*) adını verdi; öte yandan, merkezin uzantısının, tam tepede yeryüzünü delip çıktığı noktaya üstmerkez (*epicentrum)* adını verdi. Buranın, dalgaların yeryüzüne en önce ulaştığı ve en şiddetli duyulduğu nokta olduğunu düşünüyordu.

Ama Mallet bunlarla yetinmedi. Adına 'izosismal çizgiler' dediği çizgileri gösteren; bir başka deyişle, eşit sarsıntı şiddetinde-



Çizim 10.1 Robert Mallet'in 1857 Napoli depremi için saptadığı eş deprem eğrilerini (/izosismal çizgileri) gösterir harita (Mallet, 1862, cilt 1, arkadaki zarf içinde bulunan harita). (Royal Society Başkan ve Kurulu'nun izniyle yayımlanmıştır)

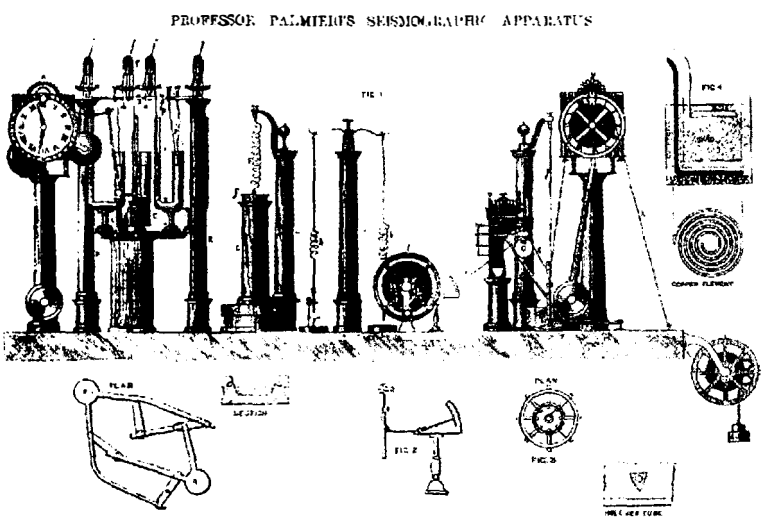


Çizim 10.2 Robert Mallet'in çizdiği dünya deprem dağılım haritası (1859, Tablo XI). (Geological Society'nin izniyle)

ki noktaları birbirine bağlayan çizgileri işlediği büyük bir harita yaptı (Çizim 10.1). Üstelik, düşüncesini İtalya'dan öteye Doğu Akdeniz bölgesine uygulayarak, depremlere özellikle yatkın yerleri ve görece güvenli alanları -tarih kayıtlarına dayanarak- genel biçimde gösterdi. Bununla da kalmayıp, 1858 tarihinde Bilimi İlerletme Derneği'ne yazdığı bir raporda, yersarsıntılarına bakışını tüm dünyaya uyguladı (Mallet, 1859). Rapor, yerkürenin belli başlı deprem kuşaklarını olağanüstü ayrıntılı biçimde belirlemişti (Çizim 10.2). Mallet, yersarsıntısı dalgalarının daha çok boyuna devinimlerden; ya da, yerküre malzemesinde sıkışma ve gevşemelerden oluştuğuna inanıyordu. Ama sonunda enine devinimleri ayırt edebilen duyarlı araçlar yapılınca, bu genellemenin yanlış olduğu görüldü. Kaynağı yersarsıntıları olan, hem boyuna dalgalar (yayılma doğrultusu ile titreşim doğrultusu aynı -ç.n.), hem de enine dalgalar (yayılma doğrultusu titreşim doğrultusuna dik -ç.n.) bulunduğu kanısı uyandı.

On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında, yersarsıntılarını kayıt eden çok sayıda araç buluşu yapıldı ve sarsıntı olaylarına ilişkin güvenilir bilgi birikimi meydana getirecek büyükçe 'veri tabanla-

rı' geliştirildi (McConnell, 1986; Ferrari, 1992). Çeşitli kayıt aracı tasarımları gerçekleştirildi. En çok sarkaçlardan yararlanıldı. Salınımları gözlenebiliyordu; ya da öyle tasarlanıyordu ki, sarkaç neredeyse kıpırtısız dururken, karşısındaki taşıyıcı çerçevenin devinimleri kaydedilebiliyordu. Luigi Palmieri'nin (1871, 1872), 1856 yılında, Vezüv Dağı'ndaki bir gözlemevinde inşa ettiği araç, özellikle ince ayrıntılar içeriyordu. Araca *sismografo elettromagnetico* adı verildi (Çizim 10.3). Heath-Robinson yapısı benzeri bu görkemli araç (ya da, bir dizi araç demek daha doğru olur), dikey devinimi yakalamak için bir sarmal yay (E) kullanıyordu;[5] öte yandan, değişik eksenler boyunca yatay devinimler, U-biçimli tüplerdeki cıva aracılığıyla algılanıp elektriksel biçimde kaydediliyordu. Bir elektrik devresinin kapanmasıyla devinime geçen elektro-mıknatıslar (C ve D) saati durduruyor, böylece bir depremde sarsıntıların alındığı saat kaydedilmiş oluyordu; ve aynı zamanda tamburun (*i*) dönüşü başlatılarak, *m*'de boşalan kâğıt üzerinde çizim başlamış oluyordu. Bu ince ayrıntılı aygıtlar, yersarsıntılarının yalnızca zamanını ve bir ölçüde büyüklüğünü kaydediyordu. Titreşimleri çizerek sergilemiyorlardı.



Çizim 10.3 Luigi Palmieri'nin 1856'da bulduğu depremyazar (Palmieri, 1872: 407). (British Library'nin izniyle)

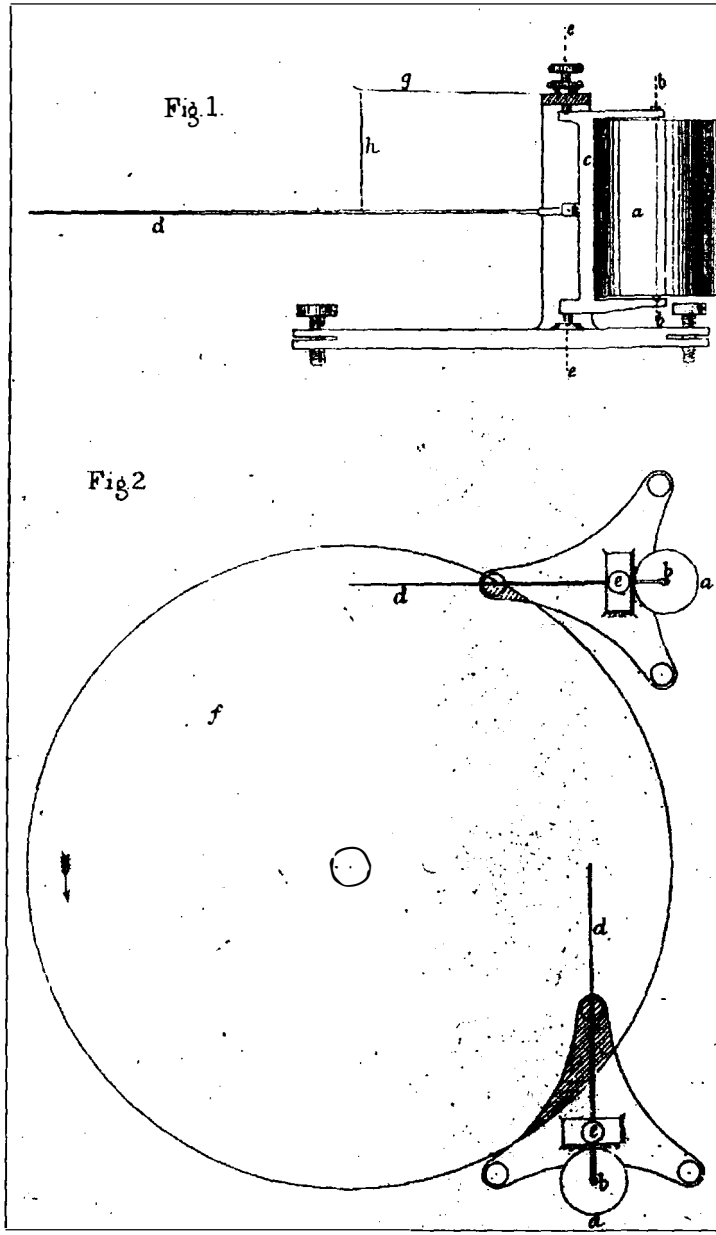
Söylendiği gibi, on dokuzuncu yüzyılda özellikle İtalya'da, tasarlanmış ve kullanılmakta olan çok sayıda aygıt vardı (Ferrari, 1990, 1992). Bunlar içinde en yalın ve işe yarar olanı belki de, Floransa'da Ximeniano Gözlemevi'nin yöneticisi bulunan Rahip Filippo Cecchi'nin (1822-87), Rahip Giovanni Cavallere (1807-74) ile birlikte yaptığıydı. İlke olarak Bina'nın eski aygıtına benzeyen, değişik şiddette ve sıklıkta titreşimleri algılayabilecek, değişik ağırlık ve uzunlukta art arda yedi sarkaç inşa ettiler. Devinimler isli cama ya da döner tambur üzerine sarılı kâğıda çiziliyordu. Yalın bir uyarı araç olması bakımından Cecchi, Forbes'unkine benzeyen bir ters sarkaç kullandı. Sarsıntı geldiği zaman, topun tepesinde dengede duran bir küçük çubuk yerinden oynayıp düşecekti. İstenirse, çubuğun devinimi üzerine bir elektrik devrenin kapanması ve bir uyarı zilinin çalması sağlanabilirdi.

Böylece on dokuzuncu yüzyılda büyük bölümüyle, yersarsıntılarını kaydeden araçların yapımı ve kullanımında, İtalyan bilim adamları başı çektiler. İtalyanların konuya ilgi duyması, doğalcası, İtalya'nın sık sık deprem geçiren bir ülke olmasından ileri geliyordu; bunun sonucunda, Katolik kilisesine bağlı kurumlar (özellikle Cizvit papazları) yirminci yüzyılda, dünyanın dört bir yanına yayılan küresel bir kayıt istasyonları ağı kurulmasında etkin ve önemli rol oynadılar. Bu tür bir kayıt istasyonları ağı, deprembilim kuramının gelişmesi ve yerkürenin içinin derinlemesine kavranabilmesi bakımından gerekli olduğu denli, yer sarsıntılarını kaydetmek ve yakın gelecekte olabilecek felaketleri önceden haber vererek, depremin zararlarının azaltmasına girişmek gibi bütünüyle yarar sağlamaya dönük bir amaç nedeniyle de gerekliydi.

Yatay yerküre devinimlerini yakalamak amacıyla, yatay olarak askıda duran sarkaç kullanımı, Friedrich Zöllner'ce betimlendi (1873). Oysa kayıt araçlarında on dokuzuncu yüzyılın en önemli gelişmelerini gerçekleştirenler, 1870'ler ve 1880'lerde Japon öğrenim dizgesinde görev alan bir küme İngiliz öğretmendir. Bu kümede şu kişiler vardı: Tokyo Kraliyet Mühendis-

lik Okulu'nda Yerbilim ve Madencilik dalı Profesörü, 'deprembilimin babası' adıyla anılan John Milne (1850-1913); Tokyo Üniversitesi'nde Telegraf Mühendisliği Profesörü Thomas Gray (1850-1908); Tokyo Üniversitesi'nde Makine Mühendisliği ve Fizik Dalı Profesörü James Ewing (1850-1935), Tokyo'da fizik dalında Profesör Cargill Knott (1856-1922). Bunlarla birlikte, W. E. Ayrton, E. Kipping, E. Naumann, T. Mindenhall, J. Perry, W. S. Chaplin, G. Wagener ve C. D. West'in adları sayılabilir. Bütün bu insanlar, I. Hattori, F. Omori, K. Yamakawa, K. Furuichi, K. Nakamura, C. Kochike ve K. Sekiyu gibi bazı Japon bilginlerle birlikte, 1880 yılında, Hattori'nin başkanlığında Japonya Deprembilim Topluluğu'nun temelini attılar (Tuge, 1968: 105). Topluluk, *Seismological Journal of Japan* adında bir dergi çıkardı. On dokuzuncu yüzyıl sonlarında, deprembilim alanında yapılan en önemli çalışmaların çoğunun yer aldığı bu dergiye başlıca katkı Milne'den geliyordu. (Ama, yukarıda söylendiği gibi, İtalyanlar ve onların yeryüzüne yayılmış Cizvit uzantıları çalışmalara özellikle önemli katkılar yaptı.)

Japonya'daki depremyazarları teknik bakımdan geliştirenlerin başında Gray (1881) ve Ewing (1881) vardı. Bir deprem sırasında, Ewing'in aracı (Çizim 10.4) şöyle çalışıyordu: *bb* dik ekseni çevresinde dönen ağırlık ya da sarkaç kurşunu *a*, *d* çubuğu ile birlikte hemen hemen hiç kıpırdamaksızın kalıyordu. Çubuğun ucunda, alttaki dönen isli tabla *f* üzerinde iz bırakan bir iğne vardı. Çubuğun bağlı olduğu ve *ee* ekseni çevresinde dönen hafif taşıyıcı kol *c* ise, deprem sırasında sarsılacak ya da titreşecekti. Böylece yatay sarkaç olabildiğince devinimsiz kalmak üzere tasarlanmışken, aracın kalan bölümü yerküre ile birlikte deviniyordu. Görece devinim böylelikle, döner tabla *f* üzerine kaydedilebiliyordu. Gray'in makinesinde, asılı bir çubuğa tutturulmuş dikine bir yay bulunmaktaydı. Çubuğun bir ucu yuva içinde oynak durumdaydı, öteki ucunda devinimleri yatay bir tabla üzerine büyüterek işaretleyen bir iğne vardı.



Çizim 10.4 James Alfred Ewing'in depremyazarı (Eving: 1881: 441). (Geological Society'nin izniyle)

Çizim 10.4'te gösterildiği gibi, bir yatay titreşimin değişik bileşenlerini kaydetmek amacıyla, iki Ewing titreşim-yakalayıcısı birbirine dik yerleştirilebiliyordu; ve araç üreticileri çok geçmeden Ewing'in depremyazarlarını ticari ölçekte üretmeye başladı (örneğin Milne, 1886: 39).

Artan duyarlıkta araçların piyasaya çıkmasıyla birlikte, Milne'nin (1883) aklına düştü ki, eğer uygun titreşim-yakalayıcılar bulunabilirse, ilke olarak, dünyanın neresinde meydana gelirse gelsin bir deprem algılanabilirdi. Bu öngörüyü 1889 yılında yaşama geçiren kişi, Almanya'nın Potsdam ve (Bremen'e yakın) Wilhelmshaven kayıt istasyonlarındaki depremölçerlerin,Tokyo'da (18 Nisan'da) meydana gelen büyük bir depreme, aynı günde, yaklaşık aynı zamanda tepki verdiğini ayırt eden Ernst von Rebeur-Paschwitz (1889) oldu. Görünen oydu ki, sarsıntı dalgaları gerçekten yerküreyi bir uçtan bir uca geçmişti; boylam farkından kaynaklanan saat farkı göz önünde bulundurulmak koşuluyla, sarsıntının yerkürenin gövdesini bir uçtan öbür uca geçmesi 1 saat 4,3 dakika almıştı. Öyleyse, sarsıntının yol alma hızı ölçülebilirdi; ve deprembilimciler daha sonra bu bilgilerden yararlanarak, yerkürenin içinin hangi tür malzemeden oluştuğu, ne durumda bulunduğu gibi aktarım hızını etkileyen konularda bilgi edinebilirlerdi. Ama bu noktadan sonra işin matematik yanı sarpa sarıyordu.

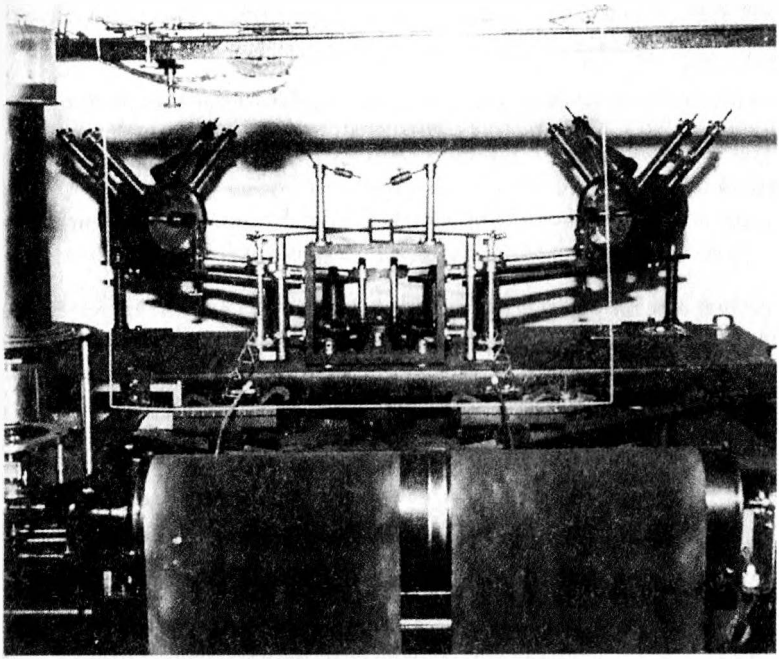
1889 yılından başlayarak, buluşlar hızla çoğaldı ve bu buluşlar, bilimsel araçların yardımıyla yerkürenin derinliklerinin doğasının bir yere değin anlaşılmasına olağanüstü katkı yaptı. Oysa geçmişte yerkürenin anlaşılması, Hopkins ya da Lord Kelvin'in çalışmalarında olduğu gibi büyük ölçüde kurgulama yoluyla, ya da gökbilim kuramından girift çıkarsamalar aracılığıyla yapılmaktaydı.

Yirminci yüzyılın başına gelindiğinde, depremölçerlerin yapımında önderlik, kesin olarak İtalya'dan Almanya'ya geçmişti; Alman bilim adamları, deprembilim kuramında ve yerkürenin iç yapısına ilişkin üstüne kuramlarda da öne geçmeye başlamış-

lardı. İlerde Königsberg Üniversitesi'nde fizik dersleri verecek olan Emil Wiechert (1861-1928), İtalyan araçlarını incelemek üzere 1899 yılında İtalya'ya gitti. Geri döndükten sonra üzerinde çalışmaya başladığı aracın işleyiş ilkeleri, yirminci yüzyılda uzun yıllar genel kabul gördü (Wiechert, 1903).

Wiechert'in ilk, eksiksiz işleyen makinesi, hâlâ çalışır durumda bulunduğu Göttingen'de kuruldu. Yine bir ters sarkaçtı kullanılan: Kocaman, ağır, silindir biçimli, kımıldatması zor bir kütle... Yere sımsıkı bağlanmış düz bir tablaya göre yakalanabiliyordu sarkacın devinimleri. (Ya da şöyle söylenebilir: Sabit, kımıldatması zor kütleye göre yerin her kımıldanışı saptanabiliyordu.) Kütleye bağlı bir küçük silindir, tablanın merkezindeki bir deliğin içinden geçiyordu. Küçük silindir, birbirine dik, kuzey-güney ve doğu-batı doğrultularında iki ince çubukla bağlantılıydı. Çubukların devinimi iki kol aracılığıyla iki başka çubuğa aktarılıyordu. Bu iki çubuk önceki ikiye koşut ve onların üstünde bulunuyordu. Üstteki çubukların uçları, boş silindir içinde havalı yastık olarak görev yapan iki pistona bağlanmıştı. Öteki uçlarının bağlandığı iki başka kolun bitiminde, uçları platin kaplı, alüminyumdan yapılma iki hafif yazıcı kol vardı. Hafif yazıcı kollar, titreşimleri, iki döner tambur üzerinde hareket eden isli kâğıda geçiriyordu. Tamburların dönüşü öyle ayarlanmıştı ki, tek bir parça kâğıt, yirmi dört saat boyunca kayıt tutmaya yetiyordu. Bir elektrik rölesiyle denetlenen kalemler, her dakika başında kâğıttan ayrılıyor ve böylece gün içinde meydana gelen bir sarsıntının zamanı bilinebiliyordu.

Wiechert'in aracının yapısını sözlerle canlandırmak epeyi zor; ama, üst bölümünün genel biçimi, Çizim 10.5 yardımıyla kestirilebilir. Wiechert depremyazarının, fotoğrafta açıkça görülebilen havalı yastıklarına özellikle dikkat edilmeli. Bu dizge sert titreşimlerin kaydedilmesine olanak tanırken, hafif kımıldanışların ölçümünü de engellemedi. Bu tür araçlar, Wiechert'in buluşunun ardından, kısa sürede dünyanın çeşitli bölgelerinde kullanım alanı buldu[6].



Çizim 10.5 Piacenza'da Collegio Alberoni Gözlemevi'nde çalışmakta olan bir Wiechert depremyazarı (Ferrari, 1992: 139).

Yine yirminci yüzyılın başında, elektrikle çalışan araçlar yapıldı (örneğin Galitzin, 1906). Kısaca anlatmak gerekirse, bir mıknatıs alanında bir sarkacın deviniminin meydana getirdiği akım, bir galvanometreden geçiriliyordu. Galvanometrenin dişlilerine bağlı bir aynaya vurdurulan ışığın yansıması, dönen fotoğraf kâğıdı makarasına düşürülerek kayıt tutuluyordu.

Bu teknik ayrıntılar bizi, (kök izleğimiz olan) insan düşüncesinde yerküre izleğinden uzaklaştırıyor gibi görünebilir. Ama, bu ayrıntılar birkaç nedenle üzerinde durmaya değer: Birincisi, bundan sonra anlatacaklarımda, yirminci yüzyılın başlangıcıyla birlikte, deprembilimcilerin elinde yersarsıntılarını oldukça duyarlı ve doğru ölçen aygıtlar bulunduğunu varsayacağım. İkincisi, bu bölüm ilerlediğinde, yerküre üstüne insan düşüncesinde, araçların işlevi üzerinde duracağım. On dokuzuncu yüzyılda,

haritaların yapıldığı sırada, yerküre ile yerbilimci arasında bilgi aktarımını sağlayan başlıca araçlar, çekiç ile büyüteç, daha sonraki yıllarda ise kayabilim mikroskobu idi. Yüzyılımızda, körlüğü geriletilmiş araçlar gittikçe daha büyük önem taşır olmuşlardır. O zaman şöyle bir soru akla geliyor: Zorunlu olarak her gün biraz daha 'kara kutulara' benzeyen, karmaşık, yüksek teknoloji ürünü araçların verdiği sonuçlara dayandırdığımız yerküre üstüne düşüncelerimiz, gerçeği ne denli yansıtıyor acaba? Wiechert depremyazarını inceleyen bir gözlemci, nasıl işlediğinin içinden çıkabilir. Çağcıl araçlar için aynı şeyi söyleyemeyiz. Bu nedenle, amaçlarımızı göz önünde tutarak, bu aygıtlara ilişkin başka ayrıntı vermeye kalkışmayacağım. Çağcıl yerfiziği araçlarını saran bu 'karanlık'ın felsefi sonuçları ilginçtir ve bundan böyle dikkatimizi daha çok çekecektir. Ama şimdi, araçların gelişiminden çok kuramın gelişim öyküsünü ele alacağız.

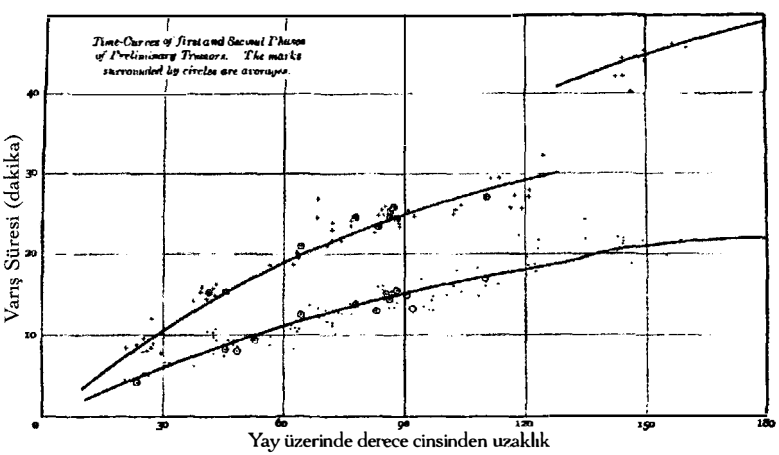
Hindistan Yerbilimsel Haritacılık Dairesi Başkanı Richard Oldham (1858-1936),[7] 1899 yılında yazdığı raporda (Oldham, 1899), 1897 büyük Assam depreminin dalgalarının İtalya'ya varışta birbirinden apayrı iki ön itki doğurmuşa benzediğini bildirdi. Ona göre kanıtlar, yerkürenin merkezinde katı bir demir çekirdek bulunduğunu; demir çekirdeğin katı, taş benzeri bir malzemeyle sarılı olduğunu akla getiriyordu. Ama bu akıl yürütme, güven vermekten uzaktı (Brush, 1980: 710). Oldham, bu buluşun arkasını ayrıntılı bir kuramsal makaleyle getirdi (1900); ardından, yerkürenin çekirdeği bulunduğuna ilişkin daha başka kanıtlar ileri sürdüğü yeni ve önemli bir uzun makale daha yazdı (1906).

Bir yersarsıntısının doğurduğu ön sallantıların iki ana çeşidi bulunduğunu sergiliyordu: 'sıkıştırıcı' ve 'burkucu'... Daha sonra bunlara birincil (B) (ya da 'basınç') ve ikincil (İ) (ya da 'kesme') sallantıları adı verilecekti; ve iki dalga türünün sağladığı kanıtlara dayanarak, yerkürenin iç yapısı konusunda çıkarsamalara (/sonuçlara) gidilebilirdi. Herhangi bir gözlem noktasına ilk ulaşan deprem dalgaları, deyim yerindeyse, iki ayrı yığın-

la geliyordu. B dalgalar önce varıyordu ve belli ki, İ dalgalardan daha hızlı yol alıyordu. B dalgalar yeryüzünden dışarı dik bir açıyla vuruyor gibi geliyordu ve dikine silkeliyordu. Biraz daha geç gelen İ dalgalar yanal silkelemeye ve daha çok yıkıma neden oluyordu. Eğer yerkürenin sünek davrandığı (bir anlamda bir çalgı gibi titreştiği) düşünülürse, böyle iki dalga türü olacağı, dalga kuramının ilkelerinden çıkarılabilirdi. Ama bu görüşü paylaşmayan, Cargill Knott gibi kuşkucular vardı.

Oldham (1906), iki ayrı dalga türünü bulmanın ötesinde ayrıca, yeryuvarlağının değişik bölgelerindeki deprem kayıtlarından, dalga hızının katedilen uzaklığa bağlı olarak arttığını çıkardı. Bunun anlamı, sıcaklık ve basıncın daha büyük olduğu varsayılan yerkürenin derinliklerinde, dalgaların daha büyük hızla yol aldığıydı. Ayrıca, bu iki dalga türü farklı hızlarda yol aldığına göre, varış zamanları arasındaki fark depreme uzaklıkla orantılı olacaktı. Böylelikle, üç gözlemevinden yapılacak kestirimlerle, yerküre üzerinde herhangi bir depremin yeri, ilke olarak saptanabilirdi. (Bu düşüncenin sahibi Milne idi, Oldham değil.)[8]

1906 yılında yazdığı makalede Oldham, bazı deprem kayıtlarına dayandırarak yaptığı buluşundan söz ederken, eğer depre-



Çizim 10.6 Richard Oldham'ın değişik türde deprem dalgaları için sarsıntı merkezinden uzaklığa bağlı olarak, saptadığı varış süreleri (Oldham, 1906: 462). (Geological Society'nin izniyle)

min açısı[9] 120°'den büyük olursa, İ dalgaların varışı büyük ölçüde -on dakika dolayında- gecikiyordu. Bu durum Çizim 10.6'da sergileniyor: Üstteki eğri İ dalgaların varış zamanını, alttaki eğri B dalgaların varış zamanlarını gösteriyor.

İ dalgalarının eğrisindeki kopmayı açıklayabilecek en az iki neden sayılabilirdi: Yerkürenin merkez bölgesi şu ya da bu nedenle İ dalgalarını iletemeyebilirdi; o yüzden gelen dalgalar, yerkürenin dış bölümünde her nasılsa kırılmaya uğrayarak gelebilmiş dalgalardı; ya da İ dalgaları bir nedenle, yerkürenin merkez bölgesinde, dışta yol aldığından daha yavaş yol alabilirdi. O sıralar, Oldham ikinci varsayımı tercih etti. Oysa, yerkürenin içinin sıvı olduğu ve bundan dolayı, (boyuna) B dalgalarını (ya da basınç dalgalarını) iletebilirken, (enine) İ dalgalarını iletemediği düşünülse, gözlemler daha da anlam kazanacaktı. Oldham, öyle ya da böyle, yalın geometri yoluyla gösterdi ki, yerkürenin yarıçapının 0,4'ü kadar, niteliği belirsiz bir çekirdek, (depremin merkezinden açısal uzaklık 120°'den büyük olduğunda)[10] İ dalgalarının varışını engellemektedir. 1914'te, Alman (daha sonra Amerikalı olacak) deprembilimci Beno Gutenberg (1889-1960),[11] yerkürenin çekirdeğinin 2900 km derinlikte başladığını hesaplayarak, 120° ölçüsüne kesinlik kattı.

Çağcıl ders kitaplarında, Oldham'ın çekirdeğin sıvı olduğunu buluşunun kimi zaman şöyle anlatıldığına dikkat çekelim: Enine titreşimleri iletememesi nedeniyle ve ayrıca İ dalgalarını keserek verdiği gölgeden ötürü, yerkürenin çekirdeğinin sıvı olduğunu bulmuştur. Bu yüzde yüz doğru değil. Oldham çekirdeğin sıvı olabileceğini aklından geçirmekle birlikte, bu görüşü tam benimsemedi. Oldham, *Nature*'a 1913 ve 1914'te yazdığı mektuplarda, İ dalgaları iletmeyerek 'gölge veren' akışkan bir çekirdek görüşüne yanaşmaya başlamıştı. Ama, Leonid Leybenzon (1879-1951) adında bir Rus bilim insanı ondan erken davrandı. 1911 yılında yazdıkları (Brush, 1980: 713), ne yazık ki Rusça'ydı; bu nedenle az ilgi çekti. Sıvı çekirdek düşüncesi, o sıralar yerfizikçileri topluluğunda genel kabul görmemişti.

Gerçekten de, deprembilim verilerini açıklayacak çok sayıda 'ya tutarsa' türünden varsayım ileri sürülebilirdi. Örneğin, yazdıkları çok karmaşık ve matematiğe boğulmuş bir makalede, Wiechert ile Zoeppritz (1907), (o dönem Alman yerfizikçilerinin çoğu gibi) yerkürenin içinin oldukça türdeş olduğunu imgelemekteydiler. Bununla birlikte, bir yüzeyden yansıyan sarsıntı dalgalarının, iki kümeye bölünebilmesini olası görüyorlardı: Buna göre, uzak kayıt istasyonlarına varışta doğrudan dalgalarla, (yolculuklarının bir bölümünü B dalgaları, bir bölümünü de İ dalgaları olarak geçirmiş) yansımış dalgalar birbirine karışıyordu. Kafa karışıklığı sözüm ona, başlangıç noktasından 120° açısal uzaklığın ötesinde başlıyordu. Oldham'ın İ dalgaları sandığı, çekirdeğin yavaşlattığı İ dalgaları değil de, daha uzun yol kateden, yansımış İ dalgalarının varışı olabilirdi. Daha başka pek çok açıklama yapılabilirdi ve yapıldı da. Bu, bilim felsefecilerinin bayıldığı, çok bilinen türden bir durumdu: Gözleme dayalı veriler, ilke olarak sonsuz sayıda değişik varsayımla açıklanabilirdi. Filozofların sonsuzunun yakınına bile gelinmese de, o denli çok, ayıklaması zor, kafa karıştırıcı bilgi vardı ki, çok sayıda ve birbiriyle çelişen açıklamayla bağdaşabiliyordu bunlar. Yerkürenin iç yapısının kendini hemen ele verdiği, dünyanın dört bir yanındaki değişik istasyonlarda depremyazarların kaydını tuttuğu sayısız küçük kıpırtıya bakarak söylenemez.

Gutenberg 1925 yılında kaleme aldığı önemli bir incelemede, başka şeyler yanında, yerkürenin içinin katılığı konusunda bilgi edinebilmek için yerfizikçilerin çıkış noktası olarak aldığı kanıt dizilerini ortaya serdi. Şu tür kanıtlardan yola çıkıyorlardı: Okyanus gel-gitleri, 'dikine' sarkacın ay ve güneşin çekimi nedeniyle sapması, yeryuvarlağının değişik bölümlerindeki yerçekiminin yeryüzü bozukluklarından etkilenmesi, yerkürenin ekseninde salgıya bağlı olarak kutbun konumunda görülen çevrimsel yer değişimi, sarsıntı dalgaları ve yerkürenin dengesinin sözüm ona katı bir merkezin varlığına bağlı olması gibi... Bunlardan yalnız sarsıntı dalgaları, sıvı bir çekirdeğin varlığını gös-

terir yöndeydi. Ama, bir yıl sonra, dünyanın önde gelen yerfizikçilerinden, Cambridge'de Plumian Kürsüsü'nde Gökbilim Profesörü olan, sözü ağırlıklı Sir Harold Jeffreys (1891-1989) sıvı çekirdek düşüncesinin kabul edilebilir olduğu görüşüne geldi (Jeffreys,1928), ve bilim çevreleri onun ileri sürdüğü savları onayladı. Oysa Gutenberg, çekirdeğin sıvı olduğu konusunda uzun boylu söz etmek için 1957 yılına dek bekledi.

Jeffreys'in yaptığı, Gutenberg'in sıraladığı kanıtları birbiriyle bağdaştırabilen, ince ayrıntılı bir matematiksel model kurma alıştırmasından başka birşey değildi; yaptığı hesaplamaların ayrıntılarına girmek bu kitabın amacını aşar. Burada belirtilmesi gereken tek konu, artık ileri sürülen savların, yirminci yüzyıl depremyazarlarından ve gökbilimcilerin ince ayrıntılı matematiksel araçlarından sağlanmış daha ince bilgilere dayandığıydı. Ortaya konmuş olan, hepsi aynı yönü göstermeyen bir yığın kanıttan çıkarılabilecek kuramsal modellerin en iyisiydi. Yerküre üstüne düşünme, artık yerbilimcinin arazide, haritaları ve çekiciyle gerçekleştirebileceği bir iş olmaktan çıkıyordu. Ve işte yerkürenin derinlikleri konusunda o gün bu gündür bir arpa boyu yol alınmadı.

Yerkürenin sıvı çekirdekli resmi, 1936 yılına değin her yeri tutmayı sürdürdü. O yıl, Danimarkalı deprembilimci Inge Lehmann (1888-1993) 'Olamaz mı?' diyerek, yerkürenin merkezinde (sıvı çekirdeğin ortasında) katı bir çekirdek bulunabileceğini ileri sürdü. Avrupa'nın birçok deprembilim laboratuvarlarında kaydedilen 1929 Yeni Zelanda Buller Depremi'nden kanıt olarak yararlandı.[12] Yaptığı, dünyanın öbür yanındaki üstmerkezden (epicentre) değişik uzaklıkta birçok gözlemevinin, her birine değişik dalga türlerinin varış zamanlarına ilişkin yığınla veriyi çözümlemekti. Konuyu yalınlaştırıcı birkaç varsayım yaptı: Bunlardan en önemlisi, çekirdekle yerkabuğu arasında kalan bölümde B dalgalarının hızını sabit kabul etti; sonra da, üç-kabuklu bir yerküre modeli kullanarak, gözlenen verilere yakın değerler elde edilebileceğini gösterdi. Şunu düşündü: Ba-

zı B dalgaları, küçük, katı bir iç çekirdeğin dışına vurup geri zıplarken yön değiştirerek, değişik bir gözlem noktasına yöneliyordu. Eğer yerkürenin çekirdeği bütünüyle türdeş ve sıvı olsa, yöneleceği kayıt istasyonu bu değildi (Lehmann, 1936[13]). Önerisi o günden bu yana genel kabul görmüş bulunuyor.

Elinizdeki kitabın başlarında, yerkabuğu kavramını oldukça rasgele kullandım; çünkü, on dokuzuncu yüzyılın çok tanıdık, (ama hiçbir biçimde evrensel kabul görmemiş) varsayımsal varlıklarından biriydi: Koskoca, akışkan bir iç gövdeyi kaplayan ince bir katı kabuk... Bu düşünce, daha az gelişmiş biçimiyle, en az Leibniz ve Descartes dönemine dek izlenebilir, geriye doğru. Ama biz yerkürenin içinin, (dış) çekirdeğe ininceye değin katı olduğunu; hem İ ve hem de B titreşimleri iletebilir nitelikte bulunduğunu düşünüp durmuşuz. Öyleyse kabuk, sıvı çekirdeğe ininceye dek, 2900 km biteviye sürüp gidiyor mu?

Çalışmalarıyla 1909 yılında bu soruyu biraz daha aydınlatan kişi, Hırvatistan'ın Zagrep Üniversitesi profesörlerinden Andrija Mohorovicic (1857-1936) oldu: Zagrep'in otuz mil güneyinde, Kulpa Vadisi'nde 1909 yılının Ekim'inde meydana gelen depremin, sarsıntı dalgalarını inceledi (Mohorovicic, 1910[14]). Depreme uzaklığı 800 kilometreden daha az olan kayıt istasyonlarının, ikişer takım B ve İ dalgaları kaydettiğinin ayırdına vardı. (Bu tür adlandırmayı yapan Mohorovicic idi.) Bir olasılık, iki ayrı sarsıntı (şok) olabileceğiydi; ama, iki dalga takımı arasındaki zaman farkı, sarsıntı merkezinden uzaklaştıkça azalıyordu. Öyleyse, nedenin iki ayrı sarsıntı olması neredeyse olanaksızdı. Gözlemleri açıklamak amacıyla Mohorovicic, yerküre içinde, yaklaşık 45 kilometre derinlikte bir sınır olduğunu ve dalgaların, bu sınırın altında, üstünde gittiğinden daha hızlı yol aldığını ileri sürdü. Daha yavaş yol alan dalgalar, dış katmanı geçerek doğrudan gözlemciye ulaşıyordu. Ötekiler, anlaşıldığına göre, titreşimleri daha hızlı ileten alttaki tabakaya geçiyor ve sonra (her nasılsa) yukarı doğru kırılarak yeniden gözlemciye ulaşıyordu.[15] İki tabakayı ayıran sınır günümüzde, Macelwane

ile Sohon'un verdiği adla, Mohorovicic Süreksizliği adıyla anılıyor; ve yerkabuğu ile manto arasında -başka bir deyişle, yerkabuğu ile çekirdeğe varana dek geçilen malzeme arasında- sınır olduğu düşünülüyor.[16]

Son olarak, şimdiki amacımız açısından, varlığı ilk kez Amerikalı yerbilimci Joseph Barrell'ce (1869-1919) önerilen 'astenosfer'den söz edilmeli. Barrell'e (1914: 659) öyle görünüyordu ki, izostazi kuramı (yüzer yerkabuğu blokları arasındaki denge durumu -ç.n.), yerkabuğu ya da taşküre altında, sınırlı büyüklükte zorlamalara karşı esneyebilecek bir katman olmasını gerektiriyordu. Bu sözüm ona 'zayıf (/yumuşak) küre'ye, Yunanca 'zayıf' sözcüğünden türetme 'astenosfer' adını verdi. Sarsıntı dalgalarının iletilme hızını kesen bir katman olarak kendini gösteren astenosferin, varlığına ilişkin kimi kanıtlar sağlayan kişi, Gutenberg'dir (1926). Yerkürenin içinin, hangi derinliğe dek kristal niteliği taşıdığı sorusuna yanıt arıyordu. Bu soru o sıralar hâlâ güncelliğini korumaktaydı; neden denirse, yerkürenin çekirdeğinin mahiyeti -katı mı, yoksa sıvı mı olduğu sorusu- henüz herkesin hoşuna gidecek bir sonuca bağlanmamıştı. Gutenberg, araştırmaları sırasında bir gözlem yaptı: Buna göre, mantonun üst bölümünde 70 ila 100 km derinlikleri arasında, dalga boyunun ve dalga hızının azaldığına ilişkin belirtiler vardı. Dolayısıyla bu derinlikte mantonun, basıncın daha büyük olduğu daha derinlere göre, daha yoğrumlu (/plastik) olduğunun ipuçlarını yakaladı. 1928 yılında Gutenberg, 80 km dolayında bir derinlikte, kayanın eridiği noktaya ulaşıldığı düşüncesini ortaya attı.

Burada, Gutenberg'in astenosferi 1926 yılında 'bulduğu' söylenemez. O yıl yazdığı makalede mantonun dış tabakası üzerinde durmamıştı doğrusu. Daha önce belirtildiği gibi, o sıralar yerkürenin çekirdeğine ilgi duyuyordu. Bununla birlikte, mantonun üst bölümünün yoğrumlu olduğunu; ve bu nedenle, yerkabuğunun mantoya göre devinimlerinin bir kısmının yer alabileceği olası bir konum bulunduğu düşüncesini uzun yıllar sa-

vundu (örneğin Gutenberg ve Richter, 1931, 1939; Gutenberg, 1948,[17] 1954, 1955). Devinim üzerine kurulu kıtaların kayması kuramı da bunu zorunlu bulacaktı (bkz. XI. Bölüm). 1926 yılında yazdığı makale, bu anlamda önemliydi. Ama makalesinin, devingen ya da plastik bir zayıf-kürenin varlığının somut kanıtı olarak insanların kafasında pek yer etmediği anlaşılıyor.

Mantonun üst bölümünde, bir zayıf-küre -sarsıntı dalgalarını daha yavaş ileten bir yoğrumlu tabaka- bulunduğunun herkesi mutlu edecek biçimde doğrulanması 1926 yılından yaklaşık otuz yıl sonra, atom bombası patlamalarının yeryüzünün dörtbir yanında tutulan kayıtlarının incelenmesiyle ortaya çıktı. Bu patlamalar sayesinde, Gutenberg'in 'tabakası'nı daha yakından inceleme olanağı veren, 'denetim altında' büyük ölçekli patlatma deneyleri yapılabildi.[18] Ama ünlü Jeffreys (1929: 193, 231), zayıf-tabakanın varolduğuna ilişkin genel düşünceye, daha önce onay vermişti. Ve deneyle kanıtlanamasa da, Jeffreys gibi bir kişinin desteğiyle, düşünce kabul görmüştü. Yerbilim açısından taşıdığı kuramsal önemse, o sıralar henüz anlaşılabilmiş değildi.

Buna göre, Mohorovicic Süreksizliği'nden başlayarak 600 km derine indiği düşünülen zayıf-kürenin, alttaki bölgeye göre daha akışkan ve dayanıksız, sarsıntı dalgalarını iletme yeteneğinin daha düşük olduğu sanılıyor; ve bir patlama noktasından yola çıkarak yerküreyi kateden B dalgalarının, zayıf-kürenin alt yüzeyinden geri dönen önemli sayılmayacak yansımaları algılanabiliyor. Zayıf-kürenin varlık nedenini anlamak zor değil. Kaya ısıtılınca eriyor ve derine indikçe sıcaklığın arttığı biliniyor. Ama, basınç arttı mı, erime daha zorlaşıyor. Mantonun üst bölümünde sıcaklık etkisi başat, o yüzden buradaki malzeme daha akışkan; ama, daha derinlere inildikçe basınç artıyor, ta ki manto katılaşıncaya dek... Daha da derinlere inilince, sıcaklık ağır basıyor ve akışkan bir çekirdeğe ulaşıyoruz. Ama bu çekirdeğin tam göbeğinde basınç yine egemen oluyor ve bu yüzden iç çekirdek katılaşıyor. Sıcaklık ve basınçta olduğu gibi kayaların bileşiminde de değişiklik olması gerektiğini, söylemek bile gereksiz.

Aleut Yayı ve Japonya'dan Kamçatka'ya ulaşan sarsıntı titreşimleri üzerinde incelemeler yapan Rus deprembilimci G. S. Gorshkov, astenosfer katında gerçek anlamda akışkanlığın kanıtlarını ortaya koydu. Anlaşıldığı kadarıyla, Güney Japonya'daki bir yanardağ bölgesinin altında, 50-70 km derinlikte, B dalgalarını iletebilen ama İ dalgalarını iletmeyen dış bükey biçimli bir malzeme vardı. Bu, yerkabuğu ile manto arasındaki sınır dolayına düşen bir katmanda, sıvı malzemenin varlığını akla getiriyordu. İleri sürülen sav, daha önce yerkürenin çekirdeğinin akışkanlığını açıklamakta kullanılmış olan açıklamanın benzeriydi. Ama, zayıf-küre (/astenosfer) katındaki bu erimiş malzeme, belli bir alanda birikmiş gibi görünüyordu.

Büyük ölçüde, depremyazarlardan damla damla edinilmiş bilgiler yardımıyla çizilen yerkürenin içinin resmi, aşağıdaki gibi bir şey:[19] Taşküre (/litosfer) diye anılan bir dış kabuk var. Taşkürenin altında Mohorovicic Süreksizliği bulunuyor. Mohorovicic Süreksizliği'nden kısmen yoğrumlu, ya da yer yer akışkan zayıf-küreye geçiliyor. Zayıf-küre, yerkürenin, genellikle katı olan mantosunun üst bölümüdür. Çok derinlerde, mantonun altında, sıvı çekirdek ve onun da tam merkezinde, Dante'nin düşlediği gibi içinde Şeytan ile dünyanın en uğursuz üç günahkârının donup kaldığı buz kütlesinden cehennem değil, büyük sayılmayacak boyutta katı bir iç çekirdek var. Günümüz deprembilimcileri başka ikincil kabuklar olabileceğini sanıyor (Bolt, 1982); ama, amaçlarımız açısından modeli daha ayrıntılı ele almaya gerek yok.

Doğu Asya'dan sağlanan bilgiler bununla kalmadı: Japonya Merkez Gözlemevi'nde görevli Japon deprembilimci Kiyoo Wadati (1934-35), 1930'larda depremleri incelediği sırada, yerkürenin derinliklerine ilişkin başka bilgilere ulaştı. Deprem araştırmaları alanında, ülkesinde bir önceki yüzyılda temelleri atılan geleneği izleyen Wadati, bölgesinde derin depremlerin odaklarının dağılımını araştırdı ve üç ana doğrultu üzerine düştüklerini buldu: (1) Vladivostok'tan Hokkaido'nun kuzeyine

doğru; (2) Kyushu Adası'ndan başlayıp adalar denizi üzerinden Japonya'nın güneybatısına doğru; ve (3) Vladivostok'tan gelip merkezi Honshu üzerinden Ogasawara Adası'na doğru... Ayrıca, depremlerin meydana geldiği değişik derinlikler için, eşit-derinlik-eğrileri çizmeyi başardı. Buna bakınca, Japon adaları yakınında yerkabuğuna doğru eğimli, yanardağ etkinliği ile ilişkili bir 'zayıf yüzey'in bulunduğu gibi bir görünüm çıkıyordu (*a.g.y.*: 324). Bu durumun, Wegener'in ortaya koyduğu kıtaların kayması kuramı (bkz. XI. Bölüm) için kanıt oluşturabileceğini düşündü; çünkü, 'zayıf yüzey' kıtaların kaymasına ilişkin bir 'ipucu' sayılabilirdi. Bu yüksek önsezi ürünü öneri, o sıralar yerbilimcilerin pek ilgisini çekmedi.

Wadati'nin düşünceleri, California Institute of Technology'de (Caltech) görevli Hugo Benioff (1954) tarafından 1950'lerde 'yeniden keşfedildi'. Sarsıntıların bol olduğu bölgelerde çok sayıda deprem kaydını inceleyen Benioff, çok dik eğimli 'ters' kırık düzlemlerinin kanıtlarına rastladı (bkz. Çizim 11.14b). Bu düzlemler, okyanus ortalarında ve 'kıtaların kıyılarında' birbirinden bir parça değişik görünüyordu. Okyanus tabanı kırıkları 700 km dolayında bir derinliğe inerken, kıta kıyılarına bitişik ya da kıta kıyıları yönünde ve onların altına doğru dalan kırıklar 300 km dolayında eğim değişikliği geçiriyor ve sonra 700 km derinliğe dek uzanıyordu. İlginç olarak, Japonya bölgesi içine düşen bir kırık düzlemi, bir eksen boyunca bükülüp dönmüştü sanki: Öyle ki, şu sırada Vladivostok'a yönelmiş iki parçadan oluşmaktaydı. Böylece Wadati'nin kırık düzlemlerinin garip geometrisi açıklanmış oluyordu.[20] Benioff, kırık düzlem boyunca devinimin yarattığı sürtünme ısısının, kırık zonu boyunca kayaların erimesine neden olabileceğinden söz etti. Böylece depremler ve depremlerin bağlı olduğu kırılmalar ile onları izleyen yanardağ etkinliği arasındaki bağlantı açıklanmış oluyordu. 1950'lerde sarsıntılara ilişkin bilgiler, kıtaların kayması/devinimcilik kuramının kabul edilmesini sağlamak için henüz tek başına yeterli sayılmasa da, sonunda kırılmaya bağlı

'Benioff zonları' (ya da daha doğrusu 'Benioff-Wadati zonları') düşüncesi, tabla tektoniği benzetmeliğinin gelişmesinde en belli başlı öğe durumuna geldi (bkz. XI. Bölüm).

Artık, yerkürenin derinlikleri konusunda, deprembilim ve ilişkin araçlar yardımıyla edindiğimiz bilgilerimizin niteliği üzerinde durabiliriz. Inge Lehmann, yaşamını anlattığı yayımlanmamış notlarında, depremölçerlerin çıkardığı 'bip' sesleri ve titrek çizikleri yorumlama konusunu betimlerken şunu söylüyor: 'Ne denli bilgisayar destekli de olunsa, o yeri doldurulamayacak gizemli büyücü becerisi...' (Brush, 1980: 716'da yer alan alıntıya göre). Ve hiç kuşkusuz, yerkürenin içinin ana özelliklerinin belirlendiği sıralarda, bu söz büyük doğruluk payı taşıyordu.

Bana öyle gelir ki, Lehmann bu sözlerinin altında, deprembilimcinin yaptığı işte ağır basan 'adı konmamış, örtülü' bir yan olduğu düşüncesi yatıyordu (Polanyi, 1958, 1966). Bunu, bir kalp uzmanının 'elektrokardiyogram' üzerinde tanı koymasına yarayan, -ama sıradan bir insan bakımından hiçbir anlam taşımayan- ayrıntıları fark edebilmesine benzetebiliriz. Bu tür araç okumalarını -ya da deprem kayıtlarını- yorumlayabilmek için, kişinin ilgili bilim dalının (ya da büyünün) kültürüyle yoğrulmuş olması gerekir. Bu ustalık, ilgili bilim çevrelerinde yıllarca deneyim kazandıktan sonra elde edilebilir. Öte yandan, yerkürenin derinliklerine ilişkin ayrıntılara gelince, bunun anlamı, deprembilimcinin lütfettiği bilgileri sıradan insanın doğruluğuna güvenerek kabullenmek durumunda olduğudur.[21] Yerkürenin derinlikleri konusundaki görüşlerimiz, ister istemez deprembilimcinin beyninden geçerken ışık gibi kırılmaya uğradıktan sonra ulaşır bize; onların görüşleri de kullandıkları araçlardan geçerken kırılmaya uğramıştır.

Deprembilimci ile kalp uzmanı arasında kurulan benzerlik, bana göre, haksız değildir. Gerçekten, araçlarının yardımıyla yerkürenin içinin üç-boyutlu 'görüntü'sünü oluşturdukları süreçlerden söz ederken deprembilimciler de tıp dilinde çok yaygın olan 'tomografi' terimini kullanırlar. Yerküre içinde, 'yerbi-

limce hızlı' ya da 'yerbilimce yavaş' dalga iletir gibi görünen bölgeler ararlar. Tabla tektoniği kuramı açısından çok önemli olan manto içi konveksiyon akımlarının belirtileri, bu yoldan bulunmuştur (bkz. XI. Bölüm). Yüzey dalgalarının aktarımındaki garipliklerden yerkürenin dış bölümlerindeki özel yapılara ilişkin bilgiler çıkarılabilir. Yerkürenin iç yapısının gölgelerden oluşan bir resmini oluşturmak için depremölçerden, sanki bir tür röntgen makinesiymiş gibi yararlanılır.

Öyleyse, yerkürenin içindeki katmanların gerçekliği konusunda deprembilimin ortaya attıklarına nasıl bakmalıyız? İşte bu, tam felsefenin sahneye çıkmasını gerektiren bir sorudur. Yerkürenin içindeki katlar, eski Batlamyusçu (/Ptolemaiosçu) gökbilimcilerin evreni oluşturan gök katları gibi 'görünüşü kurtarmakta başarılı', 'kolayından bilim-kurgu'lar mıdır; yoksa, üzerinde yaşadığımız gerçek dünyanın (düş katılmamış) parçaları mıdır? Ian Hacking'in (1983) 'araçsal gerçekçilik' felsefesine göre örneğin, kuramsal nesneler eğer deneyler aracılığıyla kişinin amacı yönünde kullanılabiliyorlarsa, gerçektirler. Hacking'in belirleyici ilkesi şu idi: Eğer elektronları (örneğin bir televizyon aygıtında olduğu gibi) püskürtebiliyorsanız ve onlara istediğinizi yaptırabiliyorsanız, gerçektirler. Bu pragmacı yaklaşımın, bana göre, övülmeye değer çok yanı var.[22] Ama, yerkürenin derinlikleri söz konusu olduğunda, uygulama alanı bulma olasılığı hemen hiç yok. Yerkürenin derinliklerini yararımız doğrultusunda evirip çeviremeyiz; günün birinde de bu anlamda kullanabileceğimizi hiç aklım kesmiyor; ola ki, atom (ya da daha küçük ölçekli) patlamaların doğurduğu dalgalar bu sınıfa girsin, ya da Moho tasarısı yeniden canlansın (bkz. 16. dipnot)...

Filozof Martin Heidegger'den esinlenerek olgubilimci bir yaklaşımı benimseyen, ama kimi yanlarıyla Hacking'in pragmacılığına yakın düşen Don Ihde'ye göre (1979, 1990), araçlar algılayışta duyularımızın olağanüstü uzantıları olarak hizmet ederler. Onlar aracılığıyla önümüzü 'yoklar', yolumuzu buluruz. Bir

olayla örneklemek gerekirse: Sidney kentinin sıkışık araç akışında, başka sürücülerin (kuşkusuz benden daha saygılı olanların) dalmaya kalkışmayı yeğlemez göründükleri aralıklardan geçip sıyrılmakta ustayımdır. Sürücülükte yılların deneyiminden midir nedir, arabam sanki bedenimin bir uzantısı gibidir: Kediye bıyıkları neyse, bana da arabam o... Ihde, değişik biçimlerdeki çoğu teknoloji ürününün tıpkı böyle olduğunu öne sürüyor: Her ne kadar ilk akla gelen örnek, sanırım bilgisayar ise de, çekici insan elinin uzantısı olarak düşünmek daha kolay görünüyor.[23]

Deprembilimcilere de (ve yerfiziğinin başka alanlarında çalışanlara da) kullandıkları araçlar sanki kendi duyularının uzantısıymış gibi gelebilir. Ama, araba sürmekle karşılaştırıldığında, bu bir tür büyü işidir doğalcası; çünkü, yerkürenin içlerini gözetlemek amacıyla depremyazar kullanmanın gerektirdiği örtülü bilgiye pek az kişi sahiptir. Bunun dışında kalanlarımız, doğruluğuna güvenerek kabul etmek durumundayız bu kişilerin bulgularını; bilimin hemen her dalında durum böyle. Bundan dolayı, her ne kadar günümüz atlasları ve ders kitaplarında yerkürenin içini soğan gibi kat kat bir yapıda gösteren çizimler varsa da, bu tür bilginin, gündelik kaygılara dalmış sokaktaki adamın yerküre üstüne düşüncesi içinde yer bulduğunu sanmıyorum; tıpkı, Barfield'in betimlediği Ortaçağ ve Rönesans dönemi insanının evreni sıradan kavrayışı gibi (bkz. s. 65). Sokaktaki Ortaçağ insanı da, çoğu din adamı olan aydın seçkinlerce kendisine anlatılanların doğruluğunu, güvenerek kabul etmek durumundaydı. Eğer düşünce ayrılığına düşenler olursa, mantık kurallarına uygun tartışma becerileri edinmeleri ve bütün bir ömür Eski ve Yeni Antlaşmayı incelemeleri gerekirdi. Günümüzdeyse, yerkürenin araçlarla algılanan yapısı konusunda anlaşmazlığa düşersek, daha iyi deprem algılama araçları yapmamız, depremlere ilişkin daha iyi bir veri tabanı elde etmemiz ve yerfiziğinde kullanılan matematik tekniklerini öğrenmemiz gerekecektir. Bunu yapacak durumda olmadığımıza göre, yerkürenin içine ilişkin görüşümüzü ister istemez o konuda 'yetke'

kişilerin bize bu konuda anlattıklarına güvenerek oluşturmak zorundayız. Ama dünyanın Ortaçağ resmi ile karşılaştırıldığında kafamızdaki, çok daha gizemli ve dar bir çevrenin malıdır; çoğu insanın aklından geçireceği bir düşünce değildir; ister kafa yorduğu bir gününde olsun, ister düşünmeye boş verdiği bir gününde. Yaşadığımız bilim çağında, yerkürenin içi üstüne düşünmek, daha çok yerbilimcilere ve yerfizikçilere bırakılmış durumda.

Bunu söyledikten sonra, yerküreye ilişkin (yerbilimcilere ait) düşüncelerde araçların payı daha yakından çözümlenebilir. Araçların, yalnızca duyuların uzantısı olmanın ötesinde de değişik bir rolü olabilir. Şurası açık ki, bilimsel araçlar dünya ile onu gözleyen arasında aracılık yapmaktadır. Ihde (1990) bunu yalın bir 'formül'le simgelemektedir:

İnsan–Araç–Dünya

Otomobilimin benim 'bıyıklarım' olarak görev yaptığı durumlarda, araç etkin bir biçimde duyu organlarımın parçası haline geliyor ve (hiç değilse, düzgün çalıştığı sürece) üzerinde durduğum bir nesne değil. Öyleyse diyebiliriz ki, benimle arabam arasında bir 'bütünleşme' ilişkisi var. Bu durumu belirtmeye yardımcı olsun diye sözcükleri ayraç içine alabiliriz:

(1) (İnsan–Araç) → Dünya

Mikroskop arabaya göre daha kolay kavranabilecek bir örnek olabilir. İnce bir kaya kesitini mikroskop aracılığıyla gözlediğimizde, yerbilimcinin duyularının uzantısı görevi yapan araç, doğrudan algılama deneyiminden bazı özellikleri öne çıkarırken, başkalarını geri itmektedir. Örneğin kayanın sertliği ya da 'ele nasıl geldiği' deneyimi, önemce geri itilmiş olur. Her iki örnekte de, araçla 'bütünleşme' olduğunu; ya da, aracın gözlemciyle bir 'bütünleşme ilişkisi' içinde bulunduğunu düşünebiliriz.

Ama başka durumlar vardır ki, orada aracın doğrudan kendisi, kadranındaki sayılar, bilgisayar çıktıları ya da yorumlanması gereken her ne varsa, odur incelemenin nesnesi. Bu nedenle, (kutsal) metin yorumlaması türünden bir etkinliğin içine girmiş oluruz. Bu durumu ise aşağıdaki gibi simgeleyebiliriz:

(2) İnsan → (Araç–Dünya)

Ihde (1990), (burada 'dünya' yerine koyduğu) bir atom reaktörünün denetim odasındaki araçların göstergelerini izleyen mühendis örneğini veriyor. Tüm dikkat, bir insanın fiziksel anlamda giremeyeceği reaktörün asıl içi üzerinde değil de, gösterge panosu üzerinde toplanmıştır. Mühendis, reaktörün iç durumunu değerlendirebilmek için, araç kadranlarında okuduğu sayıları yorumlamak zorundadır. O zaman, bunun da metin yorumculuğu türünde olduğu söylenebilir. Araçların reaktörün içinin gerçeğe uygun bir 'resmini' aktarıp aktarmadığı da, tabii ki, sorulması gereken önemli bir sorudur. Bu ise, araçların tasarım özelliklerine, tasarımlarında yararlanılan kuramların yeterli olup olmadığına ve ne denli ustaca kullanılıp yorumlandıklarına bağlı olacaktır. 'Araç-dünya' ilişkisi hiç de saydam değildir. Ama araçları tasarlayanların ve kullananların amacı, aracın, reaktörün erişilemeyen iç bölümündeki koşullara 'gönderme' yapmasıdır.

Yukarıda, 1. ve 2. durumlar birbirinden kopukmuş gibi gösterilmiştir. Oysa değişik araçları, karşı uçlarında bu iki durumun yer aldığı kesintisiz bir kuşak üzerine yerleştirerek düşünmek daha doğru olur. Sarsıntı ölçme araçları için de durum böyledir. Eğer sarsıntı ölçme aracı, yalnızca hafif bir yer titremesini ayırt etme yetisini artırmayı amaçlıyorsa -diyelim ki bir tür sarkaç; hatta belki bir el çekülü- o zaman buna gözlemciyle bütünleşmiş bir araç demek yerinde olur. Ama, açıkçası durum genelde böyle olmuyor. Daha çok, titreşimleri ayırt eden, kaydeden ve onları ses biçiminden çok görsel biçimde simgeleyen

araçlar söz konusu. Üstelik günümüzde, yardımcı bir yığın elektronik aygıt da cabası... Yerkürenin titreşimleriyle bunların bir depremyazardan alınan kayıtları arasındaki ilişki ilke olarak oldukça yalın sayılır doğrusu. İlk depremyazarların nasıl yapıldığını ve çalıştığını anlamanın zor bir yanı yok. Günümüz araçları daha karmaşık ve çalıştıranlarca, bir tür 'kara kutu' gözüyle görülebilirler pekâlâ. Yine de, insan yapısıdırlar ve çağcıl bilimsel araçlarla karşılaştırıldıklarında aşırı düzeyde karmaşık sayılmazlar ve çalıştıranlar sıkıntıya girmeyi göze alınca, nasıl çalıştıklarını çözebilirler. Depremyazar kayıtları ile gözlemevinin bulunduğu noktasındaki yerkürenin devinimleri arasındaki ilişki, görece yalın ya da 'saydam'dır.

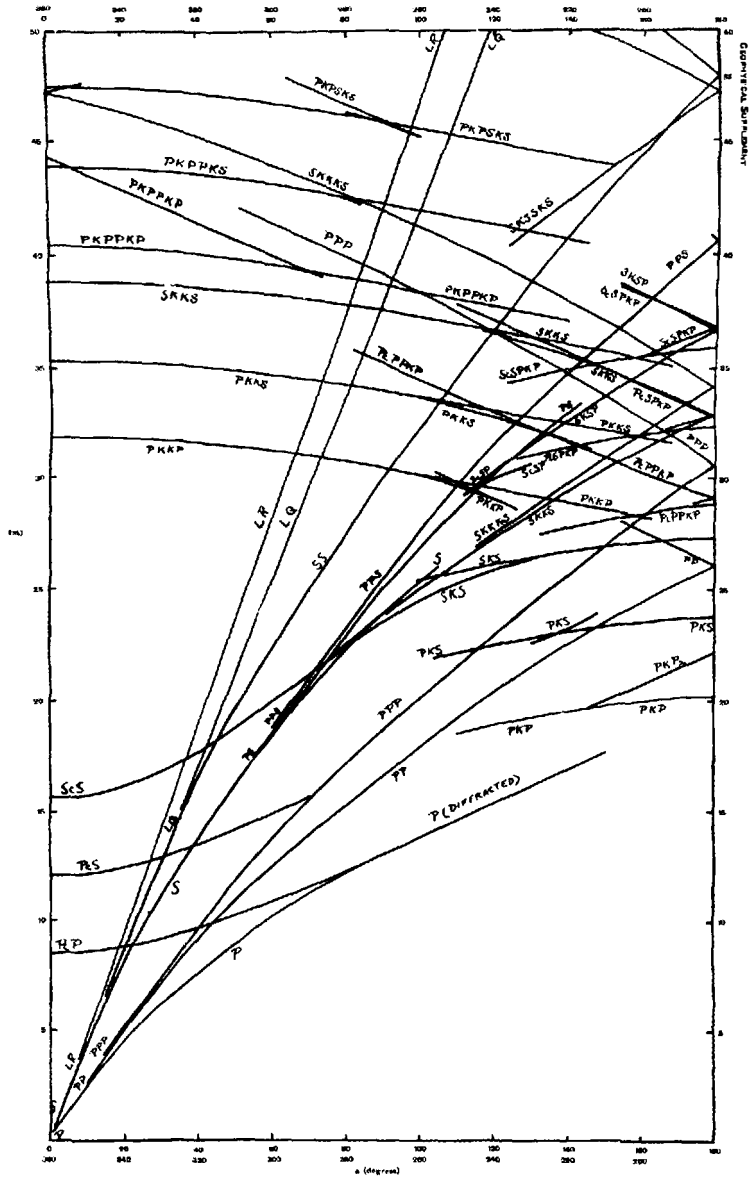
Yine de, depremyazar kayıtlarını okumak, yorumbilim içinde bir sorundur: Deprembilimci hangi çiziklerin İ dalgasını, hangi çiziklerin B dalgasını -ya da B' [P'] dalgasını- gösterdiğini (aşağıya bakınız) ayırt etmek zorundadır. Bu başlı başına bir 'büyücülük' işi olabilirse de, sorunun yalnızca başlangıcıdır. Sorun, yerkürenin içinin doğasını ve yapısını aydınlatmak olunca, tek bir deprem gözlemevi, ancak sınırlı yarar sağlar. Bir gözlemevi ağı gereklidir ve deprem kayıtları değiş tokuş edilmeli, bağlılaşım sağlanmalı ve çözümlenmelidir. Daha önce gördüğümüz gibi, bu tür çalışmalar deprembilimin erken döneminde Milne ve Mohorovicic gibi insanlarca ya da Cizvit yerfizikçiler ağı eliyle başlatılmıştı. Böylesi araştırma izlenceleri, doğası gereği, imececi nitelikte olmak zorundadır.

Verilerin elde edilmesiyle birlikte kuramlaştırma -yerküre üstüne düşünce üretme- başlayabilir. İç yapısının modelleri inşa edilir. Başlangıçta basit olan bu modeller gittikçe ince ayrıntılara iner. Newton, Ay üstüne yaptığı gökbilim çalışmalarına başlarken, Ayın yörüngesinin dairesel olduğu; Dünya ile ayın nokta kütleler bulunduğu varsayımlarından yola çıktı. Bu kaba çizgili yalınlaştırmalarla oldukça yeterli bir sonuç elde ettikten sonra, ayrıntılara girdi: Cisimleri hacimleriyle ele aldı ve dairesel olmayan yörüngeleri denedi. Oldham da benzer bir yol izle-

di. Değişik gözlemevlerinden gelen verilere bakarak, yerkürenin içinde bir bölümün İ dalgalarını geçirmediği düşüncesine vardı. Dolayısıyla, yerkürenin içinde bu tür dalgaları keserek 'gölge alanı' oluşturan küre hacimli bir madde bulunduğu varsayımını ortaya attı ve bu kürenin yarıçapını belirlemek üzere kaba bir hesaplama yaptı. Dalganın doğru boyunca yol aldığı gibi kolaylık sağlayıcı bir varsayımdan yola çıktı. Ama pekâlâ biliyordu ki, yerkürenin içinde değişen basınç ve yoğunluğun yol açtığı kırılma nedeniyle, dalga kavisli yol almaktaydı. Ön hesaplamalarda sağlanan başarı üzerine yerbilimciler, daha karmaşık modellere yöneldiler.

Zaman içinde, sarsıntının başlangıç noktası ile kayıt edildiği nokta arasında, sayıları gittikçe artan sayıda olası dalga geçekleri düşünüldü. Mantoda yol alan B dalgalar olabilirdi; mantoda yol alan İ dalgalar olabilirdi; çekirdeği kesip geçen dalgalar (K dalgalar) olabilirdi; çekirdekten gelen (*c* harfi ile simgelenen) yansımalar olabilirdi; manto ve çekirdeğin ikisini birden kesip geçen dalgalar (Lehmann'ın BKB ya da B' dalgaları); yerkürenin yüzeyinden yansıyan dalgalar (örneğin BB); yeryüzünün karşılıklı zıt noktalarından yansıyan dalgalar (BKBBKB ya da B'B') ve daha pek çok benzer dalga... Bir B dalganın, çekirdekte yansıdıktan sonra İ dalgaya dönüşebilmesi (ya da tam tersi) zorlukları katmerlendiriyordu. Jeffreys,Yeni Zelandalı Keith Bullen'in yardımıyla yıllarca çalışarak (1937-40 [1939]), her bir dalganın bu değişik uzaklıkları katetme hızını belirledi ve tek bir çizgede birleştirdi. Hesaplamanın işçilik yükü ağırdı, ama ortaya çıkan çizge (Çizim 10.7) deprembilimcilerin imdadına hızır gibi yetişti. Deprem kayıtlarındaki çizikleri, yerkürenin içinde yer aldığı düşünülen fiziksel olaylara dönüştürmeye yardımcı bir 'saptama çizgesi' sağladı. Jeffrey-Bullen çizgesinin yardımıyla, deprembilimin 'kara büyü'sünün rengi biraz ağardı.

Böylesi bir çizgenin 'araç-dünya' ilişkisini daha saydamlaştırmaya yardımcı olduğunda kuşku yok. Ama şu da ortada ki, bu (görünürdeki) saydamlık, fazlaca kuramsal düşüncenin sonucu-



Çizim 10.7 Değişik türde deprem dalgalarının varış sürelerini göstermek üzere Sir Harold Jeffreys'in hazırladığı çizge (Jeffreys, 1937-40 [1939], 604. sayfanın karşısına düşen Tablo 5). (Geological Society'nin izniyle)

dur; değişik istasyonlarda alınan araç okuma sonuçlarının karşılaştırılması ve bağlılaşımıyla elde edilmektedir. Yine de, yerkürenin içine ilişkin kuramlara çeşitli başka öğeler eklenebilmesi, bu çizge sayesinde oluyor: Yoğunluğuna, fiziksel durumuna ve süneklik niteliklerine, sıcaklığına, kimyasal/kayabilimsel bileşimine vb. ilişkin düşünceler, bu kuram toplamına daha bütünleyici biçimde katılabiliyor; ve sonunda, böylesi bir yapı ve bileşimdeki bir nesnenin doğabilmesi için yerkürenin geçirmiş olabileceği olaylara ilişkin düşünceler üretilebiliyor. Deprembilimciler özellikle, Jeffreys-Bullen çizgesinde ortaya konmuş normlardan sapmaların ardına düşebilirler. Böylesi sapmalar, yerbilim kuramının başka dallarınca ortaya atılmış dalma-batma zonları (bkz. s. 396) gibi özel yerküre yapılarına işaret edebilir.

O zaman geriye şu soru kalıyor: Acaba sarsıntı ölçme araçları 'göndermede bulundukları' yerküre yapısını gerçeğe uygun biçimde yansıtıyorlar mı? Yoksa, bir yığın araç okuma sonucuna bakarak 'durumu kurtarmak amacıyla' yerkürenin içine ilişkin öyküler uydurmaktan öteye gitmiyor mu yaptığımız? Bu soru, bilim felsefesine giren derin ve karmaşık bir soru ve verilecek yanıt, kişinin yandaşı olduğu doğruluk kuramına bağlı. Yerbilimci/deprembilimci, kuramlarla dünyada olup biten arasındaki uygunluğa bakmaktadır. Ama bunu sınamanın yolu geri çekilip, kişiyi fotoğrafıyla karşılaştırır gibi dünyayı, bilimin çizdiği resim ile karşılaştırmak değildir. Çünkü, yerkürenin içinin elimizde bulunan resmi, ancak bilimsel araçlar üzerinden ve karmaşık kuramlar yoluyla elde edilebilmektedir.

Benim bu konudaki görüşüme gelince, bence doğruluk bağdaşık ve tutarlı olmayla ölçülür. Öykünün her bir parçacığı tıpkı bir boz-yap gibi yerli yerine oturmalıdır; ve ne denli iyi oturmuşsa, o denli doğruluk içeren bir öykü yakalanmış olur. Ama toplam kesinliğe hiç bir zaman erişilemez. Yerli yerine oturmuş bir öyküde tutarlılık ve bağdaşıklık, üstel olarak, öyle kendini kolay ele veren türden değildir. Bilim çevrelerinin, sayısız yayın, inceleme ve toplantılarla sürdürdükleri bilim savaşımında,

birbiriyle hesaplaşmalarında ortaya çıkan bir şeydir. Bu süreçte, bilginin sunuluş biçimi önemli ipuçları taşır ve yerbilimcilerin kuramlarını nasıl haritalara ve çizgelere indirgediklerini izlemek ilginçtir.[24] Çizgeler, bilimsel 'atışmaların' önemli bir bölümünü meydana getirir. Sanki herşeyi olduğu gibi yansıtıyormuşçasına hoş bir görünümleri vardır. Ama, görünüşe aldanıp hemen tavlanmamalıdır. Bu çizgelerin yapımını sağlayan araçlar kapı arkasında unutulmuştur. Oysa, araçların katkısı kaçınılmazdır. Ve 'saydamlıkları' da sanrıdan başka birşey değildir. Eğer öyle olmasa; çoğu, araçların ne denli etkili olduğundan çıkan bilim tartışmalarının sayısı daha az olurdu (Collins, 1981). Bu kitabın XII. Bölümü'nün sonuna vardığımızda, öyle umuyorum ki, yerbilimcilerin yerküre üstüne görüşleri ve bunları nasıl edindiklerini genel çizgileriyle anlatmış olacağım. Öykünün büyük bölümü kendi içinde uyumlu. Ama böyle güzel yerli yerine oturmasına bakıp da, herşeyin güvenli, yanlışsız ve gerçeğe uygun olduğunu sanmak yanılgı olur. Yalnızca deprembilimin vardığı sonuçlar üstüne düşünüldüğünde bile, aynı verilerden yola çıkarak çok sayıda model tasarlanabileceği kolayca görülür. Deprembilim, 'eksik belirlenmiş' bir alan durumundadır.[25] Dolayısıyla, XI. Bölüm'de görüleceği gibi, yerküre üstüne benimsenmiş görüşlere hiç uymayan düşünme yöntemleri önerebilen 'saygıdeğer' kuramcılar olabilir ve vardır. Konular tartışmaya açık. 'Araç-dünya' ilişkisi bulanıklığını koruyor. Bu nedenle, yerfiziğine de bir köşesinden girmeyi yararlı buldum. Bunu yapmamın iki nedeninden birincisi, bilimde yerbilimcilerin dünya üstüne düşünme yöntemlerinde ölçme araçlarının rolü sorusunu ortaya atmaktı; ikincisi, XI. Bölüm'de gireceğimiz kıtaların kayması ve tabla tektoniği kuramlarının tartışılmasına giriş olarak yerfiziği düşüncesinin gerekli olmasındandı.

XI. Bölüm

Kutuplar ve Kıtalar mı Geziniyor; Yoksa Büyüme mi Var?

Günümüz yerbilimcilerinin çoğu, yerküreyi kavramada doyurucu bir genel kurama sahip olduğuna inanıyor. Bu genel kuram, tabla tektoniğinden başkası değil elbette. Tabla tektoniği, yirminci yüzyıl başlarında ortaya atılan kıtaların gezinmesi kavramından doğdu. Bugün, artık tabla tektoniği kuramı karşısında hemen hiç direnen kalmadı. Yer bilimleri öğrencileri, hâlâ inandırıcı seçenekler bulunabileceğinden, ya da geçmişte bulunmuş olabileceğinden, çoğunlukla habersiz. Kapsadığı değerlendirme ve uygulama yöntemleriyle birlikte kuramın tümüne, (Kuhn'un (1962) paradigma=benzetmelik sözcüğünü kullandığı anlamda) benzetmeyi kolaylaştıran bir benzetmelik denebilir; başka bir deyişle kuram, yerküre üstüne düşünmekte yararlı bir 'dünya görüşü' sağlamaktadır. Bundan

dolayı, tabla tektoniği kuramının temellenişine yol açan süreçler, kimi yazarlarca bilimsel değişimin nasıl gerçekleştiğini sergileyen örneklerden sayılmıştır ve kimileri bu kurama özellikle Kuhn'cu bir gözle bakmışlardır.[1] Bu bölümde, tabla tektoniği kuramının gelişmesini ana çizgileriyle ele alacağım ve onu daha önceki bölümlerde ele aldığımız izostazi, kayabilim, yerküredeki ışınetkin maddeler ve granitin kökeni gibi konularla ilişkilendireceğim.

Görüldüğü gibi, on dokuzuncu yüzyılın dünyaya bakışı, yaygın olarak, yerkürenin soğumasının neden olduğu büzülme (/buruşma) sürecine ayarlı, duraylılık üzerine kuruluydu. Lyell gibi su katılmadık, yılmaz durağanlık yanlılarına göre, yerküre yüzeyinin değişik bölgeleri, yo-yo-benzeri düzensiz bir biçimde yükselip alçalmaktaydı. Ama bu görüş, yerkürenin içinin akışkan olduğu (ya da en azından içinde akışkan olduğu), dışında görece ince bir kabuk bulunduğu düşüncesine dayanıyordu. Dana'ya göreyse, tersine, kıtalar ve okyanuslar, erimiş durumdaki yerkürenin en başta katılaşması sırasında meydana gelerek, hep aynı kalmış yüzey biçimleriydi.[2] Bu 'kalıcılık' yanlısı görüş, zorluklarla karşı karşıya kalsa da, Birleşik Devletler'de uzun yıllar yandaş buldu (örneğin Dana, 1890; Willis, 1910).

Suess'in de Dana gibi büzüşmeci olduğunu daha önce görmüştük; ama Suess, okyanus havzalarının çökmesini ilk başta olup bitmiş olaylar olarak düşünmüyordu. Kıvrımlanmış dağlık bölgelerde ya da kıtaların içlerinde deniz tortullarına rastlanması, sürecin sürüp gittiğiyle açıklanabilirdi. Suess'in kuramı, Lyell'in öğretisiyle yaklaşık aynı sonuçları ortaya koyuyordu; ama tedriciliğin niteliği konusunda birbirlerinden ayrılıyorlardı. Uzak kıtalarda birbirine benzer canlı türlerinin bulunmasını,[3] tüm kıtaların geçmişte bir büyük kıtadan -Gondvana'dan- koptuğu ve kimi parçalarının daha sonra battığı ile açıklayarak, biyocoğrafya olgusuna biraz olsun anlam kazandırabiliyordu. Ama ışınetkin minerallerin ısı yaydığı buluşu veri alındığında,

yerküre soğuyor olmayabilirdi. Hatta ısınıyor olabilirdi (örneğin Joly, 1909). Bu nedenle, Suess'in 'büzüşmeci' görüşü, yirminci yüzyılda inandırıcılığından yitirdi.

Dana'nın kuramı, hayvan ve bitkilerin yeryüzünde dağılımına bir anlam kazandırmada pek başarılı olamamakla birlikte, 1880'lerde Heim ve Bertrand gibi Avrupalı yerbilimcilerin Alplerin oluşumu kuramıyla öne sürdükleri, yerkabuğunda büyük kısalma olduğunun kanıtlarına tümüyle ters düşmüyordu. Suess'in kuramı, yerkabuğundaki kısalmanın kolayca görülebilen boyutlarıyla rahatça bağdaşmıyordu ve izostazi kuramıyla ters düşüyordu.

Ama izostazi kuramının kendi sıkıntıları vardı: Hopkins ve Thomson gibi fizikçilerin çalışmalarına bakılırsa, yerkürenin içi tek tük akışkan keseleri (Hopkins'in lav gölleri) dışında, büyük ölçüde katı olmalıydı. Dolayısıyla, fizikçilere göre, üzerinde ya da içinde kıtaların 'yüzebileceği' çok sıvı yoktu. Fisher'in (1881) kuramına göre, yerkürenin içi büyük ölçüde katıydı; yalnızca dışında ince bir çember sıvıydı. Bu yaklaşım izostazi düşüncesiyle, sanırım uyum sağlayabilirdi; ama, Fisher'in kuramı öylesine rahatsız eder biçimde *amaca özel* idi ki, destekleyeni çok olmadı. Daha önce gördüğümüz (s. 356), az çok yoğrumlu (/plastik) bir zayıf-kürenin varlığı düşüncesi, izostazi kuramına yardımcı olmak amacını taşıyordu.

Söylendiği gibi, bir de Heim ve Bertrand'ın çalışmalarında ortaya attıkları yerkabuğunun kısalması sorunu vardı. Küresel büzüşmeye bağlı 'buruşuk elma' kuramının gerektirdiğinden çok ötede kısalma varmış gibi görünüyordu. Sorunla başa çıkabilmek amacıyla, ilerde Avusturya Haritacılık Dairesi'nin başına geçecek olan Otto Ampferer, Alplerde gözlenen kıvrımlanmanın gerçekleşebilmesi için, 'yutulma zonlarında' alttan alta bir malzeme 'akıntısı' bulunması gerektiğini öne sürdü (Ampferer, 1906).[4] Ama bu öneri yandaş toplayamadı; bunun ağırlıklı nedeni, yerkürenin içinin katı olduğu ve bu yüzden malzemenin aşağıya doğru inmesine izin vermeyeceğiydi.

Kısacası, yirminci yüzyılın başlangıcında; tabakabilim ve harita yapımı yardımıyla yerkürenin dış kabuğunun tarihini ortaya çıkarmada bunca başarı sağlanmışken, mineralbilim ve kayabilimde bunca ilerleme olmuşken, evrim kuramı ışığında fosil kütüğü daha kavranabilir duruma gelmiş ve fosilbilim alanında bilinenler bunca artmışken, yerküreye temelden bakışta önemli sorunlar vardı.

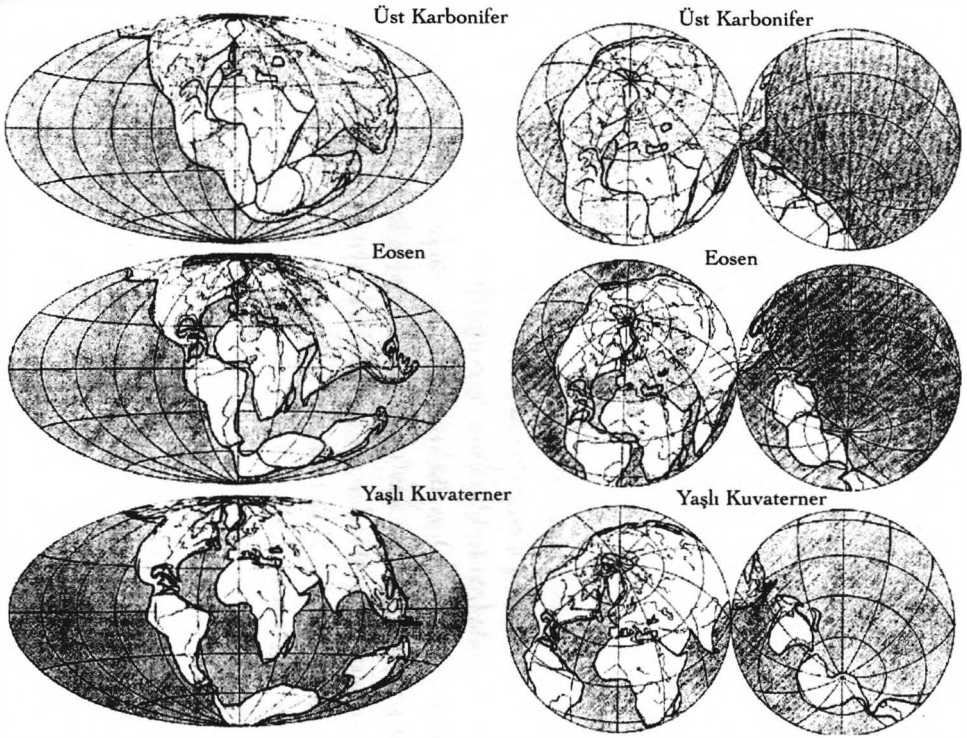
Elbette, kimi insanlar, bu arada özellikle Humboldt, Güney Amerika ile Afrika kıyılarının, tamamlar biçimde birbirine karşılıklı uyduğunu ve diğer kıta ve adaların boz-yap gibi yerli yerine oturduğunu ayırt etmişlerdi; ki bu da, başlangıçta kıtaların birbirine bağlı tek kıta olabileceğine ilişkin birkaç kurgusal kuramın ortaya atılmasına yol açtı (örneğin Snider-Pellegrini, 1858; Taylor, 1910). Birleşik Devletler Haritacılık Dairesi'nde, Chamberlin'e bağlı olarak görev yapan Frank Bursley Taylor (1860-1938), Suess'in düşüncelerini geliştirdi ve köklü değişikliklere uğrattı. Taylor özellikle Grönland ve Kanada arasındaki bölgeye dikkat çekti: Bu kara parçalarının kıyı çizgileri, yerkabuğunda kırılmalar olduğunu; Kanada ile kuzeyindeki adaların Grönland'dan güneybatı yönünde uzaklaştığını akla getiriyordu; böylece, Baffin Körfezi, Davis Boğazı ve Labrador Denizi arasında uzanan bir yarık vadi oluşmuştu. Bunun üzerine, genelleme yaparak, kıtaların kutup bölgelerinden dağılmasına yol açan yaygın bir yerkabuğu kayması olduğunu ileri sürdü. Ama bu tür yer değiştirmelerin nedenini, çekine çekine 'bir tür gelgitçi kuvvete' bağlamıştı.[5]

Yukarıda sözü edilen kuramsal sorunlarla başedebilmeye yönelik köktenci bir kuram geliştiren kişi, Alman meteoroloji uzmanı ve yerbilimci/yerfizikçi Alfred Wegener oldu (1880-1930); geliştirdiği kuramı, Yerbilim Derneği'nin 1912 yılı Ocak ayında, (Main Irmağı üzerindeki) Frankfurt'ta yaptığı toplantıda kamuoyuna açıkladı (Wegener, 1912a, b). Konuşmasının başlığı, basılı metinde kısaltılmış biçimiyle şöyleydi: 'Yerkabuğundaki büyük ölçekli yapıların (kıtalar ve okyanusların) evriminin yerfiziğine dayalı temelleri'.

Kendi anımsadığına göre Wegener bu konudaki düşüncelere ilk kez 1910 yılında, kıtaların açıkça parçalı bulmaca gibi yerli yerine oturması üstüne kafa yorduğu sırada ulaşmıştı.[6] Ayrıca, Gondvana adında tek bir kökel, büyük kıta düşüncesini ortaya atmaya Suess'i bir ölçüde güdüleyen, yeryüzündeki bitki ve hayvan topluluklarının dağılımına ilişkin kanıtları da açıklamak çabasındaydı. Wegener bundan başka, uzak kıtalar arasında ortak olduğu izlenimi bırakan önemli yer yapılarını göz önünde bulundurmuştu: Örneğin Güney Afrika ile Güney Amerika'da bulunan birbirine koşut kıvrımlanma doğrultuları gibi...

Ama Wegener'in kuramı, 'Amerika kökenli' izostazi düşüncesini de işin içine kattı. Kıtaların, okyanus havzalarına göre daha az yoğunluklu malzemeden oluştuğu düşüncesini paylaşıyordu ve okyanus tabanındaki malzemenin kıtaların altında da uzandığını; kıtaların, bu tabandaki malzeme üzerinde âdeta 'yüzmekte olduğu' önermesini temel aldı. Wegener ayrıca, kıtaların altındaki tabakanın yavaş yavaş devinebildiğini ve alttaki malzemenin gerilme altında kendini bırakan aşırı ağdalı bir akışkan gibi davrandığını varsaydı. Öne sürdüğü bir başka düşünce de, yerkürenin başlangıçta ince bir kat kıtasal malzemeyle kaplı bulunduğu; bu kabuğun kırılmasından doğan kıtaların alttaki malzeme üzerinde 'gezindiği' idi. Sıradağlarsa, yavaş yavaş kayan bu kıtasal malzeme adalarının önde giden kıyılarında yığılmayla yükselmiş sırtlardı. *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* (Wegener, 1915) adlı kitabının ikinci ve üçüncü basımlarında Wegener, yerkabuğunu oluşturan tüm kıtasal parçaların, Mezozoik'te rastlantı sonucu, adına 'Pangaea' ('Pangäa') dediği bir büyük kıta olarak bir araya geldiği düşüncesine yer verdi. Pangaea daha sonra yavaş yavaş parçalara ayrılmış; parçaların birbirinden uzaklaşması sonucu kıtaların günümüzdeki dağılımı meydana gelmişti. Çizgelerle anlatımı yinelenerek sayısız yayında yer almış olan bu süreç, Çizim 11.1'de görülmektedir.

Wegener'in düşüncesinin bir üstünlüğü, Urallar ya da Himalayalar gibi kıta içlerindeki sıradağların meydana gelişine de yer



Çizim 11.1 Alfred Wegener'e (1924: 6, 7) göre 'Pangaea'nın parçalanma evreleri. (Geological Society'nin izniyle)

vermesiydi. Buna göre, Urallar çok eskiden meydana gelmiş bir kıtalar arası çarpışmadan kalmışlardı. Dağ oluşumunun etkileri aşınma dolayısıyla büyük ölçüde yok olmuştu. Tektonik etkinliğin sürmekte olduğu Himalayalar ise, daha yakın zamana rastlayan bir çarpışma sonunda meydana gelmişti. Dana'nın dağların oluşumunu açıklayan eski kuramının tersine, Wegener'in 'kayma' varsayımı kıta içi ve kıyı boyu sıradağlarının meydana gelişini açıklamış oluyordu böylece. Dana, yalnızca Apalaşlar gibi kıyı boyunu izleyen sıradağlara açıklık getirebiliyordu. Wegener, kaymanın bir nedeninin, gel-gite bağlı sürtünme ve yerkürenin basık biçiminden kaynaklanan ayrımlaşmalı çekimin etkileri olabileceğini ileri sürdü.[7]

Bununla birlikte, iyi bilindiği gibi, Wegener'in kuramını başlangıçta pek az kişi destekledi. Bilim tarihçilerince kimi zaman belirtildiği üzere sorun, sial içerikli (en çok Si ve Al'dan oluşan) kıtaların nasıl ya da niçin, daha yoğun olan sima içerikli (en çok Si ve Mg'den oluşan) alt tabaka içinde 'çift sürercesine' gezdiğine yerbilimcilerin akıl erdirememesiydi. Bu sürecin itici gücü ne olabilirdi? Wegener'in önerdiği kaynağın gücü bu işin altından kalkmaya yetmiyordu ve konveksiyon akıntıları olasılığını da yok saymıştı. Ama Oreskes'e (1988) göre, ana sorun 'pulluk demiri gibi dalma sorunu' değildi; ana sorun, Amerikalı yerbilimcilerin, sağlam mühendislik ilkelerini dışlayan izostazi sevdasından kaynaklanıyordu. Yine de, sözü ağırlıklı Sir Harold Jeffreys, *The Earth* (1924: 261) adlı kitabında 'çift sürme sorunu'na el atmaktan kendini alamadı. Wegener'in aldığı çoğunlukla olumsuz tepki, bununla ilişkili bulunmamış olamaz. (Bununla birlikte, Oreskes'e göre,[8] Jeffreys 1920'lerde Birleşik Devletler'de o denli etkili değildi; çünkü, Amerika'da kişi olarak pek sevilmiyordu ve Chamberlin'in kimi düşüncelerini aşırdığı sanılıyordu.)

Öyleyse, Wegener'in kuramı kabul görme yolunda nasıl bir durumla karşı karşıya kaldı? Her ne kadar devingenlik yanlısı düşüncenin yerbilimciler topluluğunun tümünce sonunda onaylanması 1960'ları bulduysa da, kayma kuramı kimi zaman sanı-

lanın üstünde destek buldu. 'Gezinti' olayının, kanıtlar sayesinde zorunlu olarak benimsendiği anlaşılıyor: Kıta kıyılarının (ya da daha doğrusu kıta sahanlıklarının) parçalı bulmaca gibi birbirini tutması, canlıların yeryüzündeki dağılımına ilişkin veriler, uzak kıtalar arasındaki yapısal ve kayabilimsel benzerlikler, zorlayıcı kanıtlardandı ve bu kanıtların nedenlerini bulma yolunda çaba harcamaya istekli yerbilimciler vardı.

Kayma kuramını ilk destekleyenlerin, belki de en önemlisi İsviçreli yerbilimci, Neuchâtel'de Yerbilim Profesörü Emile Argand (1879-1940) idi. Argand'ın çalışmaları, tektonik alanında Escher von der Linth, Heim, Hans Schardt ve Maurice Lugeon'un (Argand'ın öğretmeni) araştırmalarıyla oluşan İsviçre geleneğinin doğrudan uzantısıydı. Argand'la ilgili anlatılanlara bakılırsa, (örneğin Lugeon, 1940; Wegmann, 1970; Carozzi, 1977) olağanüstü bir üç-boyutlu düşünme ve üç-boyutlu yapıları resimleyerek betimleme yeteneği vardı. İsviçre Alpleri'nin yapısının gizlerini çözmek isteyen biri için böylesi bir yeteneğe sahip olmak vazgeçilmez bir zorunluluktu ve o gizleri çözmek Argand'ın bahtına düştü. Kıvrımlanmaların ve bindirmelerin zaman içinde gelişimini kafasında canlandırmaya başladı ve Alplerin bugünkü görünümü alıncaya değin geçirdiği gelişimin birçok aşamasını kafasında yeniden kurmaya çabaladı. Dağlar sanki, tomurcuktan çiçeğe geçer gibi ya da bir tohumun çatlaması gibi açılıyordu; bu nedenle, İsviçre Yerbilim Topluluğu'nda 1915 yılında yaptığı bir konuşmada, Argand (1916) izlediği yöntemi, 'tohum-tektoniği' olarak adlandırdı.

Her ne kadar Argand bu aşamaya gelinceye değin çalışmalarını hâlâ 'durağanlık' yanlısı (ama bir yandan da 'büzülme' yanlısı) Suess benzetmeliği çerçevesinde oluşturmakta idiyse de, 1915 yılında Wegener'in görüşlerinin yayımlanmasından sonra o yana geçti ve çok daha büyük bir tasarıma el attı: Asya'nın tektonik tarihini çözmeye girişti. Bu girişimi Asya'da arazi çalışmaları yaparak gerçekleştirmedi; bir yandan çalışmalarını Avrupa'da sürdürürken, öte yandan başka yerbilimcilerin ya-

yınlarından yararlandı. Dev bir girişimdi ve sonuçlarını 1922 yılında Brüksel'de toplanan On üçüncü Uluslararası Yerbilim Kurultayı'na sundu (Argand, 1924, 1977). 1928 tarihini taşıyan ekteki haritada,[9] (Afrika'nın Atlas Dağları ve Kızıldeniz gibi bölgeleri de içinde olmak üzere) Avrasya'nın her yanındaki kıvrımlanmış bölgeler ve 'yatay duruşlu alanlar' görülüyordu; yalnız Tibet, Yunnan, Kuzeydoğu Sibirya ve Borneo bölümleri boş bırakılmıştı.

Argand, yerkürenin plastik anlamda işlenebilen yüzeyinin, milyonlarca yıl boyunca kıtaların kaymasının etkileri sonunda nasıl biçimlendiğini göstermeyi amaçlıyordu. Özellikle, Himalayalar'daki iyice karmaşık yapıların gizini çözme peşindeydi. Devingenlik yanlısı görüşler uyarınca Himalayalar'ın, Hindistan alt kıtası (Gondvana) ile Avrasya arasında bir 'çarpışma' sonucu -başka bir deyişle, 'Hint-Afrika ile Avrasya arasında bir düello sonucu'- ortaya çıktığını düşünüyordu. Tetis Denizi'ni ortadan kaldıran (Suess'in kuramından alınma), bu dev boyutlu ve buzulsu yavaşlıktaki çarpışma sırasında Hindistan'ın, Avrasya Kıtası'nın altına daldığı düşünülüyordu. Bu olayın sonunda ortaya çıkan sıradağlar -Himalayalar- eskiden arada bulunan Tetis Denizi'nin sıkışmaya, kıvrımlanmaya ve başkalaşmaya uğramış tortulları yanında, ayrıca alttaki simadan yukarı kaçmış malzeme de içeriyordu. İşte böylesine büyük bir çarpışmaydı (Argand, 1977: 182-3)... Sima malzemesinin arada keseler durumunda sıkışıp kalmış olduğu düşüncesi özellikle önem taşımaktaydı. Argand, Avrupa'nın taban kayalarındaki kıvrımlanma konusuyla uzun zamandan beri ilgilenmekteydi; yapıları genel çizgileriyle on dokuzuncu yüzyılda anlaşılmış olan, daha göz önündeki, yüzeye serili kayaların kıvrımlanma olayına eğildiği gibi. Bu nedenle, daha önce Avrupa Alpleri için geliştirdiği tektonik yapılar, Himalayalar'daki durum için model oluşturdu (*a.g.y.*: 187-8).

Argand, kıtalar üzerinde etki yaparak kaymalarına neden olan, bir 'asılma-tutunma süreci'ni imgeliyordu. Bu asılma so-

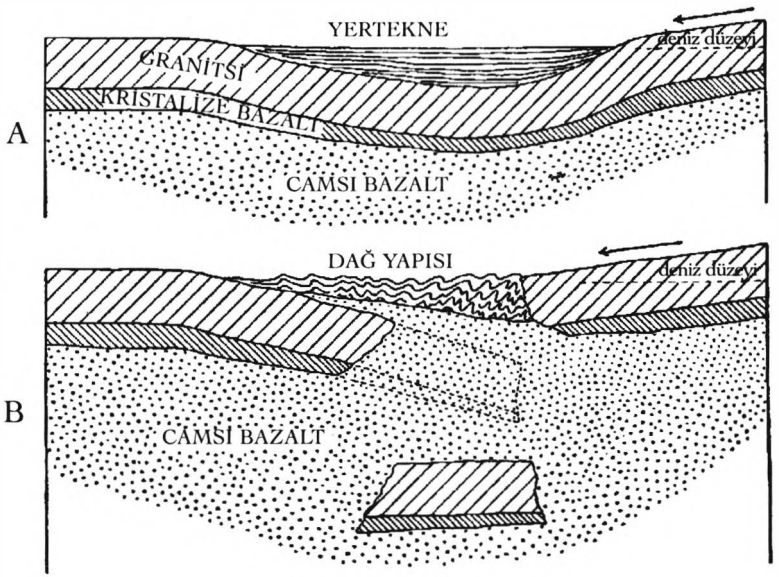
nucu meydana gelen 'kopan-düğmeden-kalma benzeşi çukurluklar'ın tabanında sima kendini gösterecekti; ama, asılmayı doğuranın, 'önde ya da tabanda, sial ile simanın birbirine tutunmada' sergilediği değişmeler olabileceği önerisinin (*a.g.y.*: 134), anlaşılır yanı yoktu. Argand'a göre, yerküre büzüldükçe kıtaların çökmekte olduğunu söyleyen 'durağancılık', izostazi görüşüyle bağdaşmıyordu (*a.g.y.*: 125). Oysa Argand, tekneleşme düşüncesini kuramında alıkoymak istiyordu. Bunu sağlayabilmek için, sima üzerinde bir sal gibi yüzen sialda birbirine tutunma yüzünden gerilmeler meydana geldiğini varsaydı.

Carozzi'ye (1977) göre, Argand'ın anlattığı tektonik öyküsü Brüksel Kurultayı'nda yerbilimcilerin sindiremeyeceği denli karmaşıktı; hatta, bilimsel rapor ve harita yayımlandıktan sonra bile kavrayamadılar. Böyleyken, kimi Avrupalı yerbilimciler zaman zaman düşüncelerini, ona hiç göndermede bulunmaksızın ödünç aldılar. İkinci Dünya Savaşını izleyen dönemde, Argand'ın düşüncelerini 'okuyanlardan' çok belirtenler vardı.

Argand durağanlıkla dengede yüzme (/izostazi) görüşlerini bağdaştırmakta zorluk çekerken; -başka bir deyişle, hafif sialın nasıl olup da daha yoğun simanın içine gömülerek belki de okyanus diplerini meydana getirdiğini göremezken- Reginald Daly ise, tam bunların olmuş olabileceğini kafasından geçiriyordu. Daly'nin kuramı, başka pek çok konudaki düşünceleriyle içiçeydi: Bunlar arasında magma özümlemesi (bkz. IX. Bölüm), eskiden kalma soğumalı ve büzülmeli (buruşuk elma) yerküre kuramı, dengede yüzme kavramı, tekneleşme kuramı, eski 'kalkan' bölgelerinin yerkürenin yüzeyinde dağılımı vardı. Bu kurama göre, yerküre ilk başlarda kutuplar ve ekvator dolayındaki şişkinlikler yüzünden, eğri büğrü bir biçimde olmuş olabilirdi. Dış yüzeyi durmaksızın, güneşten bir yandan ısı alırken, bir yandan da ısı yitirmekteydi. Ama, yerkürenin içine gelince, yerkabuğu kötü bir iletken olduğu için, ısı alma değil yalnızca ısı yitirme söz konusuydu. Bu durumda, içi, dışındaki kabuğa göre daha hızlı soğumaktaydı. Bu soğuma, okyanus tabanları-

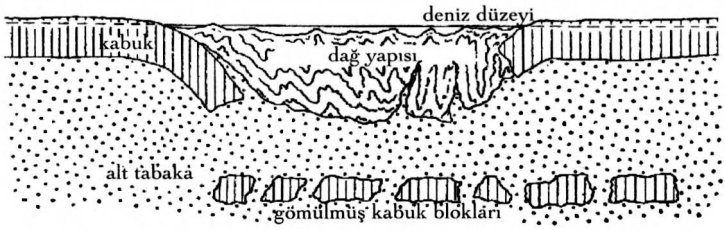
nın daha çok çökmesine ve beraberinde kıtaların kubbeleşmesine neden oluyordu (Daly, 1926: 263-7).

Bu tür değişiklikler, kıta bölgelerinden okyanus havzalarına doğru bir 'kayma' başlatıyordu; sonunda, Çizim 11.2'de görüldüğü gibi, büyük boyutlu bir 'özümleme' ve teknede yığılmış tortullarda körüklenme meydana geliyordu.

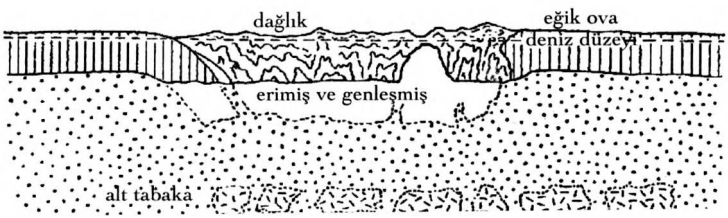


Çizim 11.2 Reginald Daly'e (1926: 269) göre, büyük bir yerkabuğu kütlesinin kayması sonucu tekne içindeki tabakalı kayaların sıkışıp körüklenmesi.

Önerilen sürecin daha da geliştirilmesiyle ortaya çıkan durum Çizim 11.3'te görülmekte. Kuramının fiziksel gariplikleri bir yana bırakılırsa, Daly'nin çizgesinin çağcıl tabla tektoniği uyarınca ileri sürülen çizgeyle ne denli benzeştiğini görmek ilginç. Örneğin, Daly'nin çizgesinde, çağcıl kuramdaki Benioff-Wadati kırık zonuna benzer birşey görülebiliyor (s. 359-360). Burada gözden kaçırılmaması gereken, Daly'nin kuramının, kayabilim alanındaki düşünceleriyle ve yerçekimi kuramının ilkeleriyle bağdaşır biçimde, kıtaların 'kaymasına' yer vermiş olma-



1.Kıvrımların hemen ertesinde dağ kuşağı alçaktır.

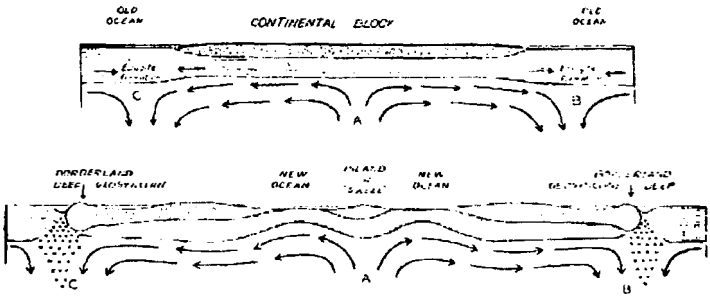


Çizim 11.3 Reginald Daly'e (1926: 276) göre dağların oluşumunu gösterir çizgeler.

sıdır. Kuramı temelde Wegener'inkinden büyük bir ayrılık göstermiyordu; ama, hiç kuşkusuz devingenlikçiydi.

Daly istese, yerkabuğunun altındaki tabakanın yoğrumlu niteliklerini açıklamada John Joly'nin düşüncelerine başvurabilirdi, ama bunu yapmadı. Yerkürenin içindeki ışınetkin maddelerin rolü konusuna çok ilgi duyan Joly (1925), yaydıkları sıcaklığın kara kütleleri altında sıkışıp kalarak alttaki kayayı akışkan duruma geçirinceye değin ısıttığını ve buna bağlı olarak kıtaların zaman zaman devingenlik kazanabileceğini düşündü.

Joly'den önce, Avusturya'nın Graz Üniversitesi'nden Robert Schwinner, bir 'tektonosfer'de yavaş devinen konveksiyon akımları var olduğu düşüncesini geliştirmişti: Çağcıl tabla tektoniği kuramını çok andıran bu düşünceye göre, yerkabuğu tablaları bir konveksiyon akıntısı üzerinde yüzüyordu (Schwinner, 1915, 1920). Benzer biçimde, Arthur Holmes (1928, 1928-31, 1929) kıtaların yer değiştirmesinin, yerkürenin içinde çok ağır devinen, uçsuz konveksiyon akıntılarına bağlanabileceğini öne sürdü (Çizim 11.4). Mantonun ağdalılığının konveksiyon akımını engellemeye yetmeyeceğini gösterenin, Jeffreys'in ken-



Çizim 11.4 Arthur Holmes'a göre (1928-31: 579), içsel konveksiyon akıntılarına bağlı olarak yeryüzü yapılarının meydana gelişi. (Geological Society'nin izniyle)

disi (1927) olduğuna parmak bastı. Fiziksel yerbilim üstüne yazdığı ünlü kitabı aracılığıyla Holmes (1944/1965), bu düşüncelerini geniş bir biçimde duyurma olanağı buldu.[10]

Wegener'in en önde gelen destekleyicisi, Johannesburg Üniversitesi'nden, Güney Afrikalı saygın yerbilimci Alexander du Toit (1878-1948) idi. Güney Afrika'nın yakından tanıdığı kayalarını, Güney Amerika'dakilerle karşılaştırmak amacıyla, 1923 yılında Güney Amerika'ya özel bir yolculuk yaptı ve pek çok çarpıcı benzerlik belirledi. Karşılaştıkları, Wegener'in düşüncelerine ve genelde 'devingenlikçi' kurama sıkı sıkıya bağlanmasında yardımcı oldu. Du Toit'nin kitabı *Our Wandering Continents* (1937), gezinme kuramını olağanüstü bir açıklıkla sunuyordu. Wegener'in açıklamasından ayrıldığı yer, Wegener'in düşündüğü tek kökel kıta Pangaea yerine, (kuzeyde Lavrasya[11] ile güneyde Gondvana olmak üzere) iki eski kökel kıta düşünmüş olmasıydı (Çizim 11.5).[12] Du Toit, iki kıta arasındaki denize, Suess'in bulduğu 'Tetis' adını verdi. Ayrıca Barrell'in, yoğrumlu zayıf-küre (/plastik astenosfer) kavramını da kabul etti. Wegener'in başına gelen du Toit'nın da başına geldi: Yerbilimcilerin çoğu devingenlikçi kuramı okudu, ama inanmadı.

Demek ki, çağcıl yerbilimin ulaştığı bireşimlerin baş öğeleri onlarca yıl ortada durduysa da, kabul edilme başarısına erişemedi. Genel kayma kuramının kabul edilmesine gelinceye dek,



FIG. 6.—Showing the positions of the Continental Shields and of the persistent Geosyncline parting Laurasia and Gondwana: A, Angara; AF, Africa; AN, Antarctica; AU, Australia; B, Baltica; BR, Brazil; G, Greenland; GU, Guiana; I, India; K, Kolyma; L, Laurentia.
(The Mercator's Projection used exaggerates areas in high latitudes).

Çizim 11.5 Alexander du Toit'nın gözüyle Lavrasya ve Gondvana (du Toit, 1937: 39)

sırada yapılacak pek çok yerbilim araştırması vardı. Kıtaların kayması kuramına karşı çıkılmasının nedenleri, uzun süre tarihçilerin kafasını yordu. Howell'in (1991) ortaya koyduğu gibi, yirminci yüzyılın ilk yarısında yazılı ürün veren birkaç 'konveksiyon yanlısı' vardı; kaymanın 'itici gücü' olarak sonunda kabul gören, konveksiyon kuramı oldu.[13] Ama (Holmes da içlerinde olmak üzere) erken dönem konveksiyon kuramcıları, aşağıdan yukarıya yükseldiğini varsaydıkları konveksiyon akıntılarının üst noktalarının okyanusların tabanında değil de, kıtaların tabanında bulunduğuna inanıyorlardı. Bunun nedeni, Joly'nin izinden giderek, yerkürenin ısısının önemli bölümünün ışınetkinliğinden (radyoaktiviteden) kaynaklandığının sanılmasıydı ve ortaya çıkan ısının okyanus bölgeleri üzerinden kaçıp gideceği düşünülüyordu; oysa, söz konusu ısı, kara kütlelerinin altından kaçamıyordu. Dolayısıyla, erken dönem konveksiyon yanlılarının ısıl akımları, daha sonra gelecek Harry Hess gibi kuramcılarınkine göre ters yöndeydi (bkz. s. 396). Öyle ya da böyle, şunu unutmamak gerekir ki, (deprembilimin ve Jeffreys'in karmaşık denklemlerinin kanıtladığı üzere) Holmes'un gününde,

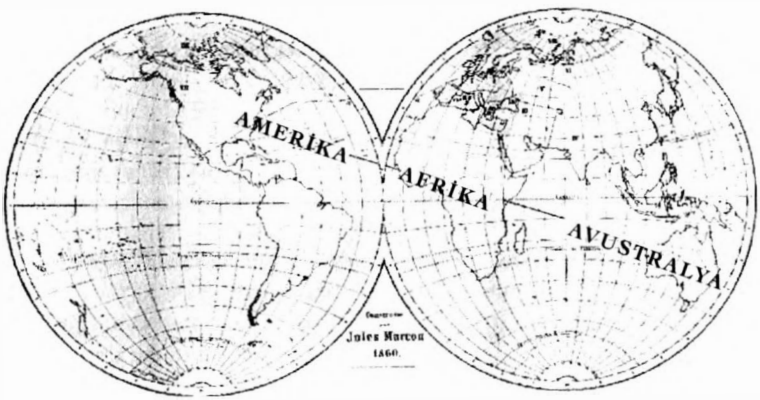
mantonun katı olduğu düşünülüyordu; bu yüzden, konveksiyon akımının manto içinde meydana geldiğini kavramak yerbilimcilerin çoğu için zordu.

Bütün bilimsel tartışmalarda olduğu gibi, Wegener'in kayma kuramının dışlanması bir toplum kararını gerektiriyordu ve sıkça görüldüğü üzere, bir kurultayda yaratılacak hava önemliydi. Üzerinde durduğumuz konuyla ilgili olarak, 1926 yılında toplanan Amerika Petrol Yerbilimcileri Derneği kurultayından (van der Gracht, 1928), -şimdi geri dönüp bakıldığında hiç de zorlayıcı sayılmayacak nedenlerle- Wegener'e 'karşı karar' çıktı.[14] İngiltere'de, Bilimi İlerletme Derneği'nin 1922 yılında Hull'da yaptığı toplantı biraz daha anlayışlı bir havada geçmiş idiyse de, hiçbir biçimde tümden destekleyici değildi (Evans ve diğ., 1923).

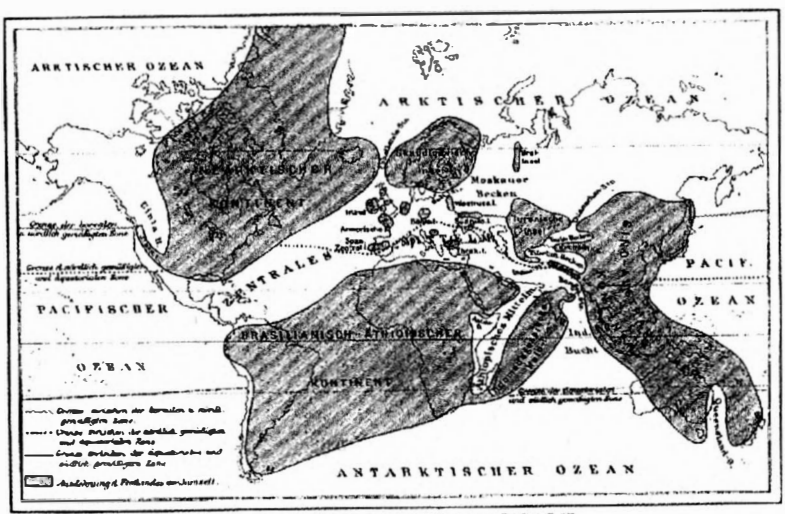
Öyleyse, Wegener'in modelinin reddedilmesinde baş rolü oynayanlar, yirminci yüzyılda dünya önderi konumuna gelmeye başlayan Amerikalı yerbilimcilerdi daha çok. Modele karşı çıkışlarını açıklayan birkaç genel neden sayılabilir burada: Bir kez, Dana'nın başını çektiği 'kalıcılık' geleneği vardı. Sonra, 'Amerika'nın öz malı' saydığı ve yanal devinimler konusunda gerçekte söyleyecek hiç sözü bulunmayan dengede yüzme (/izostazi) kuramı vardı.[15] Ve bir de, şaşırtıcı Panama Kıstağı vardı; Amerika kıtasının ulusları açısından önemi, sanıldığından derin bir coğrafya özelliği bulunan. O sıralar, Amerika'da ve dünyanın geri kalan bölümünün çoğunda, 1960'lara değin yerbilime egemen olacak bir 'kara bağlantıları' kuramı vardı. Bu kuram, bir açıdan, Lyell öğretisi sayılabilirdi. Hayvan ve bitkilerin göçüne olanak sağlamak üzere, kara kütlelerinin duruma göre yükselip alçaldığını öne sürüyordu ve başka türlü açıklanamayan yeryüzündeki canlı dolaşımı olgusunu böyle gerekçelendiriyordu (Madagaskar'da karşılaşılan bir maymun türünün Hindistan'dakilere benzemesi gibi).

On dokuzuncu yüzyılda ortaya atılmış düşüncelerden bazıları vardı ki; bunlar, kara bağlantıları ve eski dev kıtalar düşüncesinin ilginç habercileriydi.

Bu düşüncelerden benim bildiklerim arasında en erken tarihli olanı, Fransız yerbilimci Jules Marcou'nunkilerdir (1824-98). *Lettres sur les roches de Jura* (1857-60) adlı yapıtında, Jura



Çizim 11.6 Jules Marcou'nun (1857-60, Levha II) gözüyle Jura Devri'nin 'tufan-öncesi coğrafyası'. (Sedgwick Müzesi Kitaplığı'nın izniyle)

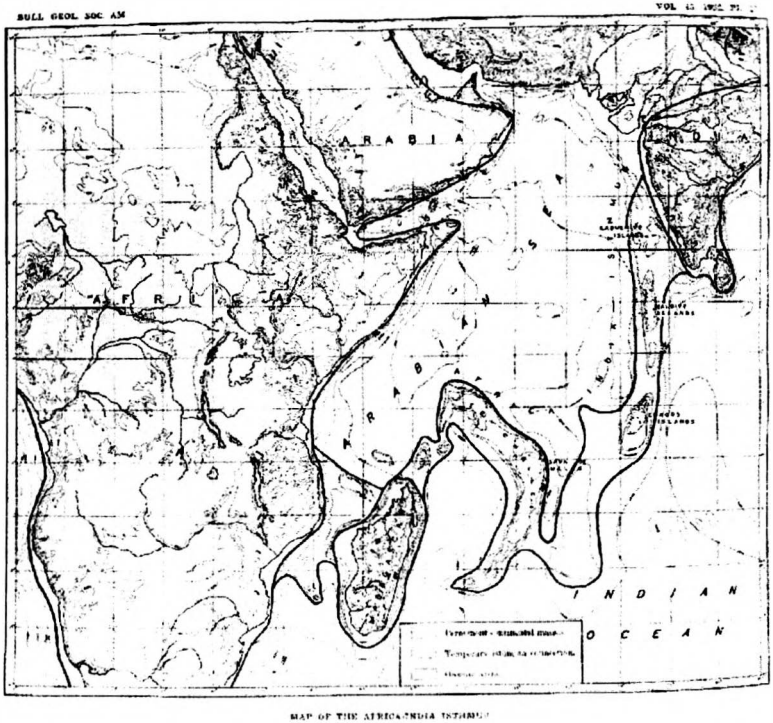


Çizim 11.7 Melchior Neumayr'a (1887, cilt 2: 336) göre Jura Devri'nde kıtaların dağılımı. (Sedgwick Müzesi Kitaplığı'nın izniyle)

Devri'nde Amerika, Afrika ve Avusturalya'yı kapsayan dev bir kıtanın var olduğunu ileri sürmüştü (Çizim 11.6). Alman yerbilimci Melchior Neumayr (1845-90), *Erdgeschichte* (1886-7) adlı yapıtında kıtaların aynı devirde çok değişik bir yerleşim düzeni sergilediğini ortaya atarken, canlıların dağılımına ilişkin gariplikleri açıklamak amacıyla kara bağlantılarına da (ille de dar olması gerekmiyor) yer vermişti (Çizim 11.7). Bu tür haritalar, ister istemez kurgusaldı ve yeterli veri tabanından yoksundu; ama onları ilginç yapan, kıstak bağlantıları, kıtaların kayması, tabla tektoniği ya da büyüyen yerküre gibi kuramların ilerde el atacağı olgulardan bazılarını açıklama gereksinmesinin ondokuzuncu yüzyılda kendini duyurduğunu göstermesidir.

Aslında, gerektikçe ortaya çıkıveren, yitiveren, yeterli sayıda *amaca özel* kara köprülenmesine başvurduktan sonra, kıstak bağlantıları kuramının, canlıların dağılımı alanında altından kalkamayacağı hemen hiçbir sorun yoktu. Döneminin etkili kişisi Bailey Willis, 1932 yılında yazdığı bir makalede, bu kuramın bir uyarlamasını önerirken tam da bunu yapıyordu. Canlıların dağılımına ilişkin verilere uygunluk sağlamaya yönelik yükselen ve alçalan kara bağlantıları kuramının, Amerika yerbilim geleneğinde Dana'nın 'kalıcılık' ilkesiyle bağdaşmadığına parmak basan du Toit ve Wegener gibi yazarların itirazlarına karşın, Willis'in uyarlaması izleyen yaklaşık otuz yıl boyunca hep örnek alındı (Wegener, [1929] 1966: 17). Willis'in bir başka etkili Amerikalı yerbilimci Charles Schuchert'le (1932) birlikte geliştirdiği kuramın mahiyeti, Çizim 11.8'de açıkça görülüyor.

Ama soruna buldukları çözüm yeterli olmaktan uzaktı. Willis'in kuramı dengede yüzme (/izostazi) ilkelerini çok az göz önünde bulunduruyordu; önerdikleri kıstaklardan geçip değişik iklimli bölgeler aşmak zorunda bulunan hayvan ve bitki topluluklarına yeterince açıklık getiremiyordu; deniz altı araştırmalarından (batimetri= okyanus derinliklerinin ses dalgalarıyla ya da başka yollarla taranması) ancak sınırlı bir destek sağlamış



Çizim 11.8 Bailey Willis'e göre (1932, 939. sayfanın karşısındaki Tablo 27) kara bağlantıları kuramının açıklaması (aslı renkli).

görünüyordu. Örneğin, Taylor'un ta 1910'da yayımladığı bir Atlantik Okyanusu tabanının haritası (s. 374), Atlantik ortası sırtı gösteriyordu ve Willis'in önerdiği Atlantik'in iki yakasını bağlayan köprü ile bağdaşır bir yanı yoktu.[16]

Artık, yerküreye ilişkin görüşlerin daha da gelişmesinde denizbilim (/oşinografi) sorununu ele alma zamanı geldi.[17] 1920'lerde ve 1930'larda Hollandalı yerfizikçi Felix Vening Meinesz (1932, 1934), yerçekimi ölçmelerini (dalgada gemilerin bir inip bir çıkmasının etkisinden kurtulmak amacıyla) denizaltılarda yaptı ve bulgularıyla yerküre içindeki konveksiyon akıntıları düşüncesi arasında bağ kurmaya çalıştı (Vening Meinesz *ve diğ.*, 1934).[18] Araştırmaların başlıca amacı, yerkürenin biçimini belirlemede yardımcı olacak veriler toplamaktı; ama, sonuçlar

önemce çok daha kapsamlı düşüncelerin doğmasına yol açtı. Yerçekiminde, yerkürenin biçimiyle açıklanamayacak sapmalar ya da düzensizlikler olduğu anlaşıldı. Genel olarak, okyanus bölgeleri artı değerli sapmalar gösteriyordu ve büyük tektonik etkinlik geçirmiş tüm bölgeler, önemli yerçekimi sapmaları ortaya koyuyordu. Özellikle dikkat çekici olan, (örneğin Endonezya'nın büyük adalar denizinin güneyinde olduğu gibi) ada yaylarına bitişik ince uzun kuşakların varlığıydı; buralarda yerçekimi ayırt edilir ölçüde düşüktü. Bu durum, sial içerikli hafif kayaların bu noktalarda çokluğunu akla getiriyordu ve Vening Meinesz'in benimsediği yeraltı konveksiyon akıntıları kuramıyla bağdaşır görünüyordu. Sonraları, böyle bölgeler 'dalma-batma zonları' kavramıyla ilişkilendirildi (bkz. s. 396).

Ama, denizbilimde büyük gelişmeler İkinci Dünya Savaşı sonrasında meydana geldi; savaşın ardından, okyanus tabanlarının dizgesel biçimde tarandığı yirmi yıl boyunca yoğun gelişmeler oldu. Araştırmaların arkasında askeri nedenler vardı; özellikle Birleşik Devletler'de, para desteği bu nedenle sağlanıyordu; ama, aynı taşla petrol aramaları da nişanlanıyordu. Bu çalışmalara önderlik yapan kişilerden bazıları şunlardı: Sonradan Princeton'da profesör olacak Amerikalı deniz subayı Harry Hess; Colombia Üniversitesi'nin Lamont-Doherty Yerbilim Gözlemevi Başkanı Maurice Ewing ve yardımcısı Bruce Heezen;1950'lerin sonu ve 1960'ları içine alan bunalımlı dönemde Lamont biriminde çalışan ve daha sonra Collège de France'da profesör olan Fransız Xavier le Pichon; Scripps Enstitüsü'nden Bill Menard; *Glomar Challenger* adlı, ünlü tarama ve sondaj gemisinde görev yapan Kenneth Hsü... Bu süre boyunca yerçekimi ölçüm taramaları durmadığı gibi, manyetik, sismik ve batimetrik taramalar yanında okyanus tabanlarından ısı akımı ölçümleri yapıldı (Revelle ve Maxwell, 1952).[19] Okyanus tabanı tortullarından pek çok örnek alınarak incelendi; okyanusun yüzünde patlatmalar yapılarak ve tabandan yansımaları incelenerek okyanusların altında uzanan kaya tabakalarına ilişkin bilgi-

ler elde edildi. Okyanus tabanı taraklanarak çekilen büyük bazalt kayaları, ışınölçme (/radyometri) yöntemiyle yaşlandırıldı.

Sonuçlar şaşırtıcıydı; büyük ölçüde beklenmeyen sonuçlardı. Yeryuvarlağını dolanan bir okyanus ortası sırtlar dizgesi ortaya çıkarıldı.[20] Bu sırtlar dizgesi ile, ta Mallet'in zamanından beri çok iyi bilinen ve haritalara işlenmiş olan deprem bölgeleri arasında bağlılaşım vardı (bkz. Çizim 10.2). Ayrıca, her sırtın ekseni boyunca uzanan bir 'yarık vadi' bulunduğu anlaşılıyordu.[21] Kıta bayırından derin deniz diplerine doğru uzanan deniz altı kanyonları da vardı. Üstelik en derin sular (okyanus hendekleri) karaların oldukça yakınındaydı; örneğin, Şili açığında kıyıya koşut bulunan ya da, Aleut Adaları yayı önündeki hendek gibi... Sonra, tepesi kesik yanardağlara benzeyen, üstü düz, garip deniz altı dağları bulundu. Savaş sırasında ABD deniz kuvvetleri adına Pasifik'te derin deniz araştırmaları yapan Hess (1946) bunlara 'guyot' adını verdi. Günümüzde her iyi atlas bu tür deniz altı yapılarına yer vermekte.[22]

Yerçekim araştırmaları, okyanus tabanlarının genellikle bir dengede yüzme durumunda olduğunu düşündürdü; ama, okyanus ortası sırtlar üzerinde ve (daha önce Vening Meinez'in belirlediği) derin hendekler üzerinde eksi değerli sapmalar vardı. Ayrıca, sırt ve hendek bölgelerinde, ortalamanın üzerinde ısı yayılıyordu (Bullard *ve diğ.*, 1956). Patlatma araştırmaları ve derin deniz dibini taraklama çalışmaları, okyanusların en diplerindeki düzlüklerde tortul tabakalarının beklenenden çok ince olduğu ve tortulların altındaki kayanın (Mohorovicic Süreksizliği'ne varıncaya dek) kalınlığının yalnızca beş kilometre dolayında bulunduğunu gösteriyordu. Kayanın bazalt nitelikli bir bileşime (sima) sahip olduğu anlaşılıyordu.

Sonuçlar içinde belki en alışılmamışı, okyanus tabanındaki manyetometri araştırmalarının bulgularıydı; ama buna geçmeden önce, Stanley Keith Runcorn'un kıtasal kayalar üzerinde yaptığı paleomanyetik çalışmalar üzerinde durmalıyız. Profesörlüğe Newcastle (Tyne Irmağı üzerinde) King's Colle-

ge'da başlayan Runcorn, daha sonra Londra Imperial College'da görev aldı. Yakınlarda A.B.D'de kurban gittiği içler acısı cinayete değin, aynı görevde bulundu. İlgi alanı, yerkürenin manyetik alanının kökeni idi; ki fizikçi P. M. S. Blackett de, bu konu için (burada ayrıntılarına girmemiz gerekmeyen) kuramsal modeller geliştirmeye uğraşmaktaydı. Runcorn da, Blackett gibi, paleomanyetizma sorununa ilgi duyuyordu. Zamansız gelen ölümüne değin peşini bırakmadı bu konunun; çalışmalarını, Ay'ın, diğer gezegenlerin, asteroitlerin ve hatta bulutsuların gösterdiği mıknatıs özelliğini de içine almak üzere genişletti.

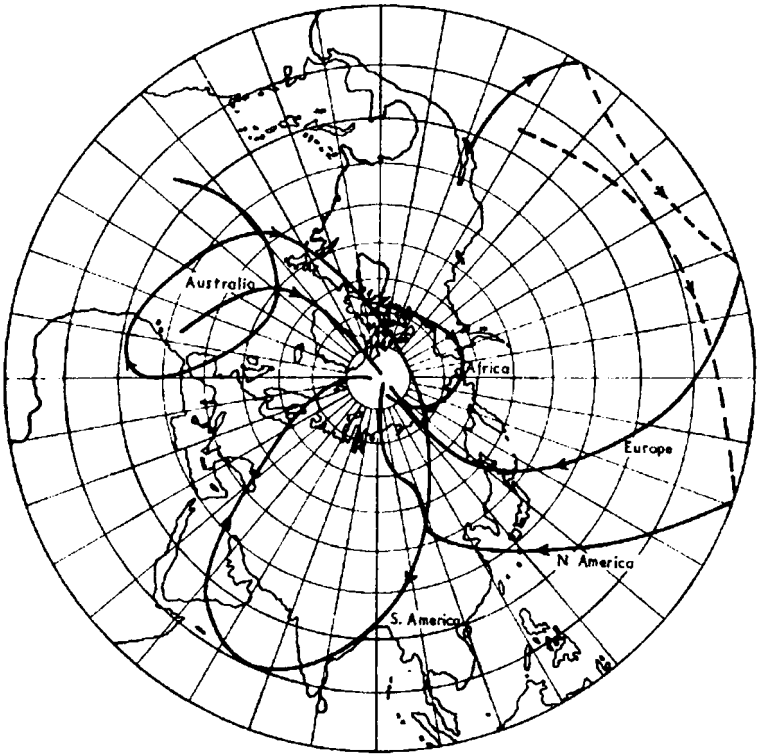
Bu araştırmacılar ve başkaları 1950'lerde, Britanya Adaları'nın kayalarında 'kalıntı' mıknatıs özelliği üzerinde dizgesel bir inceleme başlattı. Şöyle bir varsayımdan yola çıkıyorlardı: Kayadaki mıknatıslanmanın yönü, yerkürenin, kayanın oluştuğu sıradaki mıknatıs alanından kaynaklanır ve dolayısıyla ona koşuttur. Öyle anlaşılıyordu ki, zaman içinde ne denli geriye dönülürse (yani, incelenen kayalar ne denli yaşlı olursa), 'kalıntı' mıknatıslanmanın yönü, yakınlarda oluşmuş kayalarınkine o denli uzak oluyordu. Blackett'e göre sonuçlar, İngiltere'nin her nasılsa 'döndüğü' ve kuzeye doğru yer değiştirdiğini düşündürüyordu. Öte yandan Runcorn ve arkadaşları, kara kütlelerinin tüm yerküre yüzeyinde yer değiştirmesinden çok, zaman içinde kutupların yer değiştirdiğini öne sürdüler (Runcorn, 1955).

Bu alana, Canberra'nın Avustralya Ulusal Üniversitesi'nde yakınlarda kurulmuş bir topluluk daha girdi. Edward Irving (1956) kutupların mı yer değiştirdiğini; yoksa, kıtaların mı birbirine göre hareket ettiğini belirleyebilmek için yapılması gerekeni ortaya koydu. Zaman içinde '(manyetik) kutbun izlediği yol' farklı ülkelerde saptanmalıydı. Bunu ayrı ayrı uygulayan Irving, Blackett ve Runcorn arasından Runcorn, biraz istemeye istemeye de olsa, kıtaların gezindiği varsayımına ulaştı. Ama, kutbun zaman içinde izlediği yolu saptamak amacıyla hem İngiltere hem de Amerika'da yaptığı çalışmalar, buralarda kutupların oldukça yakın yerbilimsel geçmişte çakışmadığını, güçlü biçim-

de düşündürüyordu. Öyleyse, daha öncelerdeki sapmaları, (Çizim 11.9) uzun çağlar boyunca, kıtaların birbirine göre yavaş yavaş yer değiştirdiği varsayımıyla açıklamak zorunluğu vardı (Runcorn, 1956, 1962). Böylelikle, devingenliği güçlendiren başka kanıtlar toplanmış oldu; ama devingenlik hâlâ, yerbilimcilerin çoğunluğuna inandırıcı gelmekten uzaktı. Yerkürenin mıknatıs özelliği sergilemesini açıklayan temel kuram belirsizlik içindeydi ve yerin manyetik kutuplarının tersyüz oluşundaki sıralı düzen yerli yerine oturmamıştı; tersyüz oluşun nedeni de anlaşılmamıştı.

Okyanus tabanlarındaki araştırmalar konusuna dönecek olursak, yermanyetizma çalışmaları oralarda da büyüleyici ve beklenmedik sonuçlar veriyordu. Anlaşıldığı kadarıyla okyanus tabanında, kutuplaşma yönü değişik kaya 'şeritleri' bulunmaktaydı; şeritler okyanus ortası sırtlara koşut uzanmaktaydı. Bunun bir örneği Çizim 11.10'da gösterilmiştir. Görülebileceği üzere, düzenli mıknatıslanma örüntüsü kimi yerde bozulmuştur; ki bunlar 'kırıklar' olarak algılanabilir ve ayrıca derin deniz araştırmaları (/batimetrik taramalar) da okyanus tabanında benzer bir kırılma örüntüsü ortaya çıkarmış bulunmaktadır.

1950'lerde, denizbilim araştırmalarıyla ortaya çıkan yeni bilgileri geleneksel görüşler içinde bir yere oturtmak (belki bir tek kıstak bağlantıları kuramıyla bağdaşmıyordu), ya da görmezden gelmek olanağı hâlâ vardı. Londra Yerbilim Topluluğu Başkanı George Lees, yerfiziğinin elde ettiği yeni sonuçların 'yerbilimsel görüşleri gereğinden çok etkilemesinden' rahatsız olmuştu (Lees, 1953: 217) ve yerbilimcilerin kök işinin hâlâ tabakabilim olduğunu ileri sürmüştü. Daha yararlısı, 1951 yılında, Amerika Bilim İlerletme Derneği'nde, büzülme varsayımından yana konuşan Kenneth Landes, okyanussal sırtları karalardaki sıradağlar gibi görüyordu. Derin deniz hendekleri, yerbilimcilerin yıllar yılı önerdikleri tekneleşme alanları olabilirdi (Landes, 1952). Tekneleşme kuramının 1950'lerde anlaşılan biçimine göre, yerkabuğunda Kanada, İskandinavya ya da batı Avustralya 'kal-



Çizim 11.9 Stanley Keith Runcorn'a (1962: 24) göre, değişik kıtaların kutup-gezintisi eğrileri. (Academic Press ve S. K. Runcorn'un izniyle)

kan'ları gibi eski duraylı alanlar (kratonlar) vardı. Bu alanların kıyılarında tortullarla dolmuş tekneleşme bölgeleri, daha sonra yerküre büzüştükçe yanal kuvvetlerce sıkıştırılmışlardı. Yeni sıradağlar oluşmuş ve kalkan bölgelerine eklenmişti; böylece her sefer inde, bir sonraki yerteknede yığılanların eklenmesiyle kıtalar biraz daha büyümüştü (Dott, 1974, 1978). Bu görüşte yeni olan hiçbir yan yoktu. Charles Schuchert (1916), Avustralya'nın bu yoldan büyüdüğünü düşünmüştü: Kıtanın doğu yarısı -eskiden Schuchert'in koyduğu adıyla, Tasman yerteknesi- batıdaki kalkana eklenmişti. Bu düşüncesinin Kuzey Amerika kıtasına uygulamasını, 1923 yılında resimlerle açıkladı (Çizim 11.11). Tekne içi tortulanmayı izleyen yükselti oluşumunun ne-

deni belirsiz ve tartışmalı kalsa da, kıtaların yavaş yavaş büyümesini ve dağların oluşumunu açıklamaya çalışan, bu bir ucu Dana'ya dek uzanan kuram -Griggs'in (1939) çalışmalarına karşın- 1950'lerde hâlâ pes etmemişti.

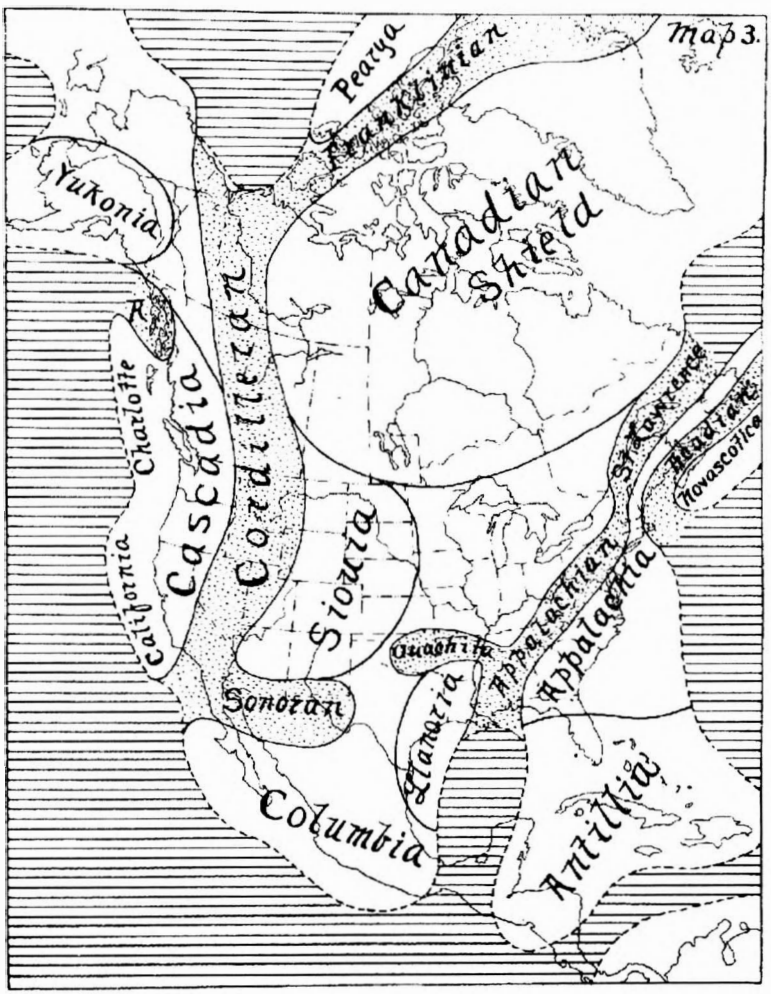
Toronto Üniversitesi'nde Yerbilim Profesörü ve daha sonra 'tabla tektoniği devrimi'nin baş kişilerinden olacak Kanadalı J.



Çizim 11.10 Ronald Mason ile Arthur Raff'a göre Vancouver Adası (Kanada) açığında okyanus tabanı kayalarının manyetik sapma haritası (Mason ve Raff, 1961: 1268).

Tuzo Wilson, kıtaların büyümesi düşüncesinden hoşlandı (Wilson, 1951, 1954; Jacobs *ve diğ.*, 1959). Ama, daha eski olan kıtasal yerbilim araştırmalarının katışıksızlığı konusunda direnmekten çok, denizbilim ve yerfiziğinde ulaşılan yeni sonuçları da dikkate almaya çabalıyordu.

1960'lar bağımsız bir düşüncenin ortaya atılışına tanık oldu: Deniz dibi yayılması adıyla bilinen bu varsayımı ortaya atanlar,



Çizim 11.11 Charles Schuchert'in yertekne kuramı yorumuna göre Kuzey Amerika kıtasının art arda, eklenmelerle büyüyüşü ('sınırbölgeleri' beyaz, yertekneler ve körfez girintileri taranmış) (Schuchert, 1923: 215).

Hess ile A.B.D. deniz kuvvetlerinin San Diego Elektronik Laboratuvarı'nda görevli denizsel yerbilim uzmanı Robert Dietz idi. Öyle görünüyor ki (Frankel, 1980), düşünceyi ilk biçimlendiren ve 1959 yılında bir bilimsel toplantıda açıklayan Hess oldu; 1960 yılında aynı düşünceyi, önemli değişikler yaparak, bir yeniden basımla açıkladı. Ama, genel bilimsel yazında ilk yer alan Dietz'dir (1961). Hess'in resmen yayım yapması 1962 yılına rastlar. Hangisinin önden geldiği, bizi ilgilendirmiyor burada.

Kurgusallığın, 1950'lerde utanç verici bir yerbilim günahı sayıldığı anlaşılıyor. Belki de, çok kurgusal olduğu yönünde gelecek suçlamaları önceden savuşturmak amacıyla Hess (1962: 599), herkesçe bilindiği gibi makalesini (ama bana göre epeyi gereksizce) 'yerin şiiri üstüne bir deneme' olarak tanımladı. Epeyi bir süredir, Vening Meinesz'in yanı sıra, yerküre içinde konveksiyon akımlarına ilişkin düşünceler geliştiriyordu ve 1959 yılında, okyanus ortası sırtların yükselen konveksiyon akımlarının tepe noktalarına rastladığı düşüncesinden söz etmişti. 1962 tarihli makalesinde Hess (yazık ki, Holmes'a ya da öteki erken dönem 'konveksiyoncularına' değinmiyordu; kimbilir, bu belki de bir taktik manevraydı), ilksel yerkürenin içinde bir ana konveksiyon akımı olduğunu ve bu akımın, daha hafif sial nitelikli magmanın yüzeyde ayrılmasını sağlayarak tek bir dev kıta oluşturduğunu düşünüyordu. Bunun ardından, konveksiyon akımları manto içinde sürmüş; yükselen bazalt nitelikli madde okyanussal sırtlardan taşmış ve hendeklere akmıştı. Süreç daha sonra 'dalma' olgusu olarak anılmıştır.[23] Bu bazalt nitelikli madde, 'hafif' kıtaları tıpkı bir taşıyıcı bant gibi sırtlayıp götürebilirdi. Öyleyse, Wegener'in düşündüğü gibi, kıtaların bir biçimde okyanus tabanlarının ağır, bazalt nitelikli sima'sını, pulluk demiri misali yarmasına hiç gerek yoktu. Hess'in ('şairane'?) anlatımıyla: 'Kıtalar, okyanussal kabuğu, bilinmeyen kuvvetlerin zoruyla yarıp geçmezler; tersine, sırtın doruğunda yüze çıkan ve sonra yanal olarak yayılan manto malzemesinin akışına kendilerini bırakarak kayarlar' (*a.g.y.*: 609).

Dietz'in makalesi (1961) Hess'inkinden kısaydı; ama, yararlı bir terim olan 'deniz dibi yayılması'nı kullanmıştı ilk kez ve devingen yüzeyin, Hess'in düşündüğünden çok daha derinde olduğunu ileri sürüyordu. Dietz'in savına göre, (Mohorovicic Süreksizliği'yle, birbirinden ayrılan) eski yerkabuğu ve manto bölümlemesi yerine, en iyisi taşküre (/litosfer) ve zayıf-küre (/astenosfer) ayrımını koymaktı; çünkü, yanal devinim bu içiçe 'küreler' arasında olsa gerekti. Devinim, Dietz'in kanısınca, kıtaları oluşturan sial nitelikli malzemenin hemen altında değil; üst yerkürenin aşırı baz nitelikli derinliklerinde olmaktaydı. Dietz'in kuramı, saygınlığı bulunan J. D. Bernal ve Tuzo Wilson tarafından, *Nature* dergisinin sayfalarında göklere çıkarıldı.

1962 yılını önemli yapan başka bir neden daha vardı: Lamont ve Woods Hole araştırma gemilerince, Atlantik ortası sırtın yer yer, kırık kuşakları yüzünden, kimi zaman birkaç yüz mil ötelendiği bulundu o yıl. Böylesi kuşaklar, daha önce Menard eliyle Büyük Okyanus'ta da bulunmuştu (Menard, 1986); ama, okyanus ortası sırtlarla ilişkilendirilmemişti. Rus araştırma gemileri de bu kuşaklarla karşılaşmıştı. Deniz dibi yayılması düşüncesiyle birlikte, gözlenen guyot'lar da anlam kazanmaktaydı. Bu garip, düz tepeli deniz altı konileri, nereden bakılırsa bakılsın, tepeleri deniz aşındırmasıyla tıraşlanmış eski yanardağlara benziyorlardı. Ama bazılarının tepeleri, deniz yüzeyinin çok altında kalıyordu. Bunun anlaşılabilmesi için, deniz tabanının batmakta olan kimi bölümlerinin, guyot'ları da aşağıdaki dalma-batma zonlarına doğru, birlikte indirdiklerini kabul etmek gerekiyordu.

Günümüzde insanların, deniz dibi yayılması varsayımının özellikle inandırıcı buldukları yanı, paleomanyetizma ile ilişkilidir. Deniz tabanı kayalarındaki paleomanyetizma örüntüsünü sergileyen Çizim 11.10'da zebra derisini andırır bir görünüm var. Sir Edward Bullard'ın yerfiziği birimine bağlı, Cambridge'li iki bilim adamı Frederick Vine ile Drummond Matthews[24] 1963 yılında yaptıkları öneride, deniz tabanındaki paleomanyetizma araştırmalarının sonuçlarıyla, deniz dibi yayılması kura-

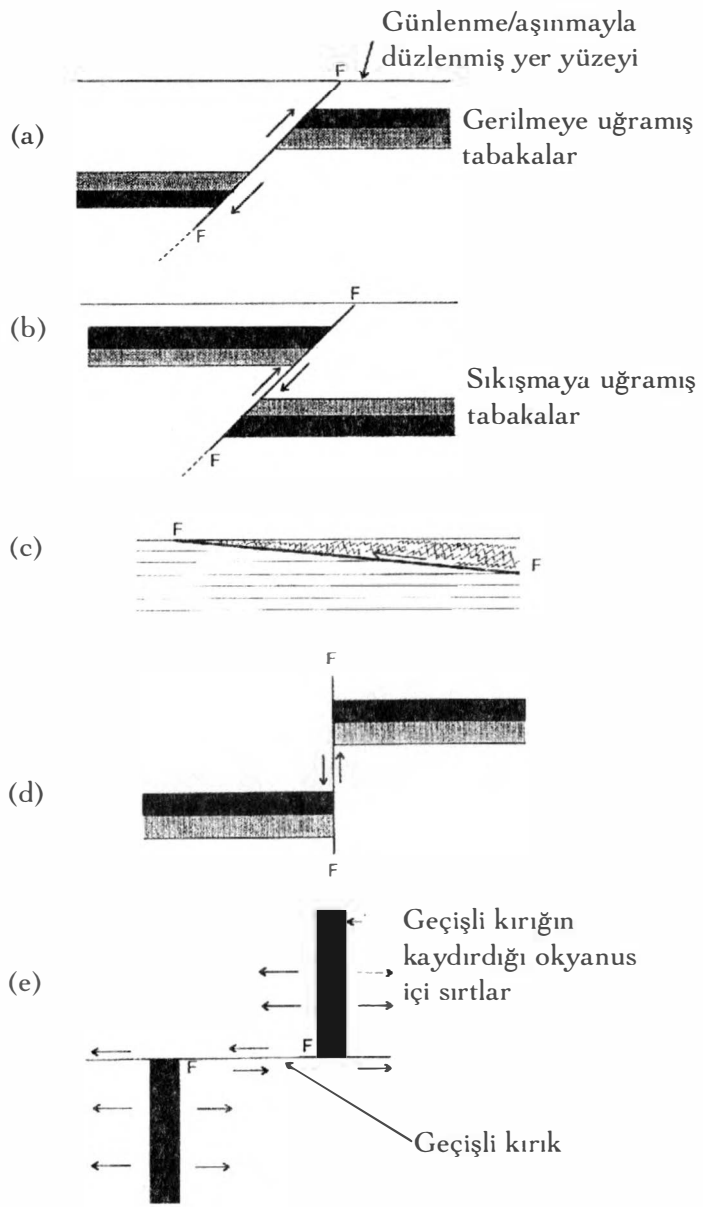
mının tek bir varsayımda birleştirilebileceğini söylediler. Düşüncenin özeti şuydu: Okyanus ortası sırtlara doğru yükselen bazalt, deyim yerindeyse, oradan yanlara doğru taşıyordu; okyanus tabanı boyunca yavaş yavaş yayılıyordu ve yerkürenin, kayaların kristalleşmesi sırasındaki manyetik alanı doğrultusunda mıknatıslanmasına neden oluyordu. Bazalt oluşumunun ve yayılmasının, sırtın her iki yanında yaklaşık aynı olması beklenebileceğinden, iki yandaki kayaların kalıntı manyetizma örüntüleri arasında nasıl olup da bakışıklık (/simetri) bulunabildiği anlaşılabilmekteydi (Vine ve Matthews, 1963). Varsayımlarını, Hint Okyanusu'nda bir sırt dolaylarından elde ettikleri verilere dayandırarak geliştirmişlerdi. Doğrusu aynı varsayımı, daha önce, Kanada'lı Lawrence Morley de geliştirmişti; ama yayımlanması isteği, *Nature* ve *Journal of Geophysical Research* adlı yayın organlarınca geri çevrilmişti. Şimdi geri dönüp bakıldığında, Morley'e yapılanın, iki yayın organı için de yüzkarası olduğu görülüyor.

Bir başka önemli kanıt da Sir Edward Bullard ve Cambridge'deki çalışma arkadaşlarından geldi (Bullard *ve diğ.*, 1965). Kendi anlattığına bakılırsa Bullard (1975), Tasmanyalı yerbilimci S. W. Carey'in (bkz. s. 412), parçalı bulmacasında kıtaları yerli yerine oturtma çabalarına ilgi duymuştu ve bu tür bozyap oyunlarına kendisi de merak sararak, parçaların yerine uyup uymadığını önceden belirleyecek ölçütler saptamıştı. O sırada bilinen kıyıların değil de, kıta sahanlıklarının uyumunu kullanan Bullard, bilhassa Güney Amerika ile Güney Afrika için olağanüstü sonuçlar elde etti. Bu sonuçlar, Kraliyet Akademisi'nin 1964 yılı sempozyumunda sunuldu. Söz konusu oturumlar, bilim insanlarının buluşup, devingenlik yanlısı öğretinin kabul mü edileceğinin; yoksa, bir kez daha geri mi çevrileceğinin savaşını verdikleri toplumsal olaylardı. Toplantıda, Bullard ve arkadaşları[25] olayın yalnızca geometrisi üzerinde durdular, ve konunun devingenlik karşıtlarınca başka sorunlara saptırılmasını engellediler. Bu tavırla, hiç kuşkusuz, taktik üstünlük sağ-

lamışlardı. Ama yerbilimciler topluluğu hâlâ ikna olmuş değildi. Örneğin M. G. Rutten (nedensiz bulunmadığı düşünülerek), Bullard'ın İzlanda'yı gelişigüzel biçimde dışta bırakırken, örüntüye pek rahat uyuveren Rockall Bayırı'nı katmasına karşı çıkmıştı.[26] O sırada, ilerde kuramın benzetmeliği (hatta öğretisi) durumuna gelecek olan tabla tektoniğinin çeşitli bileşenleri, henüz ortaya serilmiş değildi.

Bununla beraber, yeni düşünceler, ortaya çıkmakta bulunan tabla tektoniği alanının kısa sürede baş oyuncusu durumuna gelecek olan, Tuzo Wilson tarafından geliştirildi. Vine ve Matthews ile girdiği işbirliğinde, okyanusların tabanındaki kırık dizgelerine özel önem verdi. Eğer yerküre dümdüz olmuş olsaydı, magmanın, okyanussal sırt boyunca düzenli üretimi, yanal olarak ilerlemesi ve sonunda bir okyanus hendeği içinde yitmesi (içine dalması) anlaşılabilirdi. Bütün bu olayların 'itici gücü', yeraltında çok yavaş devinen konveksiyon akıntıları olabilirdi. Ama yer, küre biçiminde bulunduğuna göre, örüntüler ister istemez daha karmaşık olmalıdır; küresel bir yüzey üzerinde okyanus tabanının üretimine ve devinimine kendini uydurabilmesi için de, yerkabuğunun 'yırtılması' zorunludur. Üstelik, böyle birkaç konveksiyon dizgesinin varlığı kabul edildiğine göre, bunlar kendi aralarında da bir biçimde uyum sağlamak zorundadır. Wilson (1965), bunun nasıl gerçekleşebileceğini göstermek için uzun uzun uğraştı. Yapısal yerbilimcilerin dağarcığına, adına geçişli (İng.: transform) kırıklar' dediği yeni bir kırık türü armağan ederek yaptı bunu. Bu yeni kırık türü, sırtların yayılımından, yeni deniz tabanının meydana gelişine 'geçişe' olanak verdi.

1960'lar öncesinde, yerbilimcilerce bilinen kırık türleri belliydi: 'eğim atımlı normal' kırıklarda kuvvetler gerilmeye çalışıyordu; 'eğim atımlı ters' kırıklarda kuvvetler sıkışmaya çalışıyordu; 'bindirme'de sıkışmaya çalışan özel, aşırı kuvvetler küçük-açılı ters kırılmaya neden oluyordu; ve 'yırtılma' ya da 'doğrultu atımlı kaymada' yerkürenin bir bölümü ötekine göre yanal olanak yer değiştiriyordu. Wilson'un önerdiği 'geçişli kı-



Çizim 11.12 Yerkabuğunda karşılaşılan kırık türleri: (a) normal atımlı kırık (kesite bakış); (b) ters atımlı kırık (kesite bakış); (c) aşmış kıvrım (kesite bakış); (d) yırtılma ya da 'doğrultu atımlı' kırık (tepeden görünüm); (e) geçişli kırık (tepeden görünüm). (Geçişli kırıkta, okyanus içi sırtlarda ortaya yeni malzeme çıktığı ve bunun 'yana doğru' taşarak okyanus tabanına yayıldığı düşünülüyor.)

rık', Çizim 11.12'de 'geleneksel' yerbilim kırıkları ile birlikte gösterilmektedir.

Doğrultu atımlı kırık ele alındığında, en büyük parçalanmanın kırığın orta bölgesinde olması gerektiği ve iki uca doğru azalarak tükendiği anlaşılacaktır. Kırığın her iki yanında, uzunluğu boyunca zorlama belirtilerine rastlanmalıdır. Oysa, Wilson'un önerdiği geçişli kırıklarda, yüzeyde yeni malzeme meydana geldiği için işler biraz daha 'kolay' olur. Gerçekten de, Çizim 11.12e'de görüldüğü üzere, kabukta parçalanma yalnız geçişli kırık boyunda var ve bu parçalanmanın, sıradan doğrultu atımlı kırıkta olduğu gibi, sonunun nereye vardığı sorun oluşturmaz. Üstelik, geçişli kırıkların deniz tabanında basamaklanma düzeni dolayısıyla, dünyanın (yaklaşık) küresel yüzeyi, yeraltındaki her türlü konveksiyon devinimine 'uyum' sağlayabilmektedir.

Bunun üzerine Wilson, yerküre yüzeyinin, birbirine göre yer değiştirip duran belirli sayıda 'tabla'dan oluştuğu düşüncesini ilerletmeye başladı. Bu tablalar, ayrıca okyanussal sırtlarda oluşuyor ve deyim yerindeyse, derin okyanus hendeklerindeki 'dalma zonları'nda yutulup gidiyordu.

Morley (Morley ve Larochelle, 1964), Vine ve Matthews (1963) ile Wilson'un (1965) varsayımları, yeni düşünceleri sınamak için çeşitli yollar yarattı. Birincisi, sırtların uzağındaki bazaltlar, sırtlara bitişik, yenice oluşmuş bazaltlardan daha yaşlı olmalıydı. İkincisi, sırtın her iki yanındaki paleomanyetizma örüntüsünde -zebra çubuklarında- bir bakışıklık olmalıydı. Yerin mıknatıs özelliğinin yerküre çapında yön değiştirme örüntülerini saptamak üzere yapılmış yakın zamanların çalışmalarıyla, bu tür araştırmaları gerçekleştirme olanağı doğmuştu (bkz. Cox ve diğ., 1963;[27] Glen, 1982). Vine, Wilson ile birlikte, Kanada'nın Vancouver Adası açıklarındaki 'Juan de Fuca Sırtı' diye anılan sırtta, yerin mıknatıs özelliğinin yön değiştirme örüntülerinde neler beklenebileceğine ilişkin bir model üzerinde çalıştı. Modellerini gözlemlerde ve deneylerde ulaşılan sonuçlarla sına-

ma olanağı da buldular; sonuçlarla model, akla yakın ölçülerde birbirini tutuyordu (Vine ve Wilson, 1965). Bundan kısa bir süre sonra, manyetometre ile Juan de Fuca Sırtı'nı tarayan denizbilim araştırmaları gemisi *Eltanin*'in derlediği veriler, Walter Pitman'ca çözümlendi.

Daha ayrıntılı bir kalıntı-kutuplanma yön değişim cetvelinin yakınlarda ortaya konmasıyla, Ewing başkanlığındaki Lamont topluluğunca kuşkuyla karşılanan, daha öncelerin deniz dibi yayılması varsayımı daha inandırıcı görünmeye; ya da daha doğrusu, deneysel bilgilerle daha doğrulanabilir duruma gelmeye başladı. Sırt üzerinde geçirilen kesitlerden biri -ünlü *'Eltanin-19'* profili-, Pitman'ın kıvançla bulduğu gibi, Vine ve Wilson'un (1965) öngörüyleriyle neredeyse kusursuz biçimde çakıştı. 1966 yılı Nisan ayında, Amerikalı Yerfizikçiler Birliği'nin bir toplantısında açıklanan araştırmalar, çok geçmeden yayımlandı (Pitman ve Heirtzler, 1966). 'Tabla-tektoniği devrimi'nin son evresine böylece girilmiş oldu. O zamana değin Ewing'in başkanlığı altında genellikle kuşkulu bir tavır sergilemiş olan Lamont Laboratuvarı çöktü; onlarla birlikte dünya yerbilimcilerinin çoğunun da direnci kırıldı; ta ki, kuramın 'ister istemez' doğru sayıldığı günümüzdeki duruma gelene değin... Tabla-tektoniği artık bazı ilkokullarda bile öğretiliyor; her yerbilime giriş kitabında kesinlikle yer alıyor.

Sıradağların kökeni konusunda inandırıcı bir açıklama sunabilmesi, kurama büyük üstünlük kazandırıyor. Örneğin Himalayalar, Hindistan alt kıtasının Asya'nın geri kalan bölümüyle yakınlarda çarpışmasıyla oluşmuş olabilir; Urallar, iki tabla arasındaki çok daha eski bir çarpışmadan kalan izlerdir belki. Okyanussal kabuk ile üstündeki tortulların bir karışımı, deniz suyu ile birlikte, Büyük Okyanus bölgesinden And Dağları'nın altına doğru taşınarak, bir konveksiyon akıntısının aşağı dönen kolu üzerinde mantonun sıcak bölgesine dalmış olabilir. O derinlikte, eski okyanus dibi tortulları, suyla karışmış durumda, mantonun olağan malzemesinden daha kolay eriyip kaynaşabilir ve böyle-

ce magma oluşturur. Bu tür magmalar, olağan manto malzemesinden daha asit nitelikli ve hafif oldukları için, And Sıradağları'na doğru yükselme eğilimi göstererek, dengede yüzme (/izostazi) ilkesi uyarınca o sıradağlardaki büyük yanardağları oluşturacaklardır; benzeri durum, daha kuzeydeki Orta ve Kuzey Amerika için de geçerlidir.[28] Yeryüzüne ulaşamadıklarında, sonunda aşınmayla açığa çıkacak olan batolitleri oluşturabilirler.

Ayrıca son dönemde, yerkürenin çekirdeğinde ve mantoda belirli bazı konveksiyon akıntılarına ilişkin kuram geliştirme çabaları var: Buna göre, Hawaii ve İzlanda gibi 'sıcak noktalar'ın yükselen konveksiyon akıntılarıyla, Vietnam ve Peru gibi yerlerinse, aşağıya doğru inen konveksiyon akıntılarıyla ilişkili olduğu düşünülüyor (Irvine, 1989). Bu tür yerler, (Elie de Beaumont'un bilmekten mutluluk duyacağı üzere) yeryuvarlağı üzerinde geometrik bir örüntü meydana getiriyor. Tabla-tektoniği kuramındaki daha ileri gelişmeler bu kitabın kapsamı dışında kalmakla birlikte, gelecek bölümde birkaç noktaya daha değinilecektir.

Tabla-tektoniği kuramı, sözcüğün tam anlamıyla tartışmasız bir Kuhn'cu benzetmelik. Günümüz yerbilimcilerinin büyük çoğunluğu yerküreye tabla-tektoniği gözlüğüyle bakıyor. Ama karşı çıkmayı sürdüren birkaç kişi de var. Robert Muir Wood'un, *The Dark Side of the Earth* [Yerkürenin Karanlık Yüzü] (1985) adlı ilginç kitabında parmak bastığı gibi, kimi Rus yerbilimciler, bu arada özellikle Vladimir Belousov (1962, 1968) kıtaların kayması ve tabla tektoniği kavramlarını kabullenmekte epeyi gönülsüz davrandılar.[29] Wood'un savlamaya çalıştığı görüşe bakılırsa, tabla-tektoniği kuramı sonunda Birleşik Devletler'de öylesine coşkulu bir kabul gördü ki, bilimsel çabaların bir tür sancak gemisi durumuna geldi ve bir ölçüde soğuk savaş çekişmelerine bulaştı. Buna göre Wood, demokrasi ile yönetilen devinen bir toplumun ürünü olan tabla tektoniği devingenliğinin karşısına, çok tutucu bir toplumun ürünü olan, 1960'ların, 1970'lerin 'durağan' Rus yerbilimini oturtuyordu.

Bu kadarı, bana göre, aşırıya kaçmak oluyor. Bilimsel kuramla içinde geliştiği toplum koşulları arasındaki ilişki üzerinde duran tarihçilere yakınlık duyuyorsam da, Rus siyasal yaşamındaki 'tutuculuğun' kuram alanında karşılığını ya da yansımasını, Belousov'un 'durağancılık'ında bulmasını olası görmüyorum. Ölçüsüzlüğe kaçmayan bir varsayımla söylenebilir ki, soğuk savaş öncesi Rus yerbilimcilerinin, Scripps, Lamont ve Woods Hole gibi kurumların derlediği türden denizbilim verilerine erişebilme olanağı daha azdı. Bu veriler kısmen askeri amaçlarla, ya da geriden geriye askeri amaçlar güdülerek derlenmekteydi. Üstelik, eski SSCB topraklarının büyük bölümü yerbilimsel bakımdan duraylı idi; dolayısıyla, Sovyet bilim insanlarının çoğunluğunun çalıştığı alanlar, devingenci kuramları akla getirecek alanlar değildi. Buna karşılık, Çinli yerbilimcilerin devingenci düşünceleri ve tabla tektoniğini kabullenmeleri -bilimsel çalışmaların çoğunun durduğu ve Batılı bilim insanlarıyla ilişkilerin ciddi biçimde kesintiye uğradığı Kültür Devrimi dönemi dışında- görece kolay oldu. Bununla birlikte, Çin'de geliştirilen kuramların bazıları, Batı dünyasında geliştirilenlerden önemli ölçüde değişikti (Yang ve Oldroyd, 1989). Belousov'un 'diyapirizm' düşüncesinden geliştirdiği, kendine özgü bir dağ oluşumu kuramı vardı. Ve yerkabuğunda yanal devinimlere ağırlık veren devingenci kurama, somut kanıtlarla karşı çıkıyordu. Örneğin, tabla tektoniği kuramının kıtalarda ve kıtaların çevresinde, sözgelimi Kuzey Denizi dolaylarında meydana gelen büyük dikey devinimleri, inandırıcı biçimde ele almayışını sorguluyordu.

Tabla tektoniği selinin önünde durmaya çabalayan az sayıda Batılı yerbilimci vardı. Oğul Arthur ile baba Howard Meyerhoff'lar (1972a, b) Dana'nın eski, kalıcılık düşüncesinin yanında yer alırken, deniz dibinde manyetik kutuplanma şeritlerinin varlığını, her birinin ayrı ayrı kimyasal bileşime sahip olduğuyla açıklamaya çabaladılar. Jeffreys, belki biraz da bekleneceği gibi, kıtaların kayması kuramından ne denli hoşlanmadıysa tabla tek-

toniğinden de o denli hoşlanmadı ve *The Earth* (1976) adlı kitabının son baskısı da içinde olmak üzere, tutumunu değiştirmedi.

Oysa, tabla tektoniğinin karşısında yer alan kuramların en ilginci, hâlâ geçerliğini koruyan yerkürenin genleşmesi kuramıdır. 1950'lerde, bu alanda epeyi canlı bir araştırma izlencesi yürütülüyordu. O yıllar, eski durağanlık görüşü sorgulanmaktaydı; gezindiklerini savlamak üzere Wegener ve du Toit'nın ortaya attığı kıtaların kıyılarının birbirine karşılıklı 'uyması', hayvan ve bitki topluluklarının dağılımı gibi kimi çarpıcı olgularaysa, kıstak bağlantıları yerbilimi, kalıcılık ve büzülerek küçülen yerküre görüşlerinden yeterli yanıt gelmemişti. Budapeşte'de, Eötvos Üniversitesi Yerfiziği Enstitüsü'nde profesör olan Laszlo Egyed (1956, 1957, 1960), H. ve G. Termier'in derlediği(1952) kanıtlara dayanarak, yerkürenin giderek genleşmesi sonucunda deniz düzeyinde zamanla toplam bir alçalma olduğunun, yerbilimsel kayıtlardan anlaşıldığını iddia etti. Genleşmeyi açıklamak amacıyla, iç çekirdeğin, dış çekirdeğin ve mantonun, temelde aynı aşırı baz nitelikli malzemenin üç değişik durumu (evresi) olduğunu ileri sürdü. Bundan başka, iç çekirdekten dış çekirdeğe, oradan da mantoya doğru yavaş, sürekli ve geri dönüşsüz bir malzeme geçişi vardı. Bu geçişin yönü yüksekten düşük yoğunluğa doğru olduğu için, tüm süreç yerkürenin yarı çapında yıllık 0,5 mm düzeyinde bir genleşmeyi gerektiriyordu. Açısal momentin korunumu nedeniyle, yerkürenin büyümesi dönüş hızında azalmaya yol açıyordu.[30] Ama, Egyed'in kuramı için önerdiği varsayımların, manyetik yönlenmeye ilişkin sınamaları sonuçsuzdu. Hamburg'lu fizikçi Pascual Jordan'ın (1966/1971) genleşen yerküre önerisinde, evrenin tümündeki genişlemeyle birlikte yerküre, doğal olarak genleşiyordu. Lamont'ta çalışan Bruce Heezen (1959, 1960), Afrika'daki yarık vadilerin, derin deniz hendekleriyle okyanus ortası sırtlar boyunca uzanan vadilerin büyüyen yapılar olduğunu görmüştü; ama, genleşmekte olan yerküre düşüncesi ona 'oldukça kurgusal' gelmişti.



Resim 11.13 Waren Carey ve Klaus Vogel, ellerinde genişleyen yerküre kuramını gösteren bir model ile... (Carey, 1988: 268). (Sn. Klaus Vogel'in izniyle)

Genleşmeye ilişkin en açık seçik ve bir anlamda en çarpıcı savı ortaya atan kişi (eski) Doğu Almanya'lı mühendis Klaus Vogel oldu. Üstünde durduğu konu, kıtaların, bugünkü boyutlarında bir yeryuvarlağı üzerine, (adı ister Pangaea olsun, ister Gondvana ya da Lavrasya) bir 'dev kıta' oluşturacak biçimde şıp diye yerli yerince oturtulamadığıydı. Ama eğer yerkürenin geçmişte çok daha küçük olduğu kabul edilirse, yerli yerine oturma pekâlâ kolaylaşabiliyordu. Yarı şişmiş bir balonun üzerine günümüz kıtalarını, birbirine geçmiş durumda çizdiğimizi düşünelim; balonu tam boyutunu bulana değin şişirdiğimizde, kıtalar apayrı kara kütleleri oluşturacak biçimde birbirinden uzaklaşacaktır.[31] Vogel'in yaptığı bunu andırıyordu. 11.13 no'lu fotoğrafta modellerinden biriyle görülüyor: 'Eski' yeryuvarlağı, daha büyük, saydam bir 'günümüz' yeryuvarlağının içinde... Böyle düşününce kuram gerçekten, gayet inandırıcı oluyor.

Resim 11.13'te fotoğrafta yeryuvarlaklarını Vogel ile birlikte tutarken görülen kişi, Avustralyalı yerbilimci S. Warren Carey'dir (doğumu 1912). Tasmanya Üniversitesi'nden emekli Yerbilim Profesörü Carey, elinizdeki kitabın yazımı sırasında, genişleyen yerküre kuramını savunan az sayıdaki kişiden biriydi. 1992 yılında, Avustralya Yerbilim Topluluğu'nun Carey'in sekseninci doğum yıldönümünü kutlamak üzere Ballarat, Viktorya'da onuruna düzenlediği büyük toplantıya katılmak mutluluğuna eriştim. Toplantı boyunca, kürsüye çıkan her kişi, Avustralya yerbiliminin bu en kıdemli üyesine saygılarını sunar sunmaz, hemen ardından düşüncelerini eleştirmeye girişiyordu. İçlerinde yalnızca bir avuç kişinin, anladığım kadarıyla çoğu da eski öğrencileriydi, yerkürenin genleşmesi kuramından yana söyleyecek fazlaca sözleri vardı. Buna bakarak, benim vardığım sonuç, Carey'in genleşen yerküre kuramının, yerbilimciler topluluğu açısından şu sıralar can çekişmekte olduğudur; buna belki 'sönükleşen bir araştırma izlencesi' demek daha yerinde olur (Lakatos, 1970). Bununla birlikte, Amerika'nın saygın bir üniversite basımevince, bol resimli olarak, yakınlarda yayımlandı (Carey, 1988). Eğer Lakatos'un bilimde değişimin itici gücüne ilişkin düşüncelerine inanacak olursak, bakarsınız günün birinde Zümrüdüanka gibi küller arasından yeniden doğup dikkatleri üzerinde toplayabilir. Bunun olabileceğinden kuşkuluyum. Her ne olursa olsun, Carey'in kuramı yerküreye öylesine ilginç bir bakış açısı getiriyor ki, üzerinde biraz durmak istiyorum. Bir bilim tarihçisi olarak, bir tartışmanın, herhangi bir zaman konağında, yalnızca 'kazanmakta olan' yanını anlatmak zorunda değilim.

Carey doktora araştırmasını İkinci Dünya Savaşı öncesinde, Yeni Gine'nin zor doğa koşullarında ve yerbilim bakımından karmaşık topraklarında yürüttü. O ara devingenci düşüncelere yakınlık duydu; ama, doktora derecesini almak uğruna düşüncelerine araştırmasında yer vermedi. Kafasında, kıvrım kıvrım olmuş sıradağları[32] ütüleyip açmanın ve Wegener'in bugün de-

nizler ya da okyanuslarla parçalanmış Pangaea'sını bütünlemenin yollarını araştırıyordu. Bu düşüncelerini daha sonra yayımladı (Carey, 1955) ve Tasmanya (Hobart) Üniversitesi'nde düzenlenen ünü yaygın bir sempozyumda, 1956 yılında daha geniş sunma olanağı buldu (Carey, [1958] 1959). Bununla birlikte Carey, yerkürenin geçmişte daha küçük olduğundan yola çıkılacak olursa, kıtaların kıyılarının birbirini daha iyi tutabileceği olasılığını bu toplantıda aklından geçirmeye başladı. Egyed'in düşünceleriyle zaten daha önce yüz yüze gelmişti.

Konumuz açısından, okuyucuyu Carey'in düşünce serüveninin tüm aşamalarında dolaştırmaya gerek yok; ama, yaşlılık döneminin olağanüstü düşünce bireşimine, *Theories of the Earth and Universe: a History of Dogma in the Earth Sciences* (Carey, 1988) adlı ürününe dikkat çekmek yerinde olur. Kanımca bu yapıtı günümüzün bütün yerbilim öğrencileri okumalı; tıpkı daha önceki öğrencilerin du Toit'nın *Wandering Continents*'ini (1937), ya da Wegener'in *Origin of Continents and Oceans*'ını ([1929] 1966) okumalarının gerektiği gibi... Carey'e inanıp inanmamaları açısından değil benim için; ama, şu sırada egemen olandan iyice değişik bir benzetmelikten yola çıkarak olguların nasıl yorumlanabileceğini görmek bakımından ilginç.

Carey, kimi evrenbilim kuramcılarına benzer biçimde,[33] evrenin hiç durmadan genişlemesi yüzünden, eksilen madde yerine yeni madde üretildiğini öne sürüyor. Bunun ötesinde, yeni madde üretimi için en uygun yerin, gezegen, yıldız ya da gökadaların -gizil gücün en düşük olduğu- merkezlerinde olabileceğini de öneriyor. Öyleyse, yerkürenin genleşmesi, iç bölümünde sürekli yeni madde üretilmesinden ileri gelebilirdi. Çekirdeğindeki proton ve nötronların her biri başına düşen güç en düşük olduğu için, üretimi akla gelebilecek ilk element demirdi, ona göre. Ama, kütle yığışmaya başladıkça, elementler bir tür 'düdüklü tencere'ye kapatılma durumuna gelebilecekleri için, hidrojen gibi başka elementler oluşabilirdi. Süreç yavaş yavaş ivme kazanır: Madde ne denli çoğalırsa, o denli hızla yeni madde olu-

şur. Güneş dizgesinin bütününe dönüp bakacak olursak, değişik evrim aşamalarında gezegenler görebiliriz. Örneğin Merkür yerkürenin erken dönemlerini andırır; ama dev Jüpiter neredeyse bir yıldıza dönüşmek üzeredir.

Okyanus ortası sırtlar boyunca magma taşması, yanlara doğru kayması ve oluşumu sırasında 'şeritli' paleomanyetik örüntüler edinmesi düşüncesine Carey birşey demez. Wilson'un geçişli kırıklarından da hoşnuttur. Ama, dalma-batma olayına gelince, bu Carey'in gözünde söylenceden öte birşey değildir.[34] Ona göre yerkürenin yüzeyi, her biri karşıdan karşıya birkaç bin kilometre uzunlukta ve tektonik bakımdan etkin kuşaklarda birbiriyle kavuşan sekiz adet kıtasal çokgenden oluşur. Bu çokgenler eski tabla tektoniği kuramındaki tablaların eşdeğeridir; ama, Carey bunların mantodan da aşağı geçerek yerkürenin akışkan çekirdeğine dek uzandığını ve çok kenarlı prizmalar biçiminde var olduklarını düşünür.[35] Bunların üstüne tıpatıp oturmuş durumda, kıtasal kara parçaları ve okyanus tabanları üzerinde uzanan ve ikincil bir dizge oluşturan yüzey çanakları ve şişkinlikleri vardır. Örneğin Afrika'da bunlardan on adet bulunur. Bunların da üstüne binmiş olarak, kimi zaman büyük yersarsıntılarına neden olan önemli kırıklarla sınırlanmış daha küçük çokgen yerkabuğu parçaları vardır.[36] Bu daha küçük çokgenlerin içini ise daha küçük mozaik parçaları doldurur. Ardından, birkaç yüz metre aralıklı önemli çatlaklar (devinimsiz kırıklar) gelir ve en sonunda, arazide, özellikle dalga düzlüklerinde sıklıkla karşılaşılan kesişen çatlak örüntülerini görürüz. Carey'e göre yer yapılarındaki bu sıralama, derinliklerinde yeni madde oluşmasından doğan basınçlara yerkürenin uyum sağlama çabalarından doğmuştur.

Dağ oluşumunu açıklamak üzere Carey, Belousov'un yaptığı gibi, sokulma olgusunu temel alır. Aşağıdan gelen basıncın etkisiyle gerilme durumunda olduğu varsayılan yerkabuğu, kimi yerlerde incelir. Yertekne kuramında olduğu gibi üst yüzeyinde, içini tortulların dolduracağı bir okyanus hendeği oluşabilir.

Ama yerkabuğunun incelmesiyle birlikte, ayrıca mantodan gelen malzemenin yukarı doğru sokulma olanağı da doğar; yükselen malzeme yerkabuğunu delebilir ve taşarak bir dağ dizisi oluşturabilir. Bu kuramda, Benioff-Wadati zonunun yerini, aşağıdan sokulan malzemenin, üzerinde başyukarı kaydığı bir bindirme düzlemi almıştır. Mantodan yükselen malzeme kıyı açıklarında dışa vurursa, yay biçiminde yerleşmiş adalar meydana getirir. Bütün bu süreç, Mezozoik'ten bu yana önemli ölçüde hızlanarak sürüp gelmektedir; çünkü, malzeme ne denli çoğalırsa, o denli çok malzemenin üretimine yol açtığı varsayılmaktadır. Öyleyse, okyanus havzaları görece yeni yapılardır. Bu nedenle, yerküre tarihi açısından, bugün (o denli kolayca) geçmişin anahtarı *olamaz*.

Bütün bunların üstüne bir de, belki Carey'in en çarpıcı düşüncesini; başka bir deyişle, yeryuvarlağındaki dev burkulmaları ekleyebiliriz. Bu burkulmalardan ikisini ele alacağız: Ekvator çevresindeki burkulmalar ile Büyük Okyanusu çevreleyen burkulmalar. Anımsanacağı gibi Suess, en eskiden olduğu varsayılan Lavrasya ve Gondvana kıtalarını birbirinden ayıran, bir eski okyanus (Tetis) düşüncesini öne sürmüştü. Carey'se şunu öneriyor: Son iki yüz milyon yılda kuzey yarıkürede, güney yarıküreye göre daha çok okyanussal kabuk üretimi olmuş. Ya da, bir başka türlü söylersek, Tetis'in kuzeyinde güneyine göre daha çok kıtasal malzeme bulunuyor. Varsayıma göre bu durum, kabaca ekvator kuşağı boyunca sola doğru ilerleyen, dev bir yırtılmaya yol açmıştır: Nedeni, kendi çevresinde dönen yerkürenin kuzey yarıküresinin, güney yarıküreye ayak uyduramayarak ağır kalma eğiliminin doğurduğu gerilimlerdi. Yerkabuğu parçalarını yerli yerine oturtma bulmacasını çözerken, burkulmadan ileri gelen bu yer değiştirme hesaba katılırsa, o zaman parçalar birbirine daha düzgün biçimde geçiyor diye iddia ediyor Carey.

Ama, Büyük Okyanus kıyılarını izleyen bir başka yırtılma kuşağı daha varsayılıyor. Yerküre, biri Büyük Okyanus bölge-

sine denk gelen ve çoğu su olan; öteki, karaların çoğunun yer aldığı iki yarıküre biçiminde düşünülebilir. Carey'in düşüncesine göre bu bakışımsızlık (/asimetri), bir başka yırtılmaya daha yol açmıştır: Tetis'in neden olduğu yırtılmaya kabaca dik gelen, sağa doğru, büyük daire biçimli bir yırtılmadır bu. Yerkabuğu parçalarını birleştirme bulmacasını yaparken, bu da hesaba katılmalı. Yerkürenin evrilmesiyle ilgili olarak Carey'in ortaya attığı kuramın tümü, 11.14 no'lu çizimde özetlenmiştir. Çizim, 1988 tarihli başyapıtına (*magnum opus)* bakarak yapılmıştır.

Tabla tektoniği kuramının yerleşik görüşleriyle (Carey'in deyimiyle, doğruluğu sınanmamış öğretileriyle; bizim söylemimizle, yerküre üstüne günün geçerli benzetmeliklerinin düşünme biçimiyle) aradaki zıtlık açıkça ortada. Tabla tektoniğine göre, Himalayalar, Hindistan ile Asya'nın geri kalan bölümünün 'çarpışması' sonucunda meydana gelmiştir. Carey böyle düşünmüyor. Hindistan'ın Tibet'le birleşme yeri olduğu düşünülen ünlü 'İndus dikişi', Carey'in gözünde, Tetis burkulmasının bıraktığı izlerdendir. Himalayalar ise, sıkışmayla değil de, aşağıdan sokulan malzemenin yerkabuğunu kabartması modeliyle açıklanır.

Tabla tektoniği kuramı, okyanus tabanlarının 'hiç durmaksızın' bir uçtan oluşurken, öteki uçtan kıtasal kabuk altına battığını öngörür; ve dolayısıyla, tabanda hiçbir yerin ikiyüz milyon yıldan daha yaşlı çıkmamasına şaşmamak gerektiğini söyler; Carey ise, tabla tektoniği kuramı doğruysa, *bir miktar* daha eski malzemenin de dalma sürecinden kurtulmuş olmasının beklenebileceğini belirterek buna karşı çıkar. İki yüz milyon yıldan daha önceye ait deniz dibi malzemesinin yokluğu, Carey açısından doğal olarak sorun sayılmaz; çünkü, o zamana gelene değin okyanus çanaklarının oluşmaya başladığı kanısında değildir. 'Dalma olayı bir masaldır' sözleriyle savını özetler.

Carey ayrıca, Ay ya da yapay uydulara yerleştirilecek lazer yansıtıcılarından yararlanarak, ilke olarak kuramının doğrudan ölçme yoluyla nasıl sınanabileceğini de ortaya koymuştur. Elinizdeki metnin kaleme alındığı sırada, bu tür sınamalar Ulusal

Havacılık ve Uzay Yönetimi'nce (NASA) tamamlanmamıştı; ama, tıpkı Afrika ile Amerika arasındaki uzaklığın arttığını (doğal olarak hem yerleşik devingencilik ve hem de büyüyen yerküre varsayımıyla bağdaşan bu düşünceyi) doğrudan ölçmelerin gösterdiği gibi, büyüyen yerküre varsayımının da çok yakın gelecekte, deney yoluyla doğrulanacağını veya çürütüleceğini bekleyebiliriz.[37]

Bu bölümü kaparken, tabla tektoniği kuramının oluşturulmasında canlıların yeryüzünde dağılımı konusunun payı ve kuramın bundan sonra bilimin bu alanına nasıl katkı yapabileceği üstüne birkaç söz söylemek isterim. Wegener'in kendisi canlıların dağılımına dayandırılmış savlara büyük önem veriyordu. Örneğin, Arldt'ın (1917), kimi birbiriyle ilintili bahçe salyan-



Çizim 11.14 Warren Carey'e göre yerkürenin gelişim aşamaları (1988: 313). (Stanford Üniversitesi Yayınevi ve S. Warren Carey'in izniyle)

gozları, solucanlar, incili midyeler, tatlısu levrekleri ve bataklık golyanlarının dünyada dağılımını saptadığı harita çalışmalarına gönderme yaptı (Wegener, 1966 101): Haritalarda, bu canlıların, Atlantik Okyanusu gibi okyanuslarda karşıdan karşıya atlayabildikleri, buna karşılık Amerika gibi kıtaları geçemedikleri görülüyordu. Bu tür yaratıkların kara bağlantıları yoluyla geçmiş olma olasılığı yok gibi görünüyordu; ve birbirinin benzeri tatlı su balıklarının hem Avrupa hem de Amerika'da bulunuşu, kıstak bağlantıları kuramı açısından olabilir şey değildi.

Kanguru gibi yavrusunu torbada taşıyan memelilerin, hem Avustralya hem de Güney Amerika'da benzer asalaklarla birlikte var oluşunu açıklamak da aynı biçimde zordu. İklim kuşakları arasında bir köprünün zorunlu olduğu her durumda, açıklama zora giriyordu. Oysa, böyle kuşaktan kuşağa atlamalı pek çok benzerlik biliniyor: Örneğin, güney ve kuzey yarıkürelerin serin/ılıman iklimlerinde rastlanan güneyli yalancıkayın ile kuzeyli kayın ormanları *(Nothofagus* ve *Fagus)* gibi... Bu tür iki kutupluluklar, konunun uzmanı olan pek çok kişi eliyle belirlenmiş bulunuyor (örneğin du Rietz, 1940). Bir dirimbilimci (/biyolog) ya da paleontoloji uzmanı açısından bu gerçekler, görünüşte devingenliğin olanaksızlığını kanıtlamış Jeffreys gibi yerfizikçilerin, tüm bilmem kaçıncı kuvvetli hesaplamalarından daha açıklayıcı olabilir.[38] Lord Kelvin'in yerkürenin yaşı konusunda yaptığı hesaplamalarla karşısına dikildiği Darwin ve canlıların yeryüzünde dağılımını inceleyen Bay Micawber gibi uzmanlar, gelecekte birşeylerin aydınlığa çıkabileceğinden umutluydular.[39] Gördüğümüz gibi, devingenlik sonunda ağır basarak canlıların dağılımına ilişkin veri karmaşasına anlam kazandırdı; ama ancak yerfizikçilerin, ölçüm araçlarına dayanarak, öyle olabileceğini söylemeleri üzerine.

Ama yeni yerbilim -şimdilerde daha çok 'yerküre bilimi' deniyor; çünkü, on dokuzuncu yüzyılın eski kayabilimi, paleontolojisi, harita yapımı ve tarihsel tabakabiliminin çok daha ötesindeki konulara giriyor- biyoloji bilimlerinden ödünç aldıklarını,

şimdi getirisiyle geri ödemeye başladı. Bu konu ('vikaryans biyocoğrafyası'), coğrafi yalıtım alanına giriyor.

Bir canlı türünden birden çok türün evrimleşmesini sağlayan süreç, türün kimi üyeleri uzak coğrafyalarda bulunduğu, ya da birbirinden ayrı düştüğü zaman gerçekleşebilir (ayrı yerde türleşme=allopatrik türleşme). Örneğin bunu, Yeni Zelanda'nın uçamayan dev moa kuşlarında görüyoruz: Dünyanın başka yerlerinde 'otlama alanlarını' dolduran memeliler burada olmadığı için, moa kuşları büyük boy otlak hayvanları biçiminde evrildiler. Moaların soyunda, -hangi soydan geliyor idiyseler- kesin olarak dev yoktu ve onlar, Yeni Zelanda'ya büyük olasılıkla uçarak gelmişlerdi. Tür oluşumu, organizmaların aynı genel yörede bulunup, birbirinden azıcık değişik ortamlarda yaşamaları; ya da değişik mevsimlerde, ya da günün değişik saatlerinde etkin olmaları durumlarında da meydana gelebiliyor (aynı yerde türleşme=simpatrik türleşme). Böylesi türleşme, çoğunlukla topluluk içinde davranış değişiklikleriyle başlar: Örneğin, otter'lerin (et yiyen tatlı su memelisi) atalarının, suda yaşama biçimini benimsemeleri gibi...

Ayrı yurtta (/allopatrik) türleşme, kimi durumlarda, yeni coğrafya engellerinin oluşması yüzünden başlayabilir: Örneğin, Panama Kıstağı büyük olasılıkla, daha önce birlikte yaşayan denizsel canlı topluluğunu ikiye ayırarak, kıstağın her iki yanında değişik denizsel canlı toplulukları evrilmesine yol açtı.[40] Bu biçimdeki ayrı türleşmeye 'vikariyans' adı veriliyor.

Hemen anlaşılacağı üzere, kıtaların kayması ya da tabla tektoniği olguları, vikariyans biyocoğrafyasının işini kolaylaştırıyordu. Kıtaların ayrılması, tür içi döllenmenin önünde kolayca yeni engeller oluşmasına neden olacaktı ve türleşmeyi hızlandıracaktı;[41] öte yandan kıtaların çarpışması, değişik canlı topluluklarını varlık-yokluk yarışında birbiriyle karşı karşıya getirecekti. Bu yarışta çok sayıda canlı türü, yeni gelenlerle başa çıkarken zarar görecekti. Dolayısıyla, kimi soy tükenme olayları, kıtaların devingenliği ile ilişkili olabilirdi.

Yerkürenin canlı organizmalarının belirli bölgelere göre bölünmüş gibi göründüğü, en az ondokuzuncu yüzyıldan bu yana biliniyor. Örneğin, türlerin kökeni ve doğal seçilim kuramının bulunmasında Darwin'in ortağı ve Güneydoğu Asya'da uzun süre bulunmuş A. R. Wallace, Güneydoğu Asya'nın bitki topluluklarıyla Avusturalya'nınkiler arasında dikkat çekici bir ayrım saptadı. Filipinlerin doğusundan gelip, Borneo ve Celebes arasından güneye inerek, günümüz Endonezya'sında Bali ile Lombok'u ayıran olağandışı bir biyolojik sınır varmış gibi görünüyordu. Bu olağandışı sınır (kuzeyinde maymunlar, güneyinde kangurular olsun, isterseniz) Wallace Çizgisi adıyla anılır oldu. Sonunda, Wallace (1876) yerküreyi altı havyan yerleşim bölgesine ayırdı.

Daha başka pek çok bölgelere ayırma düzeni önerildi; ama, burada ayrıntılarına girmek gerekmez.[42] Önemli olan yalnızca, tabla tektoniğinin, başka türlü kavranması zor olan biyolojik yerleşim düzenine yeni bir anlam kazandırmaya başladığıdır. Darwin'e göre (1859: 352-8) (ve Wallace'a göre) 'köken merkezleri' vardı. Türler sınırlı bir alanda ortaya çıkıp oradan gidebildiklerince uzağa yayılıyorlardı. Darwin araştırmalarında ve makalelerinde, organizmaların dağılımının nasıl meydana geldiği konusu üzerinde çok durdu (yüzen kütükler üzerinde, kuşların ayaklarına bulaşan çamurlarla, yüzen tohumlarla ya da başka yollarla). Vikariyans biyocoğrafya bu tür olguları dışlamıyor elbette; ama, olayın ana itici gücü saydığı kara parçalarının yer değiştirmesi yanında, ikincil süreçler olarak görüyor.

'Vikariyanizm', Amerika Doğa Tarihi Müzesi'nin (New York) kimi çalışanlarınca, 1960'lar ve 1970'lerde heyecanla ele alındı. Konuya olağanüstü meraklı bir amatör olan Leon Croizat'ın oluşum aşamasındaki düşüncelerine ilgi duymaktaydılar: Croizat, Venezuela'da kendisinin bastırdığı koca koca ciltlerde, daha önce bağımsızca belirlemişti ilkelerini (Croizat, 1958, 1962).[43] Sonunda, Croizat ile işbirliği yapan Müze bilim adamları (Croizat *ve diğ.*, 1974), bir araştırma izlencesi (/programı) uyguladılar. Bu izlencede, canlıların dağılımı (/biyocoğrafya) ile

tabla tektoniğini birleştirmeyi ve bu süreçte, eski düşünce olan köken merkezlerinden kurtulmayı istiyorlardı.[44] Kuram, bazı Yeni Zelandalı dirimbilimcilerden de ilgi gördü.

Bu kuram çorbasında bir başka bileşen daha vardı: Alman sınıflandırmacı Willi Hennig'in (1966), adına kladistik çözümleme denen, canlıları ölçülebilen benzerliklerine göre kümelendirme yöntemi. Bilim adamlarının bugün tabla tektoniği, biyocoğrafya ve sınıflandırma ilkeleri arasında daha yüksek düzeydeki bireşimlere nasıl baktıklarını göstermek amacıyla, bu konuda birkaç söz söylemek isterim.

Hennig'in düşünceleri bilim dünyasında hiç duyulmamış düşünceler değildi (Craw, 1992); ama, 1966 yılında ana metninin çevirisinin yapılıp İngilizce konuşulan dünyada tanınmasıyla birlikte, büyük ilgi gördü. Hennig kladistik ya da kladizm denen biyolojik sınıflandırma dizgesinin kurucusu sayılıyor, genellikle. Hennig'in önerdiği sınıflandırma düzeninin Darwin'in ilkeleriyle uyumlu olduğu varsayılmıştı; ama, evrimsel kavuşum (benzer ortamlarda bulunan birbiriyle ilişkisiz hayvanlar arasında evrim sonucu yüzeysel bir benzerliğin gelişmesi: kuşlarda ve yarasalarda kanat gelişmesi gibi -ç.n.) ya da, kuşlar veya timsahların doğru dürüst sınıflandırılması gibi sorunlu durumlardan doğan zorluklara meydan verilmeyecekti. Evrimsel (filogenetik) ilişkilerin, başka bir deyişle türleşmeye yol açan olayların, görünürdeki anatomik benzerliklere (ya da ayrımlara) karşı önceliği olduğu düşünülmekteydi.

Hennig'in yöntemi kabaca şöyleydi: İlk yapılması gereken, 'soydan gelen' niteliklerle, 'edinilen' nitelikleri birbirinden ayırmaktı. Örneğin, evrim toynaktan başlayıp beş parmaklı bir ele ya da ayağa doğru mu gelişmişti; yoksa, tersi mi olmuştu? Beş parmaklı hayvanların çokluğuna ve toynaklıların azlığına ve toynağın özel mahiyetine bakarak, toynağın edinilmiş bir özellik olduğunu varsaymak akla yakındır. O zaman, kladizm yöntemini uygulayacak kişinin ilk işi, sınıflandırılacak bir organizma kümesinin çeşitli özelliklerinin soydan mı geldiğini, yoksa

edinildiğini mi belirlemek olacaktır. Bu yerine getirildikten sonra, çeşitli türlerin ortaklaşa sahip oldukları edinilmiş özelliklerin sayısına göre, sınıflandırma çizelgesi inşa edilmelidir: Ortak özellikler ne denli bolsa, evrimsel yakınlık o denli büyük olacaktır. Hennig ulaştığı sonuçları 'kladogramlar' biçiminde sundu: Bunlar, dallanmalardan oluşan şekillerdi (her çatallaşma noktasında yalnızca iki dal ayrılıyordu) ve edinilmiş paylaşılan özellikler örüntüsünü olabildiğince sıkı bir dikkatle ortaya koymayı amaçlıyordu (yani, sıradışı, sapkın verilerle başa çıkabilmek için üretilecek *amaca özel* varsayımları en aza indirerek).

Bütün bunlar kitabın konusunun dışındaymış gibi görünebilir; ama, burada dikkat edilecek nokta, 'vikariyans biyocoğrafyacılarının', biyocoğrafya bölgelerinin varlığını ve kladistik sınıflandırmanın genel sonuçlarını, tabla tektoniğinin ilkeleri uyarınca kıtaların kopması ve ardından yer değiştirmesiyle ilişkilendirebileceklerini savlamalarıdır (Nelson ve Platnick, 1981; Nelson ve Rosen, 1981; Briggs, 1987). Croizat'ın kendisi (1962: 209), vikariyans örüntülerini bir tabaka camı vura vura parçalara ayırmaya benzetiyordu:

> Diyelim ki, masanın üzerine bir tabaka cam parçası koyduk. (...) Bu camı kuş ve bitki dünyasının tümü yerine sayalım. Bu camı çatlatacak bir darbe indirelim. Birinci darbenin ardından ortaya çıkan çatlakların çevrimlediği parçaların, aileleri belirlediği düşünülebilir. Parçalamayı sürdürerek, camı 'genus'lara (kümelere), türlere ve alt-türlere ayırabiliriz; ta ki, sağ üst köşede 4 inç karelik, bir alt-türe denk gelen parça kalana dek...

Bu biçimde düşününce, değişik organizma kümelerinin, tabla tektoniği süreçleri sonunda kıtaların çatlamasıyla, Pangaea'nın parçalanmasından doğduğu akla gelebilir. Böylece, canlıların dağılımı (/biyocoğrafya), sınıflandırılması ve tabla tektoniği çalışmalarını bağdaştıran bir büyük bireşim amaçlanmakta-

dır. İşte bilimin peşinde olduğu bu tür bir bağdaşıklıktır ve bulunduğu zaman, inanıyorum ki, doğruluk göstergesi sayılabilir; ya da, hiç değilse, araştırmacıların yanlış yolda olmadığının göstergesi sayılabilir.

Gene de, yukarıda kısaca, ana çizgileriyle belirtilen durumda, bireşimin yeterli ya da tam olduğu söylenemez. Vikariyans biyocoğrafyaya ilişkin tartışmalar geçmişte olduğu gibi, bugün de yoğunluğunu sürdürüyor (Hull, 1988). Herşeyin yerli yerine uymasını zorlaştıran pek çok etken var. Hepsi bir yana, kimi organizmaların Darwin'in önerdiği yollardan dağıldığı kesin. Ama hiç değilse, tabla tektoniğinin hem dirimbilimi, hem de yerbilimi nasıl bütünlüğe kavuşturmaya yardımcı olabileceğini gördüğümüz söylenebilir. Eğer böyleyse, yerküre ve üzerinde yaşayan canlılara ilişkin düşünme biçimimiz için, Wegener'in düşlediğinden de görkemli bir beklenti içinde olabiliriz, en azından.

XII. Bölüm

Bazı Daha Tümel Düşünme Yolları

Önceki bölümde tabla tektoniği kuramının doğuşunu ana çizgileriyle anlattım. Kuram genelde üzerine düşeni yerine getiriyor gibi görünüyor: Başka türlü düşünüldüğünde akıl karıştıran pek çok olguyu açıklığa kavuşturuyor. Örneğin eski iklim dönemleri konusunu ele alalım. VII. Bölüm'de gördüğümüz gibi, Pleyistosen'deki buzul gel-gitlerini açıklayan oldukça yerleşik bir gökbilim kuramı bulunmakla birlikte; biliyoruz ki, Avusturalya ana karası üzerinde bu buzul etkilerinin duyumsandığı yerler, yalnızca Kosciusko Sıradağları'nın en yüksek bölgeleri olmuştur. Oysa, Avustralya'nın daha alçak bölgelerinde, Permo-Karbonifer'den ve geç Prekambriyen'den buzul artıklarının açık kanıtları bulunuyor. Ve yaklaşık aynı zamanlarda, Grönland'da yarı tropikal iklimler yaşandığının belirtileri var. Bu tür olguları açıklamaya gökbilimsel

buzul çağları kuramı tek başına yetmiyor; ama, devingenci kuram ışığında kavranabilir duruma geliyorlar. Örneğin Avustralya, Permiyen devirde Güney Kutbu dolayında bir yerlerde bulunmuş ve zamanla kuzeye doğru yer değiştirmiş olmalı. Gerçekten de, Wegener kuramını ilk biçimlendirirken, iklimbilimsel kanıtlar göstermişti ve devingenlik yanlısı kuramlara duyulan ilginin tazelenmesi üzerine bu kanıtlar 1960'larda yeniden ele alındı. İklimbilim kanıtlarıyla paleomanyetizma verilerinin birbiriyle bağdaşıklığının saptanması (Opdyke, 1962), tabla tektoniği benzetmeliğinin ortaya çıkışına yardımcı ek kanıtlar sağladı.

Demek ki, tabla tektoniği benzetmeliği bireşime daha yatkındır, daha bağdaşıktır. Ama, Wegener'in ilk başta düşündüğü biçimiyle, kıtaların kayması kuramı, bir dev kıtanın Mezozoik'ten beri parçalara bölünmekte olduğunu öne sürdü. Wegener, başlangıçta niye bir dev kıta bulunması gerektiği konusunda suskun kalmıştı. Tabla tektoniği devriminden bu yana yapılan yerbilim araştırmaları ve kuram denemeleri, bu soruya yanıt arıyor. Örneğin, Murphy ile Nance'ın (1992)[1] yaptığı bir araştırma, çağdaş düşüncenin gittiği yön konusunda kimi göstergeler sağlıyor.

Diyelim ki, şu ya da bu nedenle, tek bir dev kıta -bir 'Pangaea'- vardır; yeryuvarlağının geri kalan bölümü de adına 'Panthalassa' denen bir koca denizle kaplıdır. Pangaea iki nedenden dolayı oynak durumda olabilir: Birincisi, yerkürenin bir bölümünün üzerinde bir yalıtkan battaniye gibi oturarak, yaydığı ısıyı topluyor olması; ikincisi, yerkürenin salgılı dönüşünün doğurduğu kuvvetlerin etkisi.[2] (İlkesel bakımdan, her iki etmen de işler durumda olabilir.) Sonra, böylesi bir dev kıta, bugün yarık vadiler boyunca Afrika'nın ayrıldığı gibi ve yerbilim tarihinde görece yakınlarda açıldığı anlaşılan Kızıldeniz'e benzer biçimde, bölünmeye başlayabilir.

Yarıktan manto malzemesinin taşması beklenebilir; ama, bu mafik (demir içerikli) malzeme, daha önce kıta kabuğunu oluş-

turmuş bulunan sial'a göre daha yoğundur; bu nedenle, bir yandan soğuyup katılaşırken çöküntüye yol açar ve yeni bir okyanusun oluşmaya başlayabileceği bir alan meydana getirir. 'Dıştaki' Panthalassa'ya karşılık buna 'iç' okyanus adını verebiliriz. Böylesi 'iç' okyanuslar, baz nitelikli magmanın sürekli taşması ve yanal yayılımı dolayısıyla büyüyebilir; şu sırada Atlantik'te, Atlantik ortası sırtta olduğu gibi...

Ama, zamanla 'iç' okyanus tabanının en yaşlı (okyanus ortası sırta en uzaktaki) bölümü, astenosferdeki malzemeden daha yoğun duruma gelecek denli soğur ve dalma-batma süreci başlar. Böylesi bir sürecin başlaması için, iki yüz milyon yıl dolayında bir süre gerekebileceği öngörülmüştür. Bu süre, okyanus diplerinde bilinen en yaşlı kayaların ölçümle belirlenmiş yaşına, bir güzel uyuyor. Dolayısıyla, oldukça yakın bir yerbilimsel gelecekte, Atlantik'in kıyı bölgelerinde dalma-batma ve dağ oluşumunun başlayabileceğini öne sürmek akla yakın geliyor.

Kökel dev karanın parçalara ayrıldığı bir aşmaya varılabilir; ama, dev kıtanın altında birikmiş olan ısı da o sırada büyük ölçüde dağılır; bundan başka, yerkürenin yaydığı ısı, değişik okyanus tabanlarından kaçabilir. Ama, dalma-batma hâlâ sürmektedir, ve Murphy ile Nance'ın belirttiği gibi, artık dağılmış kıtaları ardında 'sürükleyip' bir araya toplayabilir. Böylece kıtalar arasındaki okyanuslar bir kez daha yok olup, yeni bir dev kıta meydana gelebilir. Böylesi bir döngünün beş yüz milyon ila iki milyar yıl arasında süreceği söyleniyor.

Murphy/Nance modeline göre, dağ oluşumuna yol açan üç türlü süreç olabilir. Birincisi, bir dalma-batma kuşağının ilerlemekte olan bir kıtayla karşılaşmasıdır (okyanussal kabuk-kıtasal kabuk çarpışması -ç.n.). Böyle bir süreç, And Dağları türünde dağlara yol açar. İkincisi, iki kıtanın çarpışmasıyla ortaya çıkmış olabilecek, Himalayalar gibi sıradağlardır. Üçüncüsü, Aleut Adaları'nda olduğu gibi, ada yaylarına yol açan süreçtir. Bu durumda, 'dış' okyanustaki bir dalma-batma kuşağının yakınında, uzaklaşan bir kara parçası bulunabilir. Dolayısıyla, ok-

yanussal kabuğun içinden geçerek yükselen kızgın hamur, karayı çevreleyen bir adalar kümesi oluşturabilir; ki kimyasal bileşimi, örneğin And Dağları'nınkinden ayrıdır. Bazı durumlarda, 'dış' dalmanın, Japonya örneğinde olduğu gibi, kıta bloğundan parçalar kopardığı düşünülüyor. Ama okyanus tabanı, ada yayı dizilerini ya da Japonya gibi mikrokıtaları, geriye ana karadan yana taşıyabilir; böylece ana kara bir tür kıtasal eklenme süreci sonucu büyüyebilir (Dana ve Schuchert gibi tekneleşme kuramcılarının çok öncelerden öngördüğü gibi). Benzer biçimde, kıta parçalarının çarpışması zaman içinde, kıtasal 'mozaikler'in oluşmasına yol açabilir. En son yayımlanan paleocoğrafya atlasına göre, minicik Britanya bile bir 'mozaik'tir (Cope *ve diğ.*, 1992). Topraklarını oluşturan Hebrid Adaları, Grampian Dağları, Güney İskoçya'nın yaylaları, Göl Bölgesi, orta düzlük vb., tabla tektoniğinin oyunları sonucu bir araya 'park' etmiş, ayrı ayrı çağlardan kalma arazi parçaları olabilir. 'Birleşik Krallık', böylece şekillenmiştir. Kuzey yaylalarını Grampianlardan ayıran Büyük Glen Kırığı gibi kırıklar, bu birbirine hiç benzemeyen toprakların biraraya gelişini belgeliyor.

Bu tümel kuram, bir çevrimli yer-yapıbilim (/jeotektonik) kuramının ipuçlarını sağlıyor. Değişik zamanlarda niçin büyük dağ oluşum dönemleri geçirilmiş olunabileceğini açıklıyor. Kuram belki de, örneğin Kambriyen başlangıcında meydana gelen büyük dirimbilim değişmeleri ile ilişkilendirilebilir: İlk kavkılı fosillerin evrilmesi ile bir büyük kıtanın parçalara ayrılması arasında bağ kurulabilir. Bu da, tabla tektoniği kuramında öngörülen yer-yapısal (/jeotektonik) çevrimlerin, canlıların tarihiyle yakından ilişkili olabileceği düşüncesini akla getiriyor. Gerçekte, aşağıda belirtileceği üzere, kimi kuramcılar, bu çevrimlerin meydana gelebilmesi için canlıların gerekli olduğu fikrini evirip çevriyorlar kafalarında şimdi. Bu da bizi, yakın zamanların adına 'Gaia' varsayımı denilen önerilerine götürüyor: Buna göre, yerkürenin bizatihi kendisi (benzetme yapmış olmanın dışında bir anlamda) bir tür canlı varlıktır.

Böylesi düşüncelerin gelişim tarihini, kısa da olsa ele almak istersek, tortulbilim ve yerkimyası gibi konular üzerinde biraz durmamız gerek. Bu konular tabla tektoniği ve evrim biyolojisi ile karşılaştırıldığında pek de öyle göz kamaştırıcı gelmeyebilir. Bilim tarihçilerince üzerinde neredeyse henüz hiç durulmamış da olsa, uzun erimde yerküre üstüne düşünme yöntemleri olduklarından, her bakımdan ilginç ve önemli duruma gelebilirler. Öyle ya da böyle, artık tabla tektoniği kuramıyla bütünleşme yolundadırlar.

Jacques Grinewald'ın (1988) belirttiği gibi, Hutton'un çevrimsel kuramı, yerkürenin koskoca bir canlı organizma olduğuna ilişkin çağcıl düşüncelerin, ilk dile getirilişi sayılabilir bir bakıma. Hutton yerküreyi, bir 'mikrokozmos' olan insan bedeninin çevrimsel özelliklerine benzeyen bir 'makrokozmos' gibi düşlüyordu. Ayrıca, çiftçi Hutton 'makrokozmos'un çevrimsel davranışında, canlı organizmaların öneminin de ayırdındaydı. Ama on dokuzuncu yüzyılda, Hutton'un kuramının çevrimsel yanından çok magmacı yanı tutuldu (Gregor, 1992). 'Klasik magma düşüncesi'nde, zaman zaman yerkürenin derinliklerinden taze magma püskürüyordu ve denizlerde tortulların birikebilmesi için, yeni kayalar giderek hava koşulları ve aşındırıcı etkilerin saldırısına uğruyorlardı. Bize göre bu, bir çevrimsel süreci anlatıyor. Ama, Hutton'un kuramının çevrimsel yanı, on dokuzuncu yüzyılda gözden kaçırıldı. Yeryüzü süreçlerinin çevrimsel niteliğinin kanıtı olması bakımından Hutton'un onca önemli saydığı uymazlıklar konusu, doğrusal ilerleme öğretisini benimseyen ani yıkımcı kuram içinde eriyip gitti. Lyell gibi başka önemli çevrimci kuramcılar vardı; ama, gördüğümüz gibi, onun ilerlemeci olmayan yaklaşımı pek yol alamadı.

On sekizinci yüzyılın öteki çevrimsel mineral kuramları arasında, Buffon ve Lamarck'ınkiler sayılabilir: Onların mekanik olmayan ve 'yerküreye ilişkin kuramlarına' canlıları katmaları, çağcıl düşüncelerin ilginç öncüleri olarak ancak yeni yeni ele alınıyor. Buffon (1783-8) ilksel yeryuvarın soğuması sırasında

beş ilkel 'cam'[3] oluştuğunu sanıyordu. Havaküredeki gazlarla etkileşim ve canlı organizmaların sağladığı kirecin katılımı da içinde olmak üzere, çeşitli süreçler yoluyla bu ilkel camlardan, yerküre üstünde bulunan çok sayıda mineral ve değerli taşın meydana geldiği varsayılıyordu. Bitki artıklarından oluşan toprağın da önemli payı olduğu düşünülüyordu.

Buffon'un koruması altına aldığı ve fikirlerinin çoğunu Buffon'unkilerden türeten Lamarck, şu düşünceyi öne sürdü: Çürümeye uğrayan hayvan ve bitkiler, iki ana mineral dönüşüm zincirinin başlangıç noktalarını oluştururlar; bunların her ikisi de sonunda kaya kristali ya da kuvars oluşumuna varır (Lamarck, 1797/5. yıl, 349. sayfanın karşısındaki sayfada bulunan çizelge[4]). Bu sonucu sağlayan düzeneğin işleyişi yeterince açıklanmamışsa da; arı, öz toprağı, yabancı maddelerden arındırma işlemini içerirmiş gibi görünüyordu. Lamarck böylece, bir mineral türünün ötekine karşılıklı, 'çevrimsel' dönüşümünü zihninde canlandırmış; yerküre, havaküre ve canlı organizmaları (bu sonuncuya biyoloji adını önermişti) hep birlikte içine alan bir yaklaşım geliştirmeye çalışmıştı (Lamarck, 1802/10. yıl: 7-8). Canlı organizmaların hiç durmadan yerkürenin kabuğundaki malzemeyi değişime uğrattığı düşüncesinde direniyordu (*a.g.y.*: 151). Ama Lamarck'ın kimya bilgisi eskiden kalmaydı. Güçlü Lavoisier'nin ortaya attığı elementlere ilişkin yeni düşünceleri reddediyor; toprak, hava, ateş ve suyun birbirine dönüşebildiğini söyleyen eski görüşü yeğliyordu. Bundan dolayı, Lamarck'ın evrilmeye ilişkin fikirlerinin yanı sıra mineraller konusundaki görüşleri, canlıların kimyasına ilişkin fikirleriyle yerküre ve üzerindeki canlıların 'ortaklaşa evrildiği' düşüncesi ya tümden önemsenmedi ya da reddedildi.

Lamarck'ın mineralbilimi, eğer öyle adlandırılabilirse, yeni kimya ile aynı telden çalmıyordu: Deneye ve gözleme dayanmaktan çok kurgu ürünüydü. Başarılı olmadı. Yine de yaşama etkinliğinin, yalnızca hayvanlar ve bitkilerin evriminde değil, yerkürenin evriminde de çok temel bir etmen olarak ele alınma-

sı zorunluğunun ayırdında olduğuna inanıyorum. Bu yanıyla düşünceleri, yerküreye ilişkin kimi en ilginç yirminci yüzyıl görüşlerini gölgede bırakmıştır.

Bir yere dek Lamarck geleneğini sürdüren, ama birleşik ve bütüncüllük ilkesine dayalı bir yerküre kuramı ortaya koymada çok daha başarılı olan kişi, 'Romantik' bilim adamı ve araştırmacı gezgin Alexander von Humboldt idi (1769-1859). Orta ve Güney Amerika'nın balta girmemiş ormanlarında yiğitçe işler başardı (Botting, 1973); ve sağladığı yarar nedeniyle, adına 'Humboldt bilimi' denen 'bilgi edinme biçemi'nin temelini attı (Cannon, 1978). Bu biçem gerçekten de çevrebilim ve canlıların dağılımı (/biyocoğrafya) dallarının habercisi oldu. Yerküreye, üzerindeki canlılara ve egemen fiziksel koşullara ilişkin engin gözlemsel bilgisiyle Humboldt, evrene ilişkin, bireşimci ya da bütüncüllük ilkesine dayalı bir görüş koymayı başarmak arzusundaydı. Bu görüş kapsamında özellikle, değişik organizmalarla, sıcaklık, ışık, tuzluluk koşulları, toprak türü, vb. arasında nasıl ilişkiler bulunduğunu göstermek istiyordu. Her ne kadar amaçlarını gerçekleştirmek yolunda belirli bir adım olan *Kosmos* (1845-62) adlı beş ciltlik dev bir yapıt yayımlamayı başarmışsa bile, böylesi bir bireşimi gerçekleştirmek, tek kişinin gücünü aşan bir girişimdi kuşkusuz; ve tasarısının kapağını, ancak ileri yaşında yaşamının sona ermesiyle kapadı. Humboldt'un, gözlemlerinden güç alan inandırıcılığına kimsenin bir diyeceği yoktu.

Bir başka büyük gezgin Dana, 1838-42 yılları arasında dünya çevresinde çıktığı deniz yolculuğu sırasında edindiği deneyimlerle ve Pasifik Adaları'ndaki mercanları sonuçta yakından tanımış olması nedeniyle, yerkürenin oluşumunda canlıların payı üstüne düşünmeye başladı; ve yerkürenin durmadan 'kafasal gelişme' (İng.: 'cephalization') yönünde ilerlediğini varsaydı. Ama, Dana'nın kuramının bu yanı, yerbilimin toplamına yaptığı katkı yanında önemsizdi ve üzerinde oldukça az duruldu.

Anımsanacağı üzere, on dokuzuncu yüzyıl Yeni-Neptüncülerinden Sterry Hunt, yerküre tarihini kimyasal öykü biçiminde ve belki içine canlıların karıştığı, örneğin dünyanın birçok yerinde görülen kireçtaşı ya da alçıtaşı yataklarının oluşumuna yol açmış olabilecek kimyasal süreçlerin tarihi olarak vermeye çabaladı. Hunt'un modeli tek yönlüydü, çevrimsel değildi. Ancak, on dokuzuncu yüzyıl kuramcılarınca görmezden gelinen ya da üvey evlat sayılan önemli yer yüzeyi özelliklerine o da dikkat çekiyordu. Oysa, Hunt'ın İngiliz dilinde yazan çağdaşları, temelde Huttoncu bir magma kuramına bağlı olarak arazide harıl harıl harita çalışması yapıyorlar ve Neptüncülüğün herhangi bir biçimde canlanmasını görmek istemiyorlardı; dolayısıyla Hunt'ın görüşleri pek yol alamadı, özellikle *Eozoön* bozgunundan sonra...

'Biyosfer=dirimküre' teriminin isim babası, *Die Entstehung der Alpen* adlı kitabının sonuna doğru kullandığı *selbständige Biosphäre* ya da 'kendine yeterli biyosfer' deyimiyle Eduard Suess'dir (Suess, 1875: 159). 'Dirimküre' terimi, Suess'in yine aynı yapıtta isim babalığını yaptığı 'taşküre (litosfer)' ve 'suküre (hidrosfer)' terimleriyle birlikte yer aldı. Yaşam, havaküreyle taşkürenin birbirine değdiği ara-yüzeyde sürüyordu. VIII. Bölüm'den bildiğimiz gibi, Suess ayrıca *Das Antlitz der Erde* (Suess, 1883-1909) adlı yapıtıyla, yerbilim bilgilerinin anıtsal bir bireşimine kalkıştı. Buna, Humboldt'çu biçemde ele alınmış bir başka tümel bireşim gözüyle bakılabilir. Bu büyük kitabın dördüncü cildinin son bölümünde, biyosfer konusu yine ele alınıyordu (Suess. 1909: 739). Oysa, henüz İngiliz okurların gözünde, biyosfer kavramı büyük ölçüde sap ve samanın karıştırılmasıydı. Hem kendi döneminin kişileri ve hem de daha sonra gelen tarihçilerin gözünde, tektonik üstüne olanlar, Suess'in en çok ilgi toplayan düşünceleriydi.

Bununla birlikte, Suess'in fikirleri, Henri Bergson'un (1907/1911) yaşamsalcı eğilimler (yaşam olgularının fiziksel ve kimyasal olgulara indirgenemeyeceğini öne süren öğretilerin tü-

mü -ç.n.) taşıyan çalışmalarına hayran olanlarca paylaşıldığı için, Fransa'da olumlu yankı buldu. Özellikle, o sıralar Paris'te *Institut Catholique'* de Yerbilim Profesörü olan genç Cizvit Papazı Pierre Teilhard de Chardin'in (1881-1955) hoşuna gitti. Teilhard de Chardin, ilerde ünlü bir paleoantropolog[5] olacak; ve İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, gününün modası gizemci-çileci Hıristiyanlık üstüne yazıların yazarı olarak ünlenecekti (örneğin, Teilhard de Chardin, 1969). Suess'in 'biyosfer' düşüncesinden yola çıkan Teilhard de Chardin, Avusturyalı ustasından ileri giderek 'noosfer' -başka bir deyişle bilinç ya da düşünsel yeti 'küresi'- düşüncesini ortaya attı; hatta daha da gülüncü, 'Hıristosfer' ya da ruhsal davranış küresi düşüncesini. Sonuçta herşey bir biçimde tek bir üstün 'Omega Noktası'nda toplanıyordu. Bu nokta, Teilhard de Chardin'in (alışılmadık, hatta belki de sapkınca) anlayışına göre, Tanrı kavramıydı.

Böylesi fikirler bu incelemenin kapsamı dışındaymış gibi görünebilir. Ama, Bergsoncu Katolik matematikçi ve filozof Edouard le Roy'la o sıralar Paris'te bulunan Rus yerbilimci Vladimir Ivanovich Vernadsky (1863-1945) arasında Paris'te tartışıldığına göre, kapsam dışı değil. Şimdilerde, yirminci yüzyıl yerküre düşüncesinin temel konularından biri durumuna geliyor. Vernadsky'nin, Teilhard de Chardin'den bir anlamda çok daha engin bir doğa görüşü vardı. Neden derseniz, Fransız papaz daha çok insanoğlunun fiziksel, ussal ve ahlaki evrimine ilgi duyarken; Vernadsky, yerküreye ilişkin düşüncelerini dokuduğu kilimde, tüm yaşam etkinliklerine yer verdi. Vernadsky'nin, canlı etkinliklerinin ve insan aklının yaşamsal önemde roller oynadığı bir 'yerbilimsel dünya kavrayışı'na ulaşması, Birinci Dünya Savaşı sırasında Rus hükümeti adına stratejik ham maddelere ilişkin kesin veriler elde etmekle uğraştığı sırada olmuştur. Bu kavrayışı bir savaş deneyimi içinde elde etmiş bulunduğunu kaydetmesi, acıdır (Vernadsky, 1945: 5-6). O zaman anlar ki, insanoğlu büyük bir yerbilimsel güç durumuna gelmektedir.

Vernadsky Petersburg'da ünlü Dimitri Mendeleyev'den kimya dersleri aldı; coğrafyayı, ünü daha az olmakla birlikte Vernadsky'nin daha çok etkilendiğini söylediği, toprak araştırmaları alanında uzman Vasili Dokuchaev'den okudu. Vernadsky çabalarını daha çok Prekambriyen kayalarına yöneltmişti ve bu kayalarda ortaya çıkan yaşam biçimleri üzerinde toplamıştı.[6] Canlı organizmaların, önemli yerkimyasal etken görevi yapmış olabileceğini düşünüyordu.[7] Bu tür araştırmalardan, ve Fransız meslekdaşlarıyla yaptığı tartışmaların ortaya çıkardığı görüşlerden yola çıkan Vernadsky, küresel çevrebilim -başka bir deyişle dirimküre (/biyosfer) çevrebilimi- görüşünü ortaya attı.[8] Yaşama etkinliği küresel bir olguydu ve (von Humboldt'un yaptığı gibi) evrensel bir bakışla ele alınmalıydı. Daha önce Lamarck'ın ve ondan bu yana da çağcıl tortulbilimcilerin yaptığı gibi Vernadsky, oksijen, azot, karbon ve kükürt gibi çeşitli elementlerin yeryüzünde ve yerküre derininde (ya da daha genelde dirimkürede) sürüp giden büyük çevrimlerine ilgi duyuyordu. Oksijen içeren bir havakürenin doğmasının kaynağında canlıların bulunduğunu ve üstteki ozon kalkanının, dirimküreyi koruyan dış tabaka olduğunu görüyordu. Çeşitli element alışverişleri, kaynaktan yok oluşa değin, niceliksel olarak incelenmeliydi; yoksa, Teilhard de Chardin'in rasgele sözünü ettiği 'noosfer' ve 'Hıristosfer' türünden gizemci yaklaşımlarla değil... 'Biojeokimya' terimini ilk Vernadsky kullandı, ama 'noosfer' düşüncesinden de yararlandı.[9]

Anlattığına göre, Vernadsky (1944: 487) dizgeli dirim-yerkimya (/biyojeokimya) araştırmalarına 1916'da başladı. Görüşlerini derli toplu olarak ilk kez *Geokhimiya* (1924) (kitap aynı yıl *La Géochimie* adıyla Fransız dilinde yayımlandı) ve *The Biosphere* adlı kitaplarında açıkladı (1926'da Rus dilinde[10]). Yayımladığı görüşler, 1930'larda Sovyet dirimbiliminin ve siyaset dünyasının içinde bulunduğu sıkıntılı durum dolayısıyla büyük ölçüde güme gitti; daha sonra da, İkinci Dünya Savaşı'nın olayları sonucunda iyice unutuldu. Düşünceleri, kendi ülkesinde

ancak 1960'larda yeniden canlanabildi; ama, o günden bu yana büyük değer kazanmış bulunuyor. Batıda kimi etkilerinin duyulmaya başlaması daha önceye rastlar. Bunda Rus göçmeni Alexander Petrunkevich'in Yale'deki çalışmaları yanında, Vernadsky'nin oğlu George'un (ya da Georgii Vladimirovich) yine Yale'de çalışmasının payı vardır. Ayrıca, Vernadsky'nin ilk dönemde yaptığı yayınların birçoğu Fransız dilinde daha başlangıçtan beri bulunabiliyordu. Bu nedenle düşünceleri, kimi yurttaşlarıyla karşılaştırılınca, Batıda daha uzun zamandan beri bilinmekteydi.[11]

Yale'de Dirimbilim Profesörü olan George Evelyn Hutchinson'ın Rus görüşleriyle tanışması, Petrunkevich ve Vernadsky'nin oğlu aracılığıyla oldu ve zamanla üniversitede Vernadsky'in düşüncelerini göz önünde bulunduran, önemli bir çevrebilim ve dirim-yer-kimyası okulu kuruldu.[12] Geri-iletim düzenekleri ve kendi kendini ayarlayıcı çevrimler konularına ilgi büyüktü. Bu düşünceler, Hutchinson'un babasının tanışı olan Norveçli yerkimyacısı V.[13] M. Goldschmidt'in, (1888-1974) düşünceleriyle bütünlendi. Goldschmidt, yerküre ve dirimkürede dağılmış çeşitli elementlerin çevrilmesine derin ilgi duyuyordu.

Vernadsky'nin çalışmaları temelde, yeryuvarlağının her bir köşesini -havakürenin yükseklikleri ile yerkürenin derinlikleri dışında- dirim-biçimlerinin nasıl sarmış olduğunu ve yaşama etkinliğinin neredeyse bütün tortul kayaların, kireçtaşlarının, dolomitlerin, kömür, tuz yatakları, fosfat yatakları, boksit ve demir cevherli kayalar vb. oluşumunda işin içine girdiğini göstermişti; öylesine ki, tek başına ne denli küçük ve önemsiz olursa olsun, canlı organizmaların payını hesaba katmadan yerkürenin yerbilimsel tarihinden anlamlı biçimde söz etmek olanaksızdı.

Öyleyse tam anlamıyla kavranabilmesi için yerküre, neredeyse sonsuz kertede karmaşık bir tür dizge gibi düşünülmelidir. Yaşama etkinliğinin olmadığı yer yoktur. Yerküreyi yalnızca bir

makineymiş gibi düşünecek olursak onu kavrayamayız. Tersine, o da bir canlı organizma gibi yaşayışını düzenleyici niteliklere sahip. Bu amaçla Vernadsky, dirimküredeki çeşitli elementlerin dolaşımını inceledi. Bu incelemeyi niceliksel olarak yapmak istiyordu; ama, çalıştığı yer ve dönemde, böyle bir görevin altından kalkmasına yetecek kaynağı yoktu.

Son makalelerinden birinde, Vernadsky (1945) daha da geniş ufuklu bir kurgulamaya girişerek, yerküreyi saran granit gömleğin 'daha önceki dirimkürelerin alanı' olduğunu öne sürdü. Bu düşünce çağdaşlarına garip göründü ve o sıra pek üzerinde duran olmadı. Çünkü, tabla tektoniği kuramının yerleşmesinden önce, herşeyin sürekli çevriliyor olması yerbilimcilerin pek öyle büyük derdi değildi; böyle olmakla birlikte, doğaldır ki, (genel biçimiyle Aristoteles'çe anlaşılmış olan) suyun çevrimi gibi süreçlerden haberliydiler ve bu süreçlere ilgi duyuyorlardı; ayrıca Lyell gibi büyük yerbilim çevrimcileri de yetişmişti.

Ama oldukça yakın yıllarda, tabla tektoniğinin gelişmesinden bu yana ve tortulbilimde görülen derinlemesine büyük gelişmeyle birlikte, Vernadsky'nin bir bakıma kurgusal düşünceleri, kabul gördü. İşte bu nedenledir ki, örneğin Norveçli kayabilimci ve yerkimyacı T. F. W. Barth'ın (1962: 379) kitabının son satırında şöyle yazdığını görüyoruz: 'Katılaşım kayalarındaki çeşitliliğin nedeni tortul süreçlerdir.' Genel kabul görmüş magmatizma bilgisinin ilkeleri açısından saçma gibi görünen bu açıklamanın yapılmasının nedeni, 1960'lara gelindiğinde artık magmanın -Hutton'un çok önceden ayırdına vardığı gibi- çevrilmiş malzeme içerdiğinin, ve katılaşım süreçlerinde oluşan malzemenin çevrime giren tortulların mahiyetine göre değiştiğinin gün ışığına çıkmış bulunmasıydı.

Vernadsky'nin düşünü kurduğu engin izlence, ancak yakın yıllarda meyve vermeye başladı. Yerküreyi bir dizge olarak, daha doğrusu, canlı organizmaların temel bir rol oynadığı çoklu dizgeler dizgesi olarak gören görüşün, artık ayrıntılarına girilebilirdi. O canlı organizmalar ki, tablaların tektonik devinimleri-

nin ardında da onlar vardı belki... Ortaya çıkmakta olan bu bireşimin temelini atan kişi, Amerikalı yerbilimci Robert Minard Garrels (1916-88) olmasına karşın kamuoyu bundan, Peter Westbroek'in (1991) çalışmaları dolayısıyla ancak yeni yeni haberdar oluyor. Daha çok bilinen, James Lovelock'un Lynn Margulis'in desteğinde 'Gaia' varsayımı adıyla yaptığı, o kamuoyunun düş gücünü sımsıkı kavrayan, ve çevreci akımın sahip çıktığı çalışmalarıdır. Şimdi bu yazarların, öne çıkan kimi düşüncelerini belirtmeye girişeceğim; böylece, tabla tektoniği ve tortulbilim fikirlerinden bir olağanüstü bireşiminin doğuşunu göreceğiz.

Garrels meslek yaşamına, 1942 yılında Illinois'un Northwestern Üniversitesi'nde başladı; 1952 yılında A.B.D. Haritacılık Dairesi, Yerkimyası ve Kayabilim Dalı, Katı Maddeler Grubu şefliğini üstlendi; 1955 yılında Harvard'da görev aldı; 1965'de Northwestern'e döndü; 1969'da Scripps Institute'a; sonra da 1972'de Havai'de bir göreve geçti; 1974'te yeniden Northwestern'e ve son olarak 1980'de Güney Florida Üniversitesi'nde bir kürsüye geldi (MacKenzie, 1989). İncelediği elementler gibi, kendisi de sürekli devinim durumundaydı.

Sterry Hunt ve dönemindeki diğer Neptüncülerin on dokuzuncu yüzyılda yapmayı denedikleri şeylerden biri, yerkürenin çok uzak geçmişinde denizlerde meydana gelmiş olabilecek bir kimyasal tepkimeler zinciri belirlemekti. Şimdilerde gördüğümüz tabakabilimsel dikme kesitteki kaya ardışımı böyle bir tepkimeler zincirinin sonucu olabilmeliydi. Ama bu amacın gerçekleşebilmesi için henüz çok erkendi. Yerbilim ve kimya bilimi, böylesi bir görevin altından inandırıcı bir biçimde kalkabilecek denli ilerlememişti. Ama, yirminci yüzyılda, kuramsal ve deneysel olarak, bu tür kurgusal yerbilim kimyası sorunlarını araştırmaya kalkışmak için olanak daha boldu.

Garrels ile Fred MacKenzie, ortaklaşa yazdıkları *Evolution of Sedimentary Rocks* [Tortul Kayaların Evrimi] (1971: 294) adlı ders kitabında, en baştaki denizlerde meydana gelmiş olabilecek kimyasal tepkimeler ortaya attılar. Örneğin:[14]

$$14H_2O + 6NaAlSi_3O_8 + 3FeCO_3 + 15MgSiO_3 + 3CaCl_2 =$$
(albit) (siderit) (enstatit)

$$6NaCl + 3Mg_5Al_2Si_3O_{10}(OH)_8 + 3CaCO_3 + Fe_3Si_2O_5(OH)_4$$
(klorit) (kalsit) (grinalit)

$$5MgSiO_3 + CaAl_2SiO_8 + CO_2 = Mg_5Al_2Si_3O_{10}(OH)_8 + CaCO_3 + 4SiO_2$$
(enstatit) (anortit) (klorit) (silis)

$$Fe_3Si_2O_5(OH)_4 + 3CO_2 = 3FeCO_3 + 2SiO_2 + 2H_2O$$
(grinalit) (siderit) (silis)

Prekambriyen başlarında (ya da Arkeen'de) sürüp duran bu tür tepkimelerde, havaküredeki oksijenin bulunmadığı ve karbondioksitin şimdikinden daha yoğun olduğu ortamda, +2 birleşme değerli (İng.: 'ferrous') demire önemli bir görev düşüyordu. Albit ve anortit (feldispat türleri), volkanik kayalardan çözülerek ayrılmış, geride şekilsiz silis (çört) çökelmiş olabilirdi. Görülebileceği gibi, varsayılan karmaşık bir dizi tepkime sonunda, silis, +2 değerde demirli silikat, kalsiyumkarbonat ve pirit (yukarıdaki denklemlerde gösterilmedi) gibi kimyasal çökeltiler ortaya çıkıyordu. Bu tür bir kimyasal yerbilim, Yeni-Neptüncülerin, böylesi tepkimeler önerebilecek kimya bilgisine sahip olmadan, uzun zamandır hayal edip durdukları şeydi. Dikkatle bakıldığında görülecektir ki, yukarıda öngörülen denklemlerle, yaşama etkinliğine herhangi bir rol biçilmemektedir; ama, meydana gelen maddeler, iki milyar yıldan daha yaşlı kayalar konusunda bildiklerimize uyar gibi görünmektedir.

Ama biraz daha genç kayalar -iki milyar yıldan daha genç diyelim- değişik özellikler sergiliyor. Kükürt, oksitlenmiş biçimiyle, alçıtaşında sülfat olarak ortaya çıkıyor. Demir, artık +3 birleşme değerlidir (İng.: ferric) ve siderit yerine büyük hematit yatakları olarak vardır. Birşeyler olmuştur: Olanlar, ilk ortaya çıkışlarından bu yana, tüm 'yerküre çevrimi' sürecini durdurulamaz biçimde etkileyen canlı organizmaların faaliyetlerinin sonu-

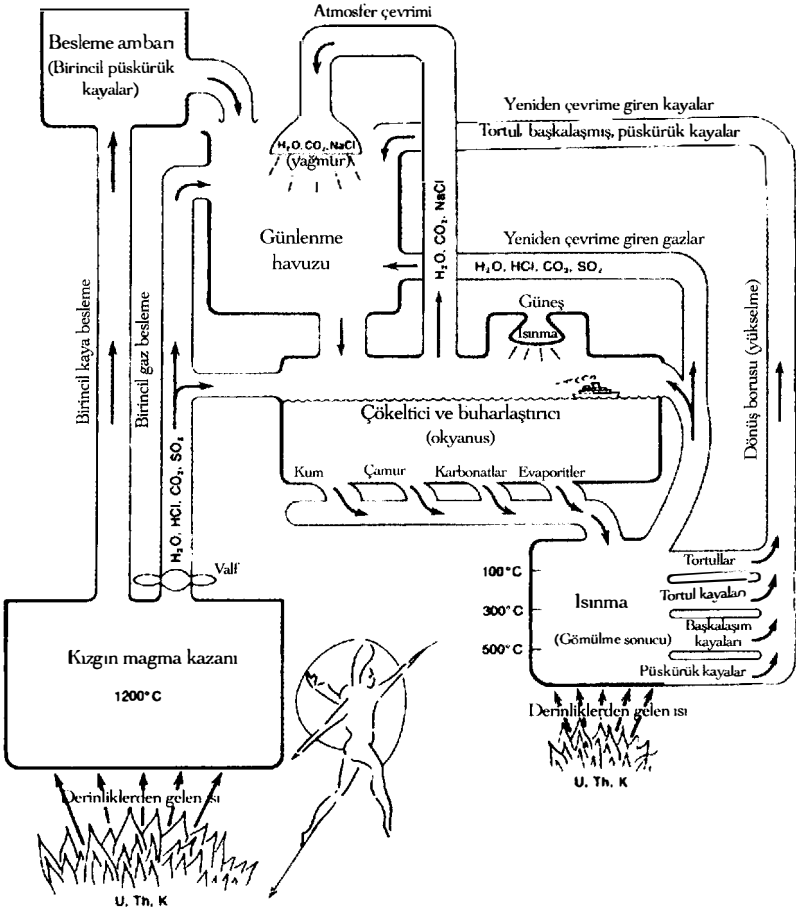
cudur. Bağımsız oksijen içeren havaküreyi doğuran, canlı organizmalardı. Bağımsız oksijenle birlikte yerküredeki kimyasal tepkimelerin mahiyeti de sonsuza değin değişti;[15] ve böylece, Garrels gibi kişilerin çalışmalarından şimdi öğrenebildiğimiz çevrimlerin niteliği, temelden ve kalıcı olarak değişime uğradı.

Dirimin oluşumuna yol açan kimyasal süreçler, bu temel soru üzerinde çok araştırma yapılmış olmasına karşın, hâlâ anlaşılmış değil.[16] Bu kitabın amaçları bakımından, basit yaşamın üçbuçuk milyar yıl önce, belki biraz daha öncesinde,[17] bugün dört buçuk milyar yaşında olduğu sanılan bir gezegende başladığını varsayacağım. Göreceğimiz gibi, yaşam olmasaydı yerkürenin ta Arkeen'de kupkuru kalmış olacağına, ve böylece Mars gibi ölü bir gezegene döneceğimize inanmamız için çok neden var.

Ama Garrels'e dönelim biz. MacKenzie ile birlikte yazdığı ders kitabında (1971), kıtasal kabuk-okyanus dizgesinin evrimini, büyük bir fabrikaya benzeterek betimler: İki büyük bölümden oluşan ve birbirine taşıyıcı bantla bağlı bir fabrikadır bu. Birinci bölüm, ışınetkinliğinden aldığı ısıyla magmanın oluştuğu yerdi. İkinci bölümde, üstü örtüldükçe gömülen tortullar pişiyordu. Pişmek için gerekli ısı, yine ışınetkinlikten sağlanıyordu. Belki de A.B.D. gibi sanayileşmiş bir ülkenin yazarlarından beklenecek türdeki bu model, Çizim 12.1'de görülüyor.

Üç yıl sonra Garrels, bu kez Edward Perry ile ortaklaşa uzun bir makale yazdı. Bu makalede, 'fabrika'nın daha önemli kimi borularında, havuzlarında ve taşıma dizgelerinde olan bitenin nicel dökümünü yapmaya kalkıştı (Garrels ve Perry, 1974). Hollandalı yerbilimci Peter Westbroek'in (1991) çözümlediği makalenin yalınlaştırılmışını, buradaki açıklamada kullandım.

Garrels ve Perry'nin (1974: 313) ortaya koyduğu çizimde, dirimküre/taşküre/havaküre/suküre'nin başlıca bileşenlerinin biriktiği çeşitli havuzları betimlemek için dairelerden yararlanılıyor. (Noosfer bu çizimde yer almıyor.) Bu ana bileşenler arasında su, silis, kalsiyum karbonat, karbon dioksit, oksijen, alçıtaşı, pirit, organik karbon (yeraltındaki kömür ve ham petrol de



Çizim 12.1 Robert Garrels'in 'kıtasal kabuk-okyanus fabrikası'nı kavrayışı (Garrels ve MacKenzie, 1971: 330). (W. W. Norton ve Ort.'nın izniyle)

içinde olmak üzere), demir/magnezyum/kalsiyum silikatlar vb. maddeler var. Her dairenin büyüklüklüğü, o havuzun kestirim yoluyla bulunan büyüklüğüyle orantılı. Oranlama gerçek ağırlığa ya da oyluma göre yapılmıyor, molar ağırlıklar arasında yapılıyor. Kuşkusuz, böyle toptancı kestirimler yapmak tehlikeli iştir; ama, 1970'lerde yerbilimciler, artık bunu belirli bir güven içinde yapabilecek duruma gelmişlerdi.

Garrels ve Perry'nin çizgesi, çeşitli havuzları birbirine bağladığı kabul edilen geçitleri de göstermekteydi. Bu havuzlardaki

sayılar, çeşitli elementlerin bir havuzdan ötekine (kabule dayalı) geçiş hızlarıyla orantılıydı. Herhangi bir zamanda, karbon dioksit havuzunda az bir miktar karbon bulunabilirdi yalnızca; ama, o az miktardaki karbon, diğer havuzlarla çok hızlı bir alış-veriş durumunda olabiliyordu. Buna karşılık, engin silis havuzuna silis giriş çıkışı, çok daha yavaş yürüyebilirdi. Bir havuzdan ötekine elementlerin aktarımında, canlı organizmaların vazgeçilmez rolü vardı: Örneğin, solunum ve fotosentezde olduğu gibi...

Tüm dizge çok dengede görünüyordu; yoksa, yaşam büyük olasılıkla süremezdi. Ama acaba dizge zaman içinde hep aynı biçimde mi kalıyordu? Havuzların büyüklükleri (oksijen içeren havakürenin oluşmasıyla hava solunumuna bağlı temel dirim süreçleri bir kez yerli yerine oturduktan sonra) hep aynı mı kalıyordu, yoksa bir artıp, bir azalıyor muydu?

Garrels ve Perry, sorunun yanıtına ilişkin ipucunu şu varsayımda buldular: Havuzlarda bulunan değişik türde kükürt ve karbon izotoplarının oranları, değişik havuzlarda yığılma paylarıyla ilişkiliydi. Örneğin, kükürt hem alçıtaşı ($CaSO_4$) ve hem de pirit (FeS_2) havuzlarında bulunabilir. Alçıtaşı yataklarında ^{34}S izotopu arttığı zaman (yerkimyacıları açısından) bunun anlamı, pirit havuzunda alçıtaşı havuzuna göre daha çok kükürt bağlandığıydı; ve ^{34}S azaldığında da tersi geçerliydi. Değişik devirlerin alçıtaşı yataklarında yapılan kükürt izotop oranlarının ölçümü, zaman içinde gerçekten de kükürt miktarının havuzdan havuza yer değiştirdiğini akla getiriyordu.

Eğer kükürt FeS_2 olarak değil de, $CaSO_4$ olarak tutsak kalırsa, bunun anlamı, küresel dizgenin bir yerinden oksijen çekilmiş bulunacağıydı: Sözün kısası, orada gereksinimi karşılayacak ölçüde oksijen yoktu. Öyleyse söylenmek istenen, alçıtaşı deposunu bütünlemek üzere havaküreden çekilen oksijenin yeri kireçtaşı havuzundan tamamlanırken, aynı anda organik karbon oluşacağıydı (kömür yataklarında olduğu gibi).

Burada sözü edilmek istenen, oksijen, karbon ve kükürt dizgeleri arasındaki olağanüstü bağlantılılık durumudur. Westb-

roek dizgeyi betimlemek için, eski Stoacı solunum eğretilemesinden yararlandı. Büyük havuzların elementleri yavaş yavaş ürettiği, ya da bünyesine aldığı düşünülebilir. Ama, süreç tek yönlü değildir. Havuzlardan birinin, durmadan bir başka havuzu besleyecek biçimde azalması durumu yoktur. Eğer süreç bir yönde fazla ileri giderse, tersine dönüyor sonunda ve denge öylece sağlanıyor. Bir o yana, bir bu yana sallanan koca bir sarkaç gibi; ama o denli eş zamanlı değil... Ölçeği büyük olan bir yerbilimsel örnek alırsak, Karbonifer ve Permiyen'de büyük miktarda organik madde yığılımı olmuştu. Az önce sözü edilen sava göre, bu organik madde, (gerçekten de kayalarda görüldüğü üzere) pirit yığılmasına ve alçıtaşı havuzunun boşalmasına yol açacaktı. Ama sanki sonunda sarkaç karşı yöne dönmüş, ve tepki olarak Permo-Triyas'ta büyük alçıtaşı yatakları oluşmuştur.

Abraham Lerman'la sürdürdüğü sonraki çalışmalarında Garrels memnuniyetle gösterdi ki, modelin işlemesi için gerektiği üzere, karbon ve kükürt çevrimleri gerçekten birbiriyle bağlantılıdır (Garrels ve Lerman, 1981, 1984). Bu bağlantının varlığı ayırt edilebilmişti; çünkü, karbonun daha çok kireçtaşı havuzunda mı, yoksa organik karbon havuzunda mı tutsak kaldığı sorusunun, ^{13}C izotopunun her iki havuzdaki payları ile ilişkili olduğu sanılıyordu.[18] Böylece, tabakabilimsel dikme kesit biraz daha anlam kazanıyor: Karbonifer'deki kömür oluşumuna yol açan dev ormanlar ve batak-çayırlardan, niçin Permo-Triyas'ın çöl koşullarına doğru, büyük değişimler olması gerektiği kavranabilir duruma geliyor.

Ama belki daha da derin bir anlam vardır. Oksijen içeren havaküreyi doğuran yaşama etkinliği, belli başlı yerbilimsel etmen durumuna geldikten sonra bir kez, büyük havuzlardaki bu 'derin soluk alıp vermeler' boyunca ayakta kalanlar hep dirimin kendisi, okyanuslardaki sular ve havaküre olmaktadır. Havuzlar arasında meydana gelen bütün bu değişmeler dirimküre eliyle yönetilmektedir. Gerçekten, Vernadsky'in gözüyle bakıl-

dığında, bunların tümü dirimkürenin işleyişinin değişik yüzleridir. Sarkaçtaki büyük yön değiştirmeler, yerküre üzerinde yaşamın sürmesine olanak verecek çevre koşullarını koruma yönünde meydana gelmektedir. O zaman, bir biçimde bütünü belirleyen ve biçimlendiren 'kuvvet', yaşam olamaz mı?

Bu nokta bizi hemen İngiliz bağımsız bilim insanı James Lovelock'ın (doğumu 1919) tartışmalı 'Gaia' varsayımına doğru götürüyor. Şimdi kısaca bu varsayım üzerinde duracağım; çünkü, öyle sanıyorum ki şu sırada yerküreye ilişkin, bilinen en ilginç ve önü açık düşünme biçimlerinden biridir.[19] Lovelock'un görüşlerini açıkladığı en tanınmış iki eseri şunlardır: *Gaia: a New Look at Life on Earth* [Gaia: Yeryüzünde Yaşama Yeni Bir Bakış] (1979) ve *The Ages of Gaia: A Biography of Our Living Earth* [Gaia'nın Çağları: Canlı Yerküremizin Özgeçmişi] (1988). Çalışmaları, canlı göze (/hücre) yapısının kökenine ilişkin kuramlar alanında pek çok önemli çalışmanın sahibi, Amerikalı mikrobiyoloji uzmanı Lynn Margulis'den büyük destek gördü.

Gaia nedir? Anımsayacağımız gibi, Eski Yunan'da toprağı simgeleyen tanrıçaya verilen addır. Şimdi bu noktada yeniden Gaia'yı söylemekle, bir bakıma düşünme zincirimizde başladığımız noktaya dönmüş oluyoruz. Mitoloji ile başladık ve son durağımız belki de mitoloji olacak. Her ne ise, bu eski terimi -jeoloji sözcüğündeki 'jeo' ekinin de kökü olan- gaia'yı ortaya sürmekle Lovelock, çok yerinde bir iş yaptı; çünkü, nedeni ne olursa olsun terim çok 'tuttu' ve kitapları hızla en çok satan kitaplar sıralamasının tepelerine tırmandı. Çoğunlukla kitapçıların 'yeni-çağ' bölümlerinde bulunabiliyor; ama, kitaplarının büyük saygıyla karşılanması gerektiğine inanıyorum. Bunlar, dünyanın işleyişi konusunda derin bilgiye dayalı, ciddi çalışmalar.

Dolayısıyla Lovelock'un adı günlük yaşamımızın bir parçası neredeyse. Belki de bir yanıyla bunu, Gaia sözcüğünü ortaya atmış olmasındaki talihine borçlu. Gaia sözcüğü, mitolojik çağrışımları nedeniyle, insanlara ilginç görünüyor. Bunun tersine

Garrels'e, yakın zamana değin, yalnızca bilim çevrelerinde tanındı. Fakat, düşüncelerini Westbroek'in açımlaması sonucu, bundan böyle daha geniş çevrelerce tanınma olasılığı var.

Ama, bir kez daha sorayım: Nedir Gaia? Yazılı Yunan söylence ve masallarından alınma bir ad olduğunu söylemek, artık yirminci yüzyılda bizi uzak bir yere götürmez. Şansımız var ki, Lovelock (1987: 152) bu konuyu çok açık seçik ortaya koyuyor, Gaia Varsayımı'nı aşağıdaki gibi tanımlıyor:

> [Varsayım,] yerkürenin yüzeyindeki, havaküredeki ve denizlerdeki fiziksel ve kimyasal koşulları, geçmişte ve bugün, etkin biçimde uygun ve rahat duruma getirenin yaşamın kendisinin varlığı olduğunu önerir. Bu önerme, dirimin ve gezegenin her birinin, kendi yolunda ayrı ayrı evrilmesi sırasında, gezegenin koşullarına uyum sağlayanın dirim olduğunu söyleyen geleneksel bilginin tersidir.

Sanırım Darwin-sonrası dönemin insanlarının çoğu, büyük olasılıkla onun bu konuda 'yerleşmiş düşüncesi'ne bağlıdırlar; ta ki, Lovelock'u okuyuncaya dek... 'Mekanik' bir yerküre görüşüyle ele alındığında koşullar, insanın ya da gezegendeki herhangi bir organizmanın denetiminin tümüyle dışında olan nedenlerle, zaman zaman değişebilir. Organizmalar ya uyum sağlamak zorundadırlar, ya da ölüp gitmek. Örneğin, yerkürenin yörüngesinin dış merkezliliğini, ya da dönme ekseninin yörünge düzlemine eğik oluşunu değiştirmek için hiçbir şey yapılamaz. Bu yüzden, buzullaşmanın gökbilimsel etkenlerden ileri geldiği kuramı doğruysa, bu önüne geçilemez bir nedendir ve dolayısıyla buna bağlı iklim değişiklikleri de önüne geçilemezdir. Yerküre üzerindeki dirimin, elinden geldiğince uyum sağlamaktan başka yapabileceği birşey yoktur.

Oysa, Gaia Varsayımı'nda, bütün dirimküre ya da ekosistem, gezegen üzerinde dirimin en üst düzeyde sürdürülebilmesine dönük, yaklaşık hep aynı koşulları sağlayabilen geri-iletim sü-

reçlerinden yararlanır durumdadır. Öyleyse, nasıl bir vücuttaki tüm gözelerin eylemleri, organizmanın varlığını sürdürebilen bir bütün olarak işlemesini güder yönde birbiriyle eşgüdüm içindeyse, dirimküreyi oluşturan organizmaların tüm etkinlikleri de yeryüzünde yaşamı koruyacak biçimde eşgüdüm içindedir. Bu süreç yarı amaç-yönelimlidir, ya da en azından öyle görünüyor. Dirimküre, tıpkı metabolizma dengesini koruma yetisine sahip bir canlı organizma gibi davranır.

Lovelock, yaşamın yeryüzünde meydana gelişini, yerküreyi saran havaküreyi ve bugünkü dengedeki durumuna nasıl gelmiş olabileceğini, 'kendi uydurduğu' bir öyküyle anlatır. (Aynı işe kalkışan başka pek çok bilim adamı oldu; onlar daha çok anlatının belirli bir yerine eğildi, öyküyü bütünüyle anlatmaya çabalayan ancak birkaç kişi çıktı.) Lovelock'un savlarının tamamı üzerinde durmamıza gerek yok; ama, Gaia dizgesinin kendi kendini nasıl düzenlediğini gösteren birkaç örnek, öğretici olabilir.

Her ne kadar deniz suyunda yaşayan çok sayıda canlı organizma varsa da, yüksek tuzluluk, yaşam için elverişli değildir. Ama tuzu deniz suyundan çekip ayıran, lagünlerdir. Dışarıyla bağlantısı kesik deniz suyu kitlelerinde (/lagünlerde) kuraklığın yol açtığı buharlaşma, tuzun çökelerek ayrılmasına ve kat kat tuz yataklarının oluşmasına neden olur. Bu tür lagünlere kıta kıyılarında pek çok yerde rastlanır. Ayrıca, (Cheshire ya da Silezya tuz yatakları gibi) bu tür fosil tuz yatakları iyi bilinmektedir (ve ticari açıdan önemlidir). Evaporit lagünlerinin var olabilmesi için kalsiyum karbonat engelleri, başka bir deyişle 'kıyı dilleri' gereklidir. Dirim bulunmadığında, kalsiyum karbonat deniz tabanına rasgele, dağınık çökelecektir. Ama, kıyı setleri oluşturan organizmaların var olması durumunda (örneğin ta Prekambriyen denli uzak geçmişte bulunan kireçtaşı stromatolitleri), kıyıdan açıkta setlerle kara arasında, buharlaşmanın ve tuz çökelmesinin meydana gelebileceği lagünler oluşacaktır (Lovelock, 1988: 110-11).

Günümüzün mercan resiflerinden konuya ilişkin bir örneği, Lovelock saptamış bulunuyor (*a.g.y.*: 124-5). Anlaşılıyor ki, mercan organizmalarının salgıladığı yağlı bir madde yakın çevrede, denizin üstünü tek molekül kalınlığında kaplayan bir tabaka oluşturuyor. Bu yağ tabakası suyun yüzey gerilimini artıyor ve dalgaların davranışını, resiflere az zarar verecek biçimde, değiştiriyor.

Böyle örnekler (hiç değilse ikincisi) doğal seçilimin olağan süreçleriyle de açıklanabilir; ama, hepsi birlikte ele alınıp dirimküreye kendi kendini onarabilen ve dengede tutma özelliği bulunan bir varlık gözüyle bakıldığında, bu tür süreçlerden oluşan bütüne Gaia adını vermek akla aykırı gelmiyor.[20]

Gaia'nın, tabla tektoniğinin büyük süreçleriyle dikkate değer bir biçimde bağlantılı olduğuna ilişkin kimi imalar görüldü yazında. Örneğin Anderson (1984), canlı organizmaların ilksel havaküreden karbondioksiti çekip alarak, kireçtaşında bağladığını ileri sürdü. Bu durumda, (karbon dioksitin bir 'sera gazı' olması nedeniyle) yeryüzeyi sıcaklığı, ve hatta belki üst mantonun sıcaklığı düşmüş olacaktı. Sonra, mantoda bazalt/eklojit evre geçiş sınırı yukarılara çıkmış ve mantoda tabla tektoniği çevrim süreci başlatılmış olabilirdi.[21] Bir başka olasılık da şuydu: Mikro-organizmalarca öylesine bol kireçtaşı yığılabilirdi ki; bu yığılma yertekne oluşum süreçlerini başlatmış olabilirdi. Tekneleşme olayı da, XI. Bölüm'de sözü edildiği gibi, mantodaki büyük konveksiyon devinimlerini tetiklerdi.

Benzer bir çizgi izleyen Westbroek (1988), -yalnızca bir ön kurgulama olsa da- yerküre üzerinde dirim olmaksızın tabla tektoniği olamayacağından söz etti. Mars'ın yüzeyindeki kurumuş akarsu yataklarının inandırıcı biçimde kanıtladığı üzere, bu 'ölü' gezegende bir zamanlar sıvı su vardı. Eğer yaşam Mars'ın yüzeyinde başlasaydı, o da kendi kendini düzenleyici bir fiziksel/organik dizge durumuna gelebilirdi; bu durumda, önceki sular yok olmaktan korunabilirdi. Yaşamın ilk başlangıcı, açıkça bir rastlantı işi. Gerçekleştiği yer yerküredir; ama, Mars değil anla-

şıldığı kadarıyla... Diyelim ki, dirim yerküre üzerinde başlamamış olsun. O zaman günümüzde okyanuslar olmayabilirdi; öyle olunca da, tabla tektoniğine bağlı devinimler olmayabilirdi.

Bu varsayımı yerbilimcilerden pek az benimseyen oldu. Öyle ya, mantodaki konveksiyon akımı için gerekli enerji ışınetkinliğinden sağlanıyorsa, dirimküre olmuş ya da olmamış, sonucu etkilemesi düşünülemezdi. Öte yandan, canlı organizmalar sayesinde yerküre üzerinde alıkonabilmiş suyun olmaması durumunda, kıtaların yüzeyindeki eşitsizliklerin ve yeraltındaki manto içi devinimlerin dıştaki belirtilerinin ortaya çıktığı okyanusların da olmayacağı ileri sürülebilirdi.

Bunca karmaşıklık ve büyüklükteki sorunları karara bağlayacak denli donanımlı değilim. Bununla birlikte, tabla tektoniği ve dirimküre süreçlerinin bağlantılı olduğu kanısındayım. Bu iki süreçten hangisinin tavuk, hangisinin yumurta olduğu ise iyi bir soru. Garrels ve çalışma arkadaşlarının bize öğrettiği gibi, alçıtaşı, kireçtaşı vb. havuzları arasında birinden öbürüne salınımların arkasındaki itici güç, tablaların hantal devinimleri midir? Garrels'in kendisi (Westbroek, 1991: 97) yerküreyi sarkaçlı bir koskoca dolap saatine benzetiyordu. Saatte bir dişli vardı ki, diğer bütün dişliler devinimi ondan alıyorlardı.[22] İyi de, bu büyük dişli hangisiydi?

Bilinen tabla tektoniği modelinde, 'büyük dişli' ya da daha doğrusu dişliyi döndüren 'buhar kazanı'; yerkürenin içindeki konveksiyon akıntılarını meydana getiren, ışınetkinliğinden kaynaklanan ısıdır. Dirimin aracılık ettiği havuzlar arası alışverişlerse, büyük dişlinin devinimine karşılık dengeyi koruyan tepkilerden başka birşey değil. Saatin ön yüzünü görüyoruz; ama, yerkürenin mantosunun içindeki dişliyi görmüyoruz; ya da, depremölçerlerin 'titreşimleri' ve çapraşık matematik sayesinde elde edebildiğimiz kadarıyla, görüntüde belirsizlik var. (Buna karşılık, kireç ve silis biriktiren organizma yığınlarının denizlerdeki varlığı, uydu fotoğrafları sayesinde gerçekten görülebiliyor.)

Ama, eğer Westbroek'in kurgusu doğru ise, dirimkürenin oluşumuna dek hiçbir denge sağlayıcı dişli bulunmamış olabilirdi. Sonuçta, yerküreyi bugünkü durumuyla yerküre yapan yaşamın kök bulmasıdır. Bizler, uyum sağlamaya çalıştığımız bir gezegenin yalnızca oturanları değiliz. Yaşama etkinliğidir gezegeni gerçek anlamda inşa eden. Eğer dirim olmasaydı, gezegen ta derinliklerinde bile, şimdi davrandığından başka davranacaktı. Bununla birlikte, yerküre üstünde yaşamın kök buluşuna, doğrusu hâlâ bir 'kaza' gözüyle bakılabilir.

Buna göre, yerküre üstüne görüşlerde ikiye bölünmeyle karşılaşmış bulunuyoruz. Kimi dinbilimciler, özellikle Birmingham Piskoposu Hugh Montefiore (1985), Lovelock'un çalışmalarında dinbilimsel bir anlam arayışı içinde oldu. Lovelock'un çalışmaları, aynı zamanda, Avustralyalı seçkin dirimbilimci ve din konuları yazarı Charles Birch'in, örneğin *On Purpose* (1990) adlı kitabındaki düşüncelerle de bağdaşıyor. Birch'e göre, kendi kendini dengelemeyi sağlayan geri iletim sürecinin kendisi, bir tanrısal belirtidir. Ya da tercihan, bizatihi kendisi kutsaldır ve bundan dolayı tapınılmaya değerdir. Bu dinbilimsel yaklaşıma, (evrendeki her zerreyi kutsal sayan panteizmden ayırmak üzere) 'panenteizm' deniyor.

Lovelock, çizdiği doğa resminin dinsel anlamlar taşıdığı görüşünü kabul etmemiştir. Şöyle yazar (Lovelock, 1988: 205): 'Evrenin, yaşam ve Gaia'nın doğuşunu kaçınılmaz kılan niteliklere sahip olduğu düşüncesi bana yetiyor. Ama, belli bir amaçla yaratıldığı savına karşı çıkıyorum.' 'Amaç' sözcüğü, doğrusu Hıristiyan dinbiliminin başlangıcından bu yana anahtar sözcük (ya da savsöz?) olagelmiştir ve dinin Musevi ve Grek köklerine değin gider. Lovelock yaratılışta hiçbir amaç göremez; ben de öyle... Ama, böylesi bir düzenekte güzellik olabilir, geçmişte de olmuştur görüşünü paylaşıyoruz. Benzer biçimde, onun insanı yüreklendiren şu inancını da paylaşıyorum: Yerküreyi, yaşama etkinliği için 'rahat' bir yer durumuna getiren, ne denli küçük ve önemsiz olurlarsa olsunlar, kendileri ayakta kalabilen orga-

nizmaların etkinlikleridir. Dolayısıyla, Darwin'in görüşünde sevindirici bir olumlu yan bulunabilir; öteki yanında istediği kadar, daha çok bilinen 'dişle tırnakla boğuşan doğa' olursa olsun...

Oysa, Gaia'nın ortaya çıkışının kaçınılmaz olduğu düşüncesinden o denli hoşnut değilim. Yaşamın başlangıcı ne denli kaçınılmazlaştıysa, Gaia'nın doğuşu da ancak o denli kaçınılmazlaşabilir ve bu bana geçersiz bir varsayım gibi görünüyor. Üstelik, Westbroek'in (1991: 213) parmak bastığı gibi, Garrels'in bilimsel çalışmalarıyla Lovelock'ınkiler arasında önemli bir ayrım var. Garrels'in kuramları deneye ve gözleme dayanmaktadır, karbon ve kükürt çevrimlerinin bağlantılılığını gösteren izotop verileriyle sınanmıştır.[23] Lovelock'ın ayrıldığı noktada, bir fikir var: Sıradan canlı organizmalarla, canlı bir varlık olarak alınan yerküre arasında kurduğu benzerlik. Gaia Varsayımı'nın nasıl sınanabileceğinde açıklık bulunmamaktadır ve de eğer sınanamaz ise, bilimselliği kuşku götürecektir.

Westbroek (*a.g.y.*: 216) Garrels'in modelini, yerden havalanamayan bir model olarak nitelemiştir. Model, belki de bütünün yalnızca bir bölümünü görmektedir. Buna karşılık, Lovelock'ın insanı bayıltan güzellikteki bütüncül kavramları deney ve gözlem yoluyla sınanamadıkları için, 'yukarılarda dönüp durmakta ve bir türlü yere konamamaktadırlar.' Bu iki yaklaşımdan bir bireşime ulaşıldığını görmek hoş olurdu. Ne var ki, bu bir başka kitaba konu olabilir. Elinizdeki metnin ilgi alanı, insanların (yerbilimcilerin ve doğa felsefecilerinin) yerküre üstüne düşünme biçimlerinin tarihidir; yoksa, varoluşun nihai anlamı, yaşamın başlangıcı ya da bilimin geleceği değil... Bununla birlikte, büyük metafizik sorunları ortaya atan, geçmişte olduğu ve kuşkusuz gelecekte de olacağı gibi, bir kez daha yerbilim olmuştur.

Yerbilimcilerin yerküreye ilişkin düşünme biçimlerini ana çizgileriyle veren (aynı zamanda dinbilimsel önemi de varmış gibi görünen) bu tarih özetini, bir başka dev soruna değinme-

den sona erdiremeyiz: Yerkürenin kökeni sorunudur bu. Konu daha çok gökbilim ve evrenbilim/evrendoğum alanında kaldığı için, yaptığımız incelemede yeri yokmuş gibi gelebilir. Gerçekten de, anımsanacağı üzere *Principles of Geology* (Lyell, 1830-3) adlı yapıtının tarihsel önemdeki girişinde, Lyell şunu savlıyordu: Ne zaman evrenbilim yerbilimin çalışma alanının dışına çıkarılırsa, ancak o zaman yerküre araştırmaları alabildiğine kurgusal ya da metafizik olmaktan çıkıp adına denk düşen niteliğine kavuşarak bilim alanına katılabilir. Yine de evrendoğum sorunları kimi yerbilimcilerin, on dokuzuncu yüzyılda bile, çok ilgisini çekti. Ve yakın yıllarda, deneysel yerbilim ve yerkimyası, yerkürenin kökeni ve genelde evrendoğum konularını aydınlatmaya başladı. Dolayısıyla, böylesi dev sorunlara ilişkin birşeyler söylemeden sözü bitiremeyiz.

On sekizinci yüzyılda, yerkürenin kökenine ilişkin geniş kapsamlı iki kuram geliştirildi. Buffon'un (1749) geliştirdiği birinci kuram, yerküre ve öteki gezegenlerin, Güneş ile bir kuyruklu yıldızın çarpışması sonucu doğduğu düşüncesi üzerine kuruluydu. Bu yıkımcıl çarpışma, sorguç biçiminde bir madde yayılmasına yol açmıştı. Saçılan madde, belirli sayıdaki gezegen ve bunların uydularını oluşturmak üzere yoğunlaşmıştı.

Genellikle bulutsu varsayımı denilen ikinci kuramı, Prusyalı filozof Immanuel Kant (1724-1804) 1755 yılında; Fransız matematikçi, gökbilimci ve filozof Pierre-Simon Laplace (1749-1827) 1796 yılında, birbirlerinden bağımsız olarak ortaya attılar. Newtoncu evrensel yerçekimi fikri ile Thomas Wright'ın Saman Yolu'nun yıldızlar yığını olduğu fikrine dayanan Kant'ın kuramı, o gün için pek etkili olamadı; çünkü, kuramını açıklayan kitapların büyük çoğunluğu bir yangında yok oldu. Kuram, 'zamanın başlangıcında' uzaya eşit dağılmamış, oluşma durumundaki ilk madde düşüncesinden yola çıkıyordu. Buna göre madde, çekim gücünün etkisi altında toplaşmaya başlıyordu; dışa doğru etki alanı boyunca güneşler, gezegenler ve uydular oluştukça daha bir düzene giriyordu.[24] Ama Kant'ın kitabının

günümüz çevirmeni S. L. Jaki'nin (Kant, 1981) belirttiği gibi, dizgede devinimin niçin dairesel olması gerektiğinin nedeni yeterince açıklanmamıştı. Başka bir deyişle, açısal moment nereden çıkmıştı ortaya?

Laplace bulutsu (/nebula) varsayımını ortaya atarken, bir yandan Sir William Herschel'in (1738-1822) teleskopla yaptığı, o dönem için yeni sayılan bulutsu gözlemlerinden; bir yandan da, üstünde derin derin düşündüğü Satürn'ün halkalarından esinlenmişti. Başlangıçta dönmekte olan (kökenini açıklayamadığı) koskocaman gazımsı madde bulutunun ortasında bir güneş bulunduğunu varsayıyordu Laplace. Isı yitirerek soğudukça büzüldüğü varsayılan küre, açısal momentin sakımı ilkesince, ister istemez daha hızlı dönecekti. Sonunda, halkanın en dışı o denli hızlanacaktı ki, dönmekte olan buluttan kopup ayrılacaktı; tıpkı hızla dönen bir tekerin çamur fırlatması gibi... Böylece, dışta Satürn'ün en dış halkası benzeri dönen halkası, merkezinde güneşiyle dönen bir bulut olacaktı. Süreç yinelenebilecekti, böylece ikinci bir halka oluşacaktı; ve bu sürüp gidecekti. Her halkanın malzemesi -en zayıf yerinden ayrılarak- tek bir gazımsı madde yuvarı biçiminde topaklanacak ve daha fazla yoğunlaşma ve soğumanın sonucunda bir gezegen oluşturacaktı. Aynı sürecin ikinci kademede yinelenmesiyle de, gezegenlerin uyduları oluşabilirdi. Bu görüş uyarınca, yerküre bir kızgın gaz topu olarak doğmuş olmalı; sonra soğuyarak sıvı duruma geçmiş, ve sonra da şimdiki durumunu almıştır.

Bulutsu kuramının hayranları hâlâ var, on dokuzuncu yüzyıldaysa iyice gözdeydi; ama, öteden beri bilindiği üzere, başa çıkması gereken ciddi sorunları vardı. Güneş dizgesinin oluşma sürecinin bütününde, açısal moment korunumunun gerçekleşmesi beklenirdi. Başka bir deyişle, kökel dizgenin (/orijinal sistemin) açısal momenti, güneşin, bütün gezegenleri ve bunların uydularının açısal momentleri toplamına eşit olmalıydı.

Ama böyle olmadığı anlaşılıyor. Güneşin kütlesi, elbette yüksek; sahip olduğu açısal momentse yalnızca ekseni çevresinde

dönmesinden ileri geliyor. Gezegenler görece daha hafif; ama yörüngesel dolanım dolayısıyla açısal momentleri büyük. Şimdi diyelim ki, bir gezegenin oluşumunda Laplace'ın kurduğu işleyiş geçerlidir. Dönen gaz bulutundan (tekerin çamur atması gibi) kurtulan halka üzerinde yalnızca, kurtulmadan önce parçası olduğu 'bulutsu'nun -ilerde gezegen olacak- dış bölümünün momenti bulunmalıdır. Aynı durum daha sonra oluşacak gezegenler içinde geçerlidir. Oysa, dedik ya, gerçekte güneş dizgesinin hemen tüm açısal momenti (doğrusu yüzde 98 kadarı) gezegenlerin 'üzerindedir'. Güneşin ise, kütlesine göre çok yavaş döndüğü görünümü var. Bu, Laplace Modeli'ni can evinden vuracak bir itiraz gibi görünüyor.

Laplace döneminden bugüne dek, güneş dizgesinin oluşumuna ilişkin çok sayıda kuram önerildi;[25] ama bunlar daha çok gökbilim ya da evrendoğum alanlarına girdiği için burada çözümlemesine girişmeyeceğim. Gene de, yerbilimcilerin öne sürdüğü ve yerküreye ilişkin 'yerbilimsel' görüşlerin doğmasına yol açmış kimi kuramları ele alacağız. Burada baş köşeyi, Amerikalı ünlü yerbilimci T. C. Chamberlin'in (bkz. s. 276) Şikago'lu gökbilimci Forest R. Moulton'la birlikte (1900, 1905) geliştirdiği 'gezegenimsi' (/güneşten kopma) kuramına vermek gerekir. Yaşadığı dönemde Chamberlin, yerbilimde Amerika'nın en etkili 'kuvveti' sayılıyordu.

Chamberlin, güneşten kopma kuramını geliştirmekle, yerküreye ilişkin görüşlerin üstüne oturacağı bir ana temel kurmak ve sonra kıtaların, denizlerin ve sıradağların dağılımına kendi kuramı ve genel fizik ilkeleri ışığında anlam kazandırmak amacını güttü. Chamberlin 1900 yılında sunduğu bir bildiride (Chamberlin, 1900), R. D. Salisbury ile hazırladığı metinde (Chamberlin ve Salisbury, 1906) ve ardından *The Origin of the Earth* (Chamberlin, 1916) adlı kitabında, Laplace kuramının sağlam yerini bırakmazken, savlarını (Laplace'ın doğal olarak hiç bilmediği) devimsel (/kinetik) gaz kuramı yanında açısal momente ilişkin sorunlara dayandırdı. Chamberlin ayrıca, en yeni bulutsu fotoğraf-

ları ile Mount Wilson, Lick ve Yerkes Gözlemevleri'nden izlenen 'güneş yüzeyindeki gaz püskürmeleri'nden yararlandı.

Güneşin zaman zaman olağanüstü sıcaklıkta yığınla maddeyi içinden attığı görülür. Chamberlin ve Moulton, geçmişte bunların çok büyük ölçeklilerinin olmuş bulunabileceğini ve bir keresinde atılan malzemenin, güneşin yakınından geçen bir yıldızın çekiminine kapılarak -yıldıza çarpmadan ve yıldız ikilisi oluşturmadan- dışa doğru sürüklenmiş olabileceğini varsaydı. Sürüklenen malzemenin (Chamberlin'in deyimiyle 'budaklar [İng.: knots]') soğudukça sıkışmasıyla, küçük katı cisimler ortaya çıkmış olabilirdi. Bu cisimlere, 'gezegenimsiler' adı verildi. Güneş çevresindeki yörüngede dolanımlarını, yakınlardan geçen o yıldızın çekimi sonucu elde etmiş olabileceklerinden ötürü böyle adlandırıldılar. Güneşten kopanlar (minik gezegenler), Güneş çevresinde düzenli dolanımlarıyla, rasgele devinim durumundaki gök taşlarından ayrıydılar. Ve çok sayıda elips biçimli değişik yörünge bulunduğuna göre, çokça çarpışma olacaktı. Gezegenimsilerin, dıştan eklenmeyle büyüdükleri varsayılıyordu böylece.

Chamberlin (1916: 117, 125, 128,131), evrenin başka yerlerinde de güneş dizgelerinin oluşumuna yol açan süreçlerin meydana gelmekte olduğunu anıştıran bulutsu fotoğrafları üretti. Özellikle, sarmal bulutsuların kollarında görülebiliyor gibiydi 'budaklar'. Dolayısıyla kuram, bir ölçüde 'geçmişte olanların anahtarı bugündedir' özdeyişinden destek sağlamış görünüyordu.

Chamberlin'in evrenbilim/evrendoğum alanlarındaki girişimleri gökbilimcilere ilginç görünüyordu; ama, yerbilimcilerce büyük ölçüde görmezden gelindi. Yerbilimciler, kendi konularının kuramsal bakımdan gerçekten o denli geri gitmeyi gerektirdiği kanısında değillerdi. Zorluklardan yılmayan ve yerkürenin kökenine ilişkin bir temel kuram ürettiği inancını taşıyan Chamberlin daha sonra yerkürenin temel yapısının, kıtalar ve denizlerin dağılımının ve dağların oluşumunun kendi kuramına göre nasıl anlaşılabileceğini sergilemeye girişti. Buradan sonrası, kitabın başlarında ele aldığımız izlekler (/temalar) zaten.

Gezegenimsiler (/güneşten kopanlar), varsayıma göre, 'bulutsunun yerküre-budağına daldılar' (Chamberlin, 1916: 159). Bir havaküre oluştu ve sular yüzeydeki boşluklarda toplandı. 'Budak'taki malzeme ile gezegenimsiler arasında etkileşim sonucu, kimi madde -örneğin metaller ve metal oksitler ile temel silikatlar- toplaşarak daha koyu duruma geldi ve henüz gelişiminin başlangıcındaki yerkürenin merkezine doğru yol aldı. Havaküre, kısmen, kökel 'budakta' bulunup da yerkürenin içinde sıkışıp kalan azot ve oksijen[26] gibi elementlerin yanardağ etkinliği sonucu boşalmasıyla oluşurken, bir yandan da kimi gezegenimsilerden havaküreye gaz madde katkısı olmuş olabilirdi. Okyanuslar da benzer süreçler yoluyla, su moleküllerinden oluşmuşlardı belki. Buradan sonrası, taşküre, suküre ve havaküre arasında geçen sürekli etkileşim ve 'rekabetçi savaşım'dı diye düşündü Chamberlin. Bu 'bitmek bilmeyen savaşım', 'yer tarihinin tam özüydü' (*a.g.y.*: 169).[27]

'Savaşım'ın gidişini iki ana etmen biçimlendirdi: Yerçekimi ve dönme olgusu. 'Yerküre budağı'nın kesip geçtiği gezegenimsi bölgeleri (ya da eklendikçe büyüyen yerküre çekirdeği) varsayıma göre eşit dağılımlı olmadıkları için, yerkürenin dönüşü ille de biteviye olmak zorunda değildi başlangıçta. Dönüş hızındaki değişmeler, elbette, yerkürenin yapısında yamulmalara neden olacaktı. Chamberlin, bu yapı bozukluklarının, o sıralar bazı kuramcılarca tartışılan, (VIII. Bölüm'de gördüğümüz) yerküre tarihindeki 'iniş-çıkışlarla' ilgisi bulunabileceğini düşünüyordu (*a.g.y.*: 175).

Şimdi Chamberlin'le birlikte, varsayalım ki, tarihinin başlangıç döneminde yerkürenin dönüş hızı, zaman zaman azalıp zaman zaman çoğalıyordu. Çoğaldığında, ekvator bölgeleri dışa 'taşma' ve gerilme eğiliminde olurken, kutup bölgeleri basılma ve sıkışmaya uğrayacaklardı. Dönüş hızının azalması durumunda, yukarıdakilerin tersi etkiler meydana gelecekti. Kutuplarla ekvator arasında bazı enlemlerde, (Chamberlin'in kestirimine göre 30° kuzey ve 30° güney dolaylarında) etkiler en az düzey-

de olacaktı. Buralar, onun deyimiyle, kaldıracın 'dayanak bölgeleri'ydi.

İyi bilindiği üzere, soğuyan bazaltta meydana gelen gerilimler, Kuzey İrlanda'da Giant's Causeway'de (Dev Geçidi'nde) görülenlere benzer, altıgen çatlamalara yol açar. Bu tür çatlamalar, kayadaki gerilimin en az kırılmayla boşalmasını sağlar. Chamberlin de, aynı düşünceden yola çıkarak, dönüş hızında meydana gelen değişmelerin neden olduğu kutuplardaki gerilimlerin dev çatlaklara yol açacağını, ve bunların tıpkı üç bazalt sütununun buluşma noktasında oluşturduğuna benzer, birbirleri ile 120°'lik açı yapacaklarını ileri sürdü. Buna göre, Kutuplardan 'dayanak bölgeleri'ne doğru uzanan üç 'çatlak dizgesi' bulunması beklenebilirdi.

Öyleyse, Güney Kutbu'ndan 30°G dayanak enlemine doğru kesesiye uzanan, üç çatlak dizgesi olduğunu varsayalım. Bu işlem güney yarıküreyi, tepe noktaları kutupta tabanları 30°G enleminde olmak üzere, üç büyük üçgene ayırır. Ardından Chamberlin üç üçgenin varlığını daha düşledi: Bunların tabanları 30°G enleminde, tepe noktaları 30°K enlemindeydi; bu tepe noktaları, kenarları kuzey kutbunda son bulan, karşılık gelen üç üçgen daha tanımlıyordu. Bu durumda, 30°K ve 30°G enlemleri arasındaki ekvator kuşağında, altı üçgenden oluşan bir dizge bulunacaktı; testere ağzı benzeri, üçünün tepeleri güneye, üçünün tepeleri kuzeye bakan altı üçgen... Chamberlin'in varsayımına göre, yerkürenin temel belirleyici yapısal çerçevesi böyleydi. Dikkat edilecek olursa, iki komşu ekvator kuşağı üçgeni, (30°K ile 30°G enlemleri arasında uzanan) bir eğik kenarlı dörtgen oluşturuyordu.

Bu çatlak dizgelerinin yerkürenin derinliklerine indiği ve dolayısıyla yerkürenin daha sonraki tüm gelişimini yönlendirdiği varsayılıyordu. Onlar, 'biçimleyici etkenlerin, dizgesel ve rastlantısal gelişmeleri üzerinde başlatacakları ilkel çerçeveyi' sağlıyorlardı (*a.g.y.*: 200). Bu gelişmelerin içinde, güneşten kopmuş yeni malzemenin yerküreye eklenmesi de vardı. Daha öte

varsayılıyordu ki, kökel yerkürenin güney yarıküresinde, rastlantı sonucu, yoğun madde miktarı daha çoktu; dolayısıyla, yerkürenin genel düzeyi daha alçaktı. Bunun sonucu, güney yarıkürenin büyük bölümü denizlerle kaplıydı ve tüm yeryuvar yapısını belirleyen, bu yarıkürenin yapısıydı. Chamberlin bu yoldan, bir büyük yerküre kuramı geliştirmek çabasındaydı. İlkelce de olsa, ekvator bölgelerindeki arazi kuşaklarının niçin eğik uzanımlı olduğunu açıklıyordu hiç değilse; çünkü, modeli ekvator bölgesinde eğik uzanımlı çatlak kuşakları içeriyordu. Bu kuşaklar birbiriyle eşleştirildiğinde, koşutkenarlı kıtasal bloklar oluşturuyorlardı. Kuram bütünüyle kurgusaldı ve açıklayıcı çizgeler pek inandırıcı değildi.[28] Bu kuramla bir yere varabilmek için, Chamberlin sayısız *duruma özel* varsayım oluşturmak zorundaydı (örneğin, Alaska bölgesi oldukça yeni bir gelişim olduğundan, yeryuvarının ilksel yapısınca belirlenmemesi rastlantısı gibi). Aslında, bu varsayım, Chamberlin'in yapısal kuramını sergilediği bölümün özü olmak üzere benimsediği, 'ağaç yaşken eğilir' ilkesine de aykırıydı.

Şimdilerde iyice unutulmuş olmakla birlikte, Chamberlin'in kuramını biraz ayrıntılı anlattım; çünkü, gezegenimsiler fikri içinde, yerküreye ilişkin düşünceler arasında yeniden ilgi çekmeye başlayan bir öğretinin öncülerini buluyoruz. Yirminci yüzyıl ortalarında Batılı yerbilimcilerin çoğu başka konulara eğilirken, bazı Rus kuramcılar, gezegenimsiler varsayımının değişik bir biçimini geliştiriyorlardı. Gene de, biraz Kant'çı ya da Laplace'çı niteliği de olan bu varsayım, Chamberlin gökbiliminin karşı karşıya kaldığı kimi temel sorunlara eğilmek amacındaydı.[29] 1940 yılında, kuramcılar arasında Otto Yul'evich Shmidt (1891-1956) en başta geliyordu;[30] onu öğrencisi U. S. Safranov ve başkaları izledi. Kuramının özü, ilk kez 1944 yılında yayımlandı.

Güneş dizgesinin kökeni sorununu ele alırken, Shmidt (1958: 20[31]) hangi kuram olursa olsun açıklamadan geçemeyeceği konular bulunduğuna parmak bastı: Gezegenlerin yörüngeleri ni-

çin neredeyse daireseldi; niçin yaklaşık tek bir düzlem üzerinde bulunuyorlardı ve güneşin çevresinde tek bir yönde dönüyorlardı; ve niçin güneşe olan uzaklıkları bir sayısal örüntüye bağlı gibi görünüyordu (örneğin Bode Yasası[32]); niçin iki kümeye ayrılmışlardı (Merkür, Venüs, Dünya ve Mars bir yanda, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün öteki yanda); ve niçin tüm dizgenin açısal momentinin çoğu gezegenler üzerinde birikmişti de güneş üzerinde değil? Bu olguları açıklamak amacıyla Shmidt şu varsayımı ortaya attı: Güneş dizgesi, güneşin, toz, buz ve metan ya da karbon dioksit gibi gazlar ve başka maddelerden oluşan bir bulutsu içinden geçtiği sırada meydana gelmişti. Varsayıma göre, çeşitli parçacıkların birbiriyle çarpışmaları sonucu, hızları bir ortalamaya yaklaşmıştı. Başka bir deyişle, görece hızları azalmıştı. Ama, sünek (/elastik) olmayan çarpışmalar nedeniyle mekanik enerji yitimi olup, ısı açığa çıkmıştı; ve dönmekte olan bulutsu açısal momentini koruduğu için, toz bulutu yassılmaya başlamıştı. Yerçekiminin etkisi altında parçacıklar üst üste yığışmaya başlayınca, ilk asteroit (/küçük gezegen) boyutlu cisimler ve zamanla gezegenler oluşmuştu. Güneşe yakın gezegenler artık uçucu madde bulunmayacak kertede sıcaklığın etkisinde kalmışlarken, soğuk ve daha uzaktaki gezegenler gazkürelerini koruyabilmişlerdi. Shmidt'e göre, yerkürenin havaküresi ilksel değildi; fakat, daha sonra, içindeki gazların boşalmasıyla oluşmuştu. Shmidt (1958: 118), havakürenin oluşumunun ve yapısının, büyük ölçüde, canlı organizmaların etkinliklerinden ileri geldiği konusunda Vernadsky ile anlaşıyordu.

Université de Paris'te Yer Bilimleri Profesörü olan Claude Allègre (1992:110), Shmidt'in kuramını çok canlı bir biçimde betimledi: 'Gezegenlerin oluşumu, dev boyutlu kartopları arasındaki çarpışmaları andırır. Çarpışan topların kimileri geri zıplar, kimileri parçalanır, ya da birbirine yapışıp kalır; ama, sonunda yuvarlanıp koskocaman bir top -çevresindeki bütün kar taneciklerini toplamış bir gezegen-top- olurlar.' Unutmamak gerek ki, Shmidt'in bu 'kıpır kıpır' kuramı için, Laplace Mode-

li'nin başına dert olan açısal moment konusu sorun değildi.[33] Nasıl Güneş bir açısal momente sahipse, Shmidt'in kafasındaki ana bulutsunun kendisi de açısal momente sahipti. Dolayısıyla, bir güneş dizgesinin oluşumunun ardından, gezegenlerin momentlerinin güneşinkinden çok daha büyük olmaması için neden yoktu. Ayrıca, Shmidt hesaplamayla, gezegenlerin Güneş'e uzaklıklarını da bulmuştu ve bulduğu uzaklıklar, gözlemlerle birbirini iyi tutuyordu; hem Bode'nin gözleme dayalı genellemesinden de daha iyi... Öyleyse Shmidt'in kuramı, hem Chamberlin ve Moulton'un kuramına benziyordu bir yanıyla; hem de ondan ayrıydı. Bulutsusunu oluşturan parçacıklar, başlangıçta güneşin çevresinde dönmüyorlardı: 'Gezegenimsi' durumuna ancak zaman içinde geldiler.

Savaş koşullarında ve ardından soğuk savaş döneminde, Shmidt'in kuramı Batılı bilim insanlarının dikkatini çekmedi.[34] Ama, aydaki ilk araştırmalar sonrasında ve ona bağlı olarak aybilimin gelişimiyle, Shmidt'in kuramı ele alındı ve (günümüz yerbilim düşüncesinde önemli yer tutan) bilgisayar destekli modellemeler yardımıyla, geliştirildi. Ayın yüzeyinde, sürekli göktaşı çarpmalarına uğradığının kanıtlarını taşıyan, çiçek bozuğu gibi irili ufaklı çukurlar bulunduğu ve bu çukurların sıklığının, görünüşe bakılırsa -birim zamana düşen çarpma sayısı sabit kabul edildiğinde- söz konusu alanın yaşına ilişkin kabaca bir ölçü oluşturduğu anlaşıldı. Ama aydaki kayaların yaşı, ışınölçüm (/radyometri) yoluyla da belirlenebiliyordu; ve dik eksende çarpma çukurlarının yoğunluğu, yatay eksende gerçek yaş olmak üzere grafik çizildiğinde, ayın ilk oluşumundan bu yana göktaşı yağmuru hızının katlamalı olarak azaldığı görüntüsü ortaya çıkıyordu.

Bu bulguyu, kartopu benzeri büyüme üstüne kurulu Sovyet kuramıyla birleştiren kişi, Carnegie Institution Yerküre Manyetizması Bölümü'nden George Wetherill (1976) oldu; birleştirme, bu kat kat dıştan büyüme sürecini bilgisayarda modellemek amacındaki çok sayıda çabaya yol açtı. Bu modeller pek güzel

iş görüyorlardı ve ayrıca yerin derinliklerinin sıcak olma koşulunu da karşılıyorlardı; çünkü her çarpmayla büyük miktarda ısı açığa çıkmaktaydı. Ama, 'güneş dizgesinin kökü olan bulutsu', -Kant ve Laplace'ın aklından geçen türden bir varlığın soyundan; dev teleskoplarla görülebilen sayısız yıldızdan oluşmuş uçsuz bucaksız bir bulutsu değil- bu kurama göre, kendisi sıcaktı. Böylece, birden çok ısı kaynağı ortaya çıkıyordu: 'Güneş dizgesinin kökü olan bulutsu'nun ilksel ısısı, çarpmaların doğurduğu ısı, ışınetkinlikten kaynaklanan ısı, ve yoğunluk farkı nedeniyle mantonun silis yoksunu (/ultrabazik) malzemesinden, yerkürenin demir/nikel çekirdeğinin ayrımlaşmasının doğurabileceği ısı... (Ağır demir ile nikelin çekirdeğe doğru batmasıyla, yerkürenin dönme enerjisinde meydana gelecek azalma, ısı enerjisi biçiminde açığa çıkacaktı.) Öyleyse bu varsayıma göre, yerkürenin iç katmanları, oluşmalarının ardından daha yoğun olanın dibe batarak ayrılmasıyla ortaya çıkmışlardı; yoksa, değişik türde malzemenin sırayla dıştan kat kat eklenmesiyle değil...

Böylesi düşüncelerin biçimlenmesinde, yakın zamanlarda göktaşları -özellikle kumlu göktaşları- konusunda yapılan araştırmaların büyük etkisi oldu. Yeryüzüne bir tür 'kozmik tortul' gibi yağan bu kumlu göktaşlarının, bulutsu malzemeden yapılandığı sanılıyor. Kumlu göktaşları, çoğunlukla peridotit ve/veya demir ve nikelden oluşan küçük kürecikler ile başlıca olivin ve piroksen katkılı ince taneli bağlayıcı içeriyorlar. Bu tür göktaşı malzemeleri, yerkürenin gövdesini meydana getirdiğine inanılan ana maddelerin kaynağı olmuş olabilecek, inandırıcı adaylar. İlginç olan, her bir küreciğin kendi içinde yoğunluk ayrımına göre, çekirdeği demirden dışı peridotitten oluşan katmanlaşma göstermesi -yerküre benzeri mikrodünyalar...

Shmidt'in, yerkürenin gövdesinin kökeni ve daha sonra yoğunluk farkıyla katmanlara ayrılmasına ilişkin kuramı güncelleştirilmiş biçimiyle, kimilerince tabla tektoniği öğretileriyle uyumlu bulunuyor. Kuramsal modellemeye göre, yerkürenin

derinlerinde, tabla tektoniği kuramının gerektirdiği yavaş konveksiyon akıntılarına olanak vermeye yetecek ısı var. Okyanusların ve havakürenin, başlangıç aşamasında, mantodan gaz boşalması sonucu oluştuğu varsayılıyor. Okyanusları dengeli durumuna kavuşturan, (belki) dirim etkinliği oldu; ve ilk havakürevi bugünkü oksijen içeren durumuna getiren de (neredeyse kesinlikle) dirim etkinliğiydi.

Yeryüzüne dışardan çarpmalara gelince, bunlar kuramla tümden bağdaşır durumda. İyi bilindiği üzere, bugün çoğu yerbilimciler yerkürenin başından, yerbilimsel tarih boyunca zaman zaman uzaydan gelen büyük cisimlerin neden olduğu kütlesel çarpışmalar geçmiş olabileceğine inanıyorlar (Albritton, 1989; Huggett, 1989; Ager, 1993; Glen, 1994). Tabakabilim kütüğüne göre kanıtlanan kimi büyük yokoluşlara, -en çarpıcı olanı dinozorların[35] yokoluşuna- bu çarpmalar neden olmuş olabilir. Ama bu öykü de bir başka kitabın konusu.[36] Burada anlattığımız kadarı, yolun bundan sonrası için bize yeter, büyük olasılıkla.

XIII. Bölüm

Sonsöz Yerine Bazı Düşünceler

İnsan Düşüncesinde Yerküre önce yerküre üstüne düşüncelerin kanıt aranmaksızın kabul edildiği, söylence üreten kültürler diyarından başladı. Kanıt aramayı gereksiz sayacak denli güven duygusunu, toplumun ürettiği masal ve söylenceler pekiştiriyordu. Aslında, 'yeryüzüne ilişkin düşünceler' söylence merceğinden geçerken ister istemez kırılmaya uğruyorlardı.[1] Eğer insan bu düşüncelerin, dünyada o sırada olup bitene ya da geçmişte gerçekten olmuş olanlara 'uyarlığını' önemsemiyorsa, pekâlâ yeterli bulabilirdi bunları kuşkusuz. Bu düşünceler, bir kültüre (kendine özgü masal ve söylenceleriyle) kimlik duygusu kazandırarak, toplumsal bir amaca hizmet edebilirlerdi ve dünyayı, özellikle erinç kaynağı ya da yaşanabilir bir yer yapmaya yaramasalar da, kavranabilir bir yer yapmaya yardımcı olabilir-

lerdi: Tıpkı Babil'in dev tanrı Marduk üstüne söylenceleri gibi... Yerbilimin bize sunduğu çağcıl yerküre anlatısında, Feyerabend'in (1970) bizi inandırabileceği gibi bir söylence yanı mı var; yoksa, bu söylence yanı düşünce dizgesinin dışına itilmiş midir?

Bu tür sorularla karşılaşan kişi, kolayca bilimci havalarına girebilir ve en son bilimsel araştırma sonuçlarının en iyi, en iyininse doğru olduğunu savunabilir. Ama, bu kitapta anlatılanlardan açık seçik görüleceği gibi, yerküre üstüne düşünceler, on yedinci ve on sekizinci yüzyılda yerbilimin emeklemeye başladığı zamanlardan bu yana durmadan değişiyor. Doğrusu, ilgili bilim dalının kurulmasından bu yana daha da büyük bir hızla değişime uğruyor. Öyleyse, bilim tarihinin bize öğreteceği bir tek şey varsa o da, en son ortaya atılmış fikirlerin, dünyada olan bitenle örtüşmek açısından değerlendirildiğinde, doğru çıkmayabileceği olmalıdır. Ama bu düşünce de bizi hızla, bilim felsefesinde görecelik batağı yönüne alıp götürür. Feyerabend bayılırdı buna...[2]

İnsanların çoğunun, ne denli iyi niyetli olurlarsa olsunlar, kitaplarda okuduklarının ya da okullarda ve üniversitelerde kendilerine öğretilenlerin, bilgiye dayalı bir eleştirel değerlendirmesini yapamadıklarını göz önünde bulundurduğumuzda, yukarıdaki türden düşünceler pekişmektedir. Ve, bilimsel araştırma alanında çaba göstereduran küçük azınlık, genel kabul görmüş benzetmeliklere ilişkin değerlendirmelerde bulunacak denli bilgi sahibi olduklarında, toplumca güçlü biçimde eritilmiş ya da toplumsal zorunluk bağlarıyla tutsak edilmiş olurlar ki, büyük kuramsal konularda bağımsız düşünmek onlar için gerçekten artık zorlaşır. Bunun böyle olduğunu anlamak için, herhangi bir bilim dalının tarihinine bakmak yeter, yerbilim de içinde. Öyleyse, acaba PhD unvanı verdiğimiz en üstün kişilerin bilgileri, bazı masalsı nitelikler mi taşımaktadır? Her bilim insanının, doğruluğuna güvenerek kabul etmek durumunda bulunduğu böyle bir birikim var. Köyünün söylencelerine ilişkin yersiz sorular soran (söylence kişi?) Tanna'lı çocuk gibi, temel inançları sorgularsa aptal durumuna düşebilir belki ya da alaya alınabilir

o da. Feyerabend'e göre, bilimde (ya da daha özgülcesi deneycilikte) söylence üreten kültürlerdekine çok uzak düşmeyen, söylence benzeri nitelikler vardı.

Söylenceler, çoğunlukla nesnelere kişi nitelikleri yakıştırma yolunu tutarlar; benzeşimlerden (/analojilerden), eğretileme (/metafor) ve benzetmelerden yararlanırlar; kullandıkları dil hemen her zaman simgeseldir. Bu eğretileme/simge yüklü dil, sonuçta ortaya çıkan düşünceyi ister istemez biçimlendirir. Peki aynı durum, yerküreye ilişkin çağcıl fikirler için de geçerli mi? Yerküre üstüne çağcıl kuramların, eğretileme yüklü bir dil kullandıklarına kuşku yok. Bunun yalın bir örneği olan 'tabla' kavramı üzerinde kısaca duralım. Bu, 'gökdelen' örneğinde olduğu gibi, yalnızca bir 'ölü eğretileme' mi acaba? (Bu sözcükle neyi kastettiğimizi pekâlâ biliyoruz; ve salt bu denli sık kullanıyoruz diye çağcıl kentlerde yapıların, sözcüğün düz anlamıyla gökyüzünü 'deldiği'ni düşünecek değiliz.)

Öyle sanıyorum ki, 'tabla' sözcüğü hiç değilse yerbilimciler açısından, bir bakıma 'gökdelen' ile aynı konumda; ölü (ya da neredeyse ölü) bir eğretileme sayılabiliriz onu. Yerbilimciler tablaların ne olduğunu, neredeyse bir kent insanının gökdelenin ne olduğunu bildiğince iyi biliyorlar (ya da bildiklerini sanıyorlar). Tablalar, yerden ve havadan yapılan harita çalışmalarına, batimetri ve magnetometri ölçmelerine, sismik ve yerçekimi araştırmalarının sonuçlarına bakarak tanımlanıyor ya da 'gözleniyor'. Günümüz yerbilimcilerinin hemen tümü açısından tablalar gerçek nesnelerdir; bir eğretilemenin benzetileni değil; gökdelenler denli gerçektirler. Ama gerçekliklerini Hacking'in (1983) çok beğendiği sınama yöntemi ile ortaya koyma olanağı yoktur: Onları, bir televizyon lambasında elektronların 'püskürtülmesi' gibi oraya buraya çekemeyiz. Gökdelenler gibi inşa edilemez ya da göçertilemezler. O denli gerçek değillerdir.

Ayrıca bir sorun daha var. O da şu: Her ne kadar şu sıralar çok alıcısı bulunmasa da, piyasada hâlâ, büyüyen yerküre kuramı adıyla bir almaşık model olması... Bu kuramın önde gelen

yandaşı Warren Carey'e sorarsanız, tabla tektoniği kuramının başlıca yer süreçlerinden olan 'dalma' olayı, 'söylenceden başka birşey değildir'. Sanıyorum ki, çekirdeksel atıkların okyanus hendeğine bırakılabileceğini öneren, çekirdeksel güç sanayiinin ateşli yandaşları oldu. Bu hendeklerde dalma olayı meydana gelmekte bulunduğundan, tehlikeli maddeler kolaylıkla yerkürenin karnında sindirilmiş olurdu. Ama (diyelim ki, kuramsal açıdan, dalma hızı yapılmak istenen işe uygundur) kişi, tehlikeli maddeleri 'kuramsal bir nesnenin' içine bırakmak gibi riskleri göze almak isteyecek miydi? Paranızın tümünü böyle söylence konusu bir sürece yatırmak ister miydiniz?

Elbette, Carey dalma olayını söylence sayarken, bilimsel bir tartışma bağlamında sözcük oyununa başvuruyor; çünkü, kendisi bir ölçüde hâlâ -hiç kuşkusuz geçmişte de olduğu gibi- arkası kesilmeyen ve sözle ikna sanatının özgürce kullanıldığı bilimsel tartışmaların içinde bulunuyor. Salt Carey'in dalma olayını bir söylence sayması nedeniyle, dalma olayının meydana gelmediği anlamı çıkmaz. Belki de kısaca şöyle bir durum söz konusudur daha çok: Dalma olayını çürütebilecek kanıtlar artık görmezden gelindiği ya da kapı ardına süpürülüverdiği için, doğruluğu araştırılmaksızın kabul edilmektedir (bkz. s. 498). Eğer böyle ise, ciddi bir sorunla karşı karşıyayız; ama bu sorun, büyüyen yerküre kuramının savunucularından gelecek kışkırtıcı sorgulamayla düzeltilebilecektir ancak; ya da, tabla tektoniği kuramının başarısızlığa uğradığı durumlar -belki Easter Adası ile Güney Amerika kıyısı arasındaki uzaklık sorunu da içinde olmak üzere- bu kuramın ele aldığı olgularla yeterince baş etmek üzere ileri sürülmüş başka herhangi bir kuramın savunucularının sorgulamasıyla... Bilim topluluğu içinde tartışma yoluyla hesabı görülecek bir sorudur sözü edilen. Öyleyse, dalma olayının söylence konusu olmakla suçlanması, tabla tektoniği kuramının söylence ya da düş kurgusu olduğu anlamına gelmez. Anlambilim ya da güzel söz söyleme sanatı değildir konu olan, kara kütleleri arasında ölçülebilir uzaklıklardır.

Elimdeki kartları açmam gerekirse, bana göre bilimsel kuramların doğruluğu, tutarlılığı ve bağdaşıklığı ile ölçülmelidir. Benim için, bunlar doğruluğun belirtisi ya da göstergesidir; ve bilimin bir tür kendi kendini düzeltme sürecinden geçerek doğruya yaklaştığını düşünüyorum. Kuramsal boz-yap oyununun parçaları yerli yerine oturdu mu, o zaman çeşitli parçaların doğruyu söylediğine güvenebiliriz. Ama tabla tektoniğine gelince, bu konuda bir yargıya varmak için, bir yerbilimcinin görüşünü bir tarihçininkine yeğlerim. O zaman da elbette, yerbilimcinin, yerbilim tarihçisine göre tabla tektoniği benzetmeliğinden (/paradigmasından) daha güçlü bir biçimde etkilenmiş olacağı gibi bir sorun oluşuyor. Peki ne yapalım? Uzmanların görüşlerine güvenmek zorundayız; ve böylece yeniden bilgibilimin dönme dolabında dön-baba-dönelim... Bu noktada, en iyisi bırakayım okuyucuyu dönme dolabın keyfini çıkarsın ve ne düşünmek istediği konusunda kendi yargısını kendisi versin.

İnsan Düşüncesinde Yerküre'de, Lovelock'un Gaia varsayımını ele alırken, söylence sorununu bir başka biçimde ortaya koymuştuk. Yerküre üstüne insan düşüncesi öyküsünün çoğu, bireşim yapmanın önkoşulu olan çözümlemeyle ilgilidir. Yer kabuğunun gittikçe daha küçük bölgelerinin daha da ince ayrıntılı araştırmalarına eğiliyoruz: Diyelim ki, İsviçre'nin bir kantonunu ya da bir tek vadisini ele alıyoruz; ya da, bir ülkenin yerbilim haritasının belli bir paftasını... Belirli bir mineral ya da kayanın gittikçe daha ince ayrıntılara inen kimyasal çözümlemelerine erişebiliyoruz. Çok duyarlı bilimsel ölçme araçlarından yararlanıyoruz (kara kutuları içinde, nasıl çalıştıklarını kullananların ille de bilmeleri gerekmeyen). Şimdi Lovelock ortaya çıkıyor ve bütün bunları aşarak görkemli, bireşimci ve bütüncüllük ilkesine dayalı bir görüş sunuyor. Nasıl bakmamız gerekiyor ona? Bir söylence mi ortaya koyduğu? Kuramını adlandırırken niçin Yunan söylencebiliminden bir ad seçti?

Yerküre ile canlıların birlikte bir bütün olarak nasıl davrandıklarını açıklayacak kuramlara her zamankinden çok gereksi-

nim bulunduğu kuşku götürmez. Çünkü artık insan etkinlikleri yerküreye baştan başa yayılıyor ve eğer yerküre 'rahat' ettiğimiz bir yer olarak kalacaksa, bir bütün olarak nasıl bir işlediğini bilmemiz gerekiyor. (Çevre bunalımı yaşanan günümüzde en çok ses getiren, elbette, Gaia kuramının çevrebilimsel iletisi oldu.) Lovelock gibi bir kişinin yazılarını okuyan insanların, 'ah keşke yitirmemiş olsaydık' dedikleri bir dünyayı yeniden keşfettiklerini düşünmek, ilginç bir tarihsel varsayım olabilirdi. Lovelock, bir yanıyla ilkçağ insanınınkine benzeyen ve bilimde devrimin gerçekleştiği on yedinci yüzyıla dek geçerliğini koruyan 'organik' bir dünya görüşü önermiyor mu? Andırıyor denebilir belki; ama aralarındaki benzerlik zayıf. Dünyanın düzeni ancak canlı organizmalara benzer görüldüğünde, eskilere ve Paracelsus gibi bir Rönesans dönemi insanına anlaşılabilir geliyordu. Ama bunu söylemiş olmak, uygulamada ya da düşünsel alanda insana yol aldırmıyordu. Aslında, kavrayabilmede yardımcı olur umudu veren bir koltuk değneğinden başka birşey de değildi.

On yedinci yüzyıl fiziko-dinbiliminde, yerküreyi organik biçimde açıklayan kuram yavaş yavaş bir yana bırakıldı ve yeryüzü düzeni, bir usta zanaatkârın etkinlikleri imişçesine açıklanır oldu. Ustanın etkinlikleri o türdendi ki, nesneleri -toprak, kaya, fosil vb.- biçimlendiren fizik güçlerinin ayrıntılarını, doğalcı bir filozofun açıklamasına olanak sağlıyorlardı. O dönem çözümleme dönemiydi, ve bir bakıma günümüze dek bu böylece sürüp geldi. Sıra, yerkürenin bir makine gibi işleyişinin mekanik ayrıntılarını araştırmaya geldiğinde, kendisine gerçekten gerek kalmayan tanrısal usta fikri bir yana bırakılırsa, geriye mekanik bir evren kalır; böyle bir evrende, tanrının varlığı ya da yokluğu (fiziko-dinbilim döneminde olduğu gibi) bir bilimsel sorun olmaktan çıkıp bir inanç ve kişisel din sorununa dönüşür.

Gaia ile birlikte, yeniden 'canlı' bir yerküreye dönmüş olduk. Ama bu gözle görülmesinin nedeni, yerküreyi anlayabilmemize yardım etmesini umarak karşılaştırabileceğimiz en bildik şeyin bir hayvan ya da bitki olması değil. Yerküre bir anlamda 'canlı',

çünkü sıradan canlı organizmaların kimi özelliklerini, en başta kendi kendini onarabilme özelliğini taşıyor. Ama, eğer 'canlı'ysa, aynı nedenle 'öldürülebilir' ve Lovelock bizi bu tehlikeye karşı uyarıyor.

Elbette, Gaia 'doğru' bile olsa, -kendi kendini koruyan, sürdüren bir yerküre ile dirimküre bulunsa bile- ona tapılması gerekmez. Bana kalırsa bu, gerçekten çocukça olur. Bununla birlikte, pragmacı (/uygulamayı doğrunun ölçütü sayan) bir bakış açısından, Gaia'ya tapınmak yararlı olabilir. Eğer 'tanrıça'nın 'kutsal' olduğunu düşünürsek, onu 'öldürme' olasılığımız azalır. Burada derin yeşil akımının felsefesine giriyorum kıyısından (buna rağmen, derin yeşil çevrecilerin böylesi 'pragmacı' yeşilliği onaylamayacaklarını söyleme cesaretini gösterebilirim).

Her neyse, benim açımdan, bu yeni yerbilimin açtığı heyecan verici ufuk şu: Ortaya konan büyük kapsamlı bireşimde, yerkürenin yapısına ve iç işleyişine ilişkin kuramları (tabla tektoniği kuramında olduğu gibi) tortulbilimin fikirleri ile öyle bir biçimde birleştiriyor ki, dirimküredeki canlı organizmaların, iç işleyişini etkilemek üzere, yerküre ile nasıl etkileşim içine girdiklerini anlayabiliyoruz. Söz konusu anlama, (gerçekliğine kendini inandırabilmek için Hacking'in 'elektronlarını püskürttüğü' gibi) her parçasını istencimiz yönünde oynatarak değil, işleyişleri inceden inceye, çözümleyici bir biçimde araştırdıktan sonra, bireşimci bir yaklaşımla bir bütün olarak kavranan toplam dizgenin, tümleyici bir parçası durumuna gelmemizle başarılabilecekti. Doğru kavrayıp kavramadığımızı tartmak, o parçayı, bu parçayı Hacking'in yöntemiyle istencimiz yönünde oraya buraya oynatmakla değil, bütünü 'canlı bir varlık' olarak başarıyla sakınıp sakınamadığımızla ilintiliydi. Eğer bu kavrayış bireşimi başarılabilir ve bütünlük sürdürülebilirse, doğrusu görkemli bir şey olacaktır. O zaman bir ilkçağ söylencesi denli düşünsel açıdan doyurucu görünen, hatta söylencelerin en görkemlisi olan tektanrılı dinler denli doyurucu görünen, bağdaşık bir anlayışa ulaşmış bulunuruz.

Ama olsa olsa bu yaptığımız, derin düşünceye saplanıp kalmak olur. Yeni yerbilimin nasıl gelişeceğini görmemiz gerek. O zamana değin, konuya ilişkin fikirlerin nasıl geliştiğinin tarihini -daha ziyade küçük çözümlemelerin tümünü, ara sıra da büyük bireşimleri- incelemekle bir tür bütünlük anlayışının başarılabileceğini düşünmek istiyorum. Sunmaya çalıştığım da bu oldu. Yeni düşünme yöntemlerinin, tarihsel bir bakış açısına oturtulduğunda, daha açık seçik ve doğru anlaşılır duruma gelebileceğini umuyorum. Sonuçta büyük kapsamlı bir bireşim ortaya çıkacak mı? Eğer tarihten aldığımız bir ders varsa, muhtemelen (büyük olasılıkla?) çıkmayacak.

Ve son bir düşünce: Eğer Gaia'yı öldüreceksek bile, bu çok yavaş işleyen bir süreç olacak. Bu nedenle, Onun sağlığının iyiye gittiğini ya da ölüme yaklaştığını bize bildirecek tarih kayıtlarına gereksinimimiz var. Çeşitli yararları var tarihin.

Önerilen Kaynaklar

Yerbilim tarihini ciddi biçimde araştırmayı amaçlayan her kişinin iyi bir kaynakçaya gereksinimi vardır ve bunu en geniş kapsamda sağlayan, William Sarjeant'ın sürmekte olan *Geologists and the History of Geology* adlı dev derlemesidir (1980, 1987; ve bu kitabın yazıldığı sıralarda baskıda olan öteki ciltler). Susan Thompson'un *Chronology of Geological Thinking from Antiquity to 1899* (1988) adlı yapıtı da son derece yararlı. *Earth Sciences History* adlı dergi özellikle yerbilim tarihini konu edinmekte ve her sayıda bir dizi yeni 'ilginç yayın' (yani yerbilim tarihine ilişkin yazılar) yanında yararlı kitap tanıtım yazıları içermekte. Aşağıdaki paragraflarda, yalnızca kitaplara ve daha çok da İngilizce olanlara değineceğim.

Önce, yerbilim üstüne çok sayıda anahtar nitelikte yazı içeren *A Source Book in Geology* adlı, sıkı bir değerlendirme ürünü seçkiden söz etmek gerekir. Mather ve Mason'un (1939) hazırladığı bu seçki, İngiliz ve Amerikalı yazarların yanı sıra Alman, Fransız ve İtalyan yazarların yazılarının İngilizce'ye çevirilerini de sunmaktadır. Epeydir başka yerlerde aramış olduğum şeyleri, bu kitapta bulmaktan hoşnut oldum pek çok kez. Felsefi bakımdan ilginç yerbilim metinleri seçkisi arıyorsanız, Albritton'un *Philosophy of Geohistory* (1975) adlı seçkisine bakın; ayrıca, *Fabric of Geology* (Albritton, 1963) adlı, yerbilimi önemli tarihsel ve düşünsel yanlarıyla ele alan makaleler derlemesini de atlamayın. Bir başka iyi seçki de, Preston Cloud'ın *Adventures in Earth History* (1970) adlı yapıtıdır. Yerbilim tarihi konusuna eğilen makale derlemeleri arasında büyük olasılıkla en etkilisi Schneer'in, elinizdeki kitabın birçok yerinde kendisine gönderme yapılan, *Toward a History of Geology* (1969) kitabıdır.

Batı düşünce geleneği içinde yerküre üstüne ilk fikirleri öğrenmek isteyenler için, Amerikalı yerbilimci F. D. Adams'ın *The Birth and Development of the Geological Sciences* (1938/1954) adlı tanınmış incelemesi var. İlk düşünceleri 'garip ve ilginç' gösterme eğiliminde olması nedeniyle tarihçilerce bir parça eskimiş bulunsa da, bu kitap başka yerde kolayca bulunamayacak bir bilgi zenginliği içeriyor. Vitaliano'nun *Legends of the Earth* (1976) ve Greene'in *Natural Knowledge in Preclassical Antiquity* (1992) adlı daha yakın tarihli araştırmaları, özellikle söylencelerin gerçek yerbilim olaylarıyla ilişkilendirilmesi üzerinde duruyor. İlkçağ yerbilimi, Ellenberger'in *Histoire* (1988) adlı yapıtının birinci cildinde ince ayrıntılarına dek çözümleniyor. Aynı ayrıntılı araştırmayı ikinci ciltte on dokuzuncu yüzyılın başına dek ilerletiyor (Ellenberger, 1994).

On dokuzuncu yüzyılda yazılmış iki önemli yerbilim tarihi var: Bunlardan biri Geikie'nin *Founders of Geology* adlı yapıtı ([1897, 1905],1962); öteki, von Zittel'in *History of Geology and Palaeontology to the End of the Nineteenth Century* adlı yapıtı (1899/1901/1962). Geikie'ninki olağanüstü kolay okunabilen bir kitap; ama, biraz ulusalcı bir havası var ve Vulkan ile Neptün arasındaki ateş ile suyun kavgasında yan tutuyor. Von Zittel'in metni oldukça kuru olmakla birlikte, on dokuzuncu yüzyıl kıta Avrupası yazarlarına tam yer vermek gibi bir üstün yanı var.

Daha yakın zamanlı genel yerbilim tarihleri arasında, Albritton'un *Abyss of Time* (1980) adlı, Faul ve Faul'un *It Began with a Stone* (1983) adlı ve Gohau'nun *History of Geology* (1990) adlı yapıtlarından hoşlandım. Rachel Laudan'ın *From Mineralogy to Geology* (1987) adlı zengin içerikli kitabı, kimya ve mineralbilime özel vurgu yaparak anlattığı 1650-1830 döneminde Werner ve Wernerci okula hak ettiği ilgiyi gösteriyor; ama, aynı zamanda Lyell'in yerbilimini de epeyi ayrıntılı çözümlüyor. Nicoletta Morello, İtalyanca okuyup yazanlar için aynı dönemi *Macchina della terra* (1979) adlı yapıtında, biraz daha az ayrıntıyla, anlatmaktadır.

Bilim tarihinin bir uzmanlık alanına dönüşmesi İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra oldu ve el atılan ilk konu yerbilim ile dinbilim arasındaki ilişkiydi. 1950'lerden kalma metinlerden biri, Charles Gillispie'nin artık klasik sayılan *Genesis and Geology* (1951/1959) adlı yapıtıydı. 'Başkaldırıcılığı' ve fiziko-dinbilimcileri aşağılaması nedeniyle kötü bir üne sahiptir. Ama yerküreye ilişkin düşünce tarihini, insanı büyüleyen ve eğlendiren bir biçimde ortaya dökerek yerbilimin, düşünce tarihçileri için, ne denli ilgi çekici bir dal olabileceğini gösterdi. Haber'in *Age of the World: Moses to Darwin* (1959) adlı yapıtı daha gösterişsiz bir biçemle yaklaşıyordu aynı konuya; yine, Toulmin ve Goodfield'in *Discovery of Time* (1965/1967) ile Rossi'nin *The Dark Abyss of Time* (1979/1984) adlı yapıtları, yerküreye ilişkin düşünceleri, özellikle tarih fikri ve Vico'nun felsefesiyle ilişkilendiriyordu. On dokuzuncu yüzyılda yerkürenin yaşı üstüne yapılmış tartışmalar konusunda, Burchfield'in *Lord Kelvin and the Age of the Earth* (1975) adlı araştırmasına bakılabilir.

Daha yakınlarda, *Time's Arrow Time's Cycle* (1987) adlı yapıtında, Burnet, Hutton ve Lyell'in zamana ilişkin düşüncelerini (doğrusal mı, dairesel mi olduğunu) çok ilginç bir biçimde ele alan Gould var. Aynı konuyu *Science and Creation* (1974) adlı yapıtında daha geniş bir biçimde ele alan Jaki, yerbilimden çok evrenbilimi nirengi noktası almıştı. Hooykaas, tekdüzenlilik ve ani yıkımcılığa ilişkin düşünsel sorunlarla, *Natural Law and Divine Miracle: the Principle of Uniformity in Geology, Biology and Theology* (1963) adlı etkileyici yapıtında dalga geçer; ayrıca, Guntau'nun *Der Aktualismus in den geologischen Wissenchaften* (1967) adlı yapıtına da bakılabilir.

Yukarıda anlatılanlardan çıkarılacağı üzere, yerbilim tarihi alanında bugüne değin yapılmış araştırmaların çoğu, 'insan düşüncesinde yerküre'nin özellikle erken aşamalarına eğilmiştir. Ama adından da anlaşılacağı gibi, Mott Greene'in *Geology in the Nineteenth Century* (1982) adlı yapıtı, on dokuzuncu yüzyılı, özel olarak da dağların oluşum tarihini mercek altına al-

mıştır. Bugün için, yirminci yüzyılı aynı genişlikte ele alan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Tabakabilimsel dikme kesitin alt-bölümlerinin gelişimi, Berry'nin *Growth of a Prehistoric Time Scale* (1968) adlı yapıtında ele alınmakta. Tabakabilimsel dikme kesitin yerli yerine oturması sırasındaki bazı özel konulara eğilmiş etkili kitaplar arasında, Rudwick'in *Great Devonian Controversy* (1985) adlı yapıtı ile, Secord'un *Controversy in Victorian Geology* (1986) adlı yapıtı var. Devon, Kambriyen ve Siluriyen dizgelerinin her birine ilişkin tartışmaları ele alan bu kitaplar, yerbilimin toplumsal boyutlarına ve bilim alanındaki tartışmalara ilgi duyanlar için çok değerli bir 'araştırma alanı' sağlamıştır. Özellikle Rudwick'in kitabı, bilimsel bilginin toplum içindeki yerine uzmanların ilgisini çekmiştir ve çatışma aşamalarını çizgelerle sergileyişi bakımından olağanüstüdür. Ayrıca, *Scenes from Deep Time: Early Pictorial Representations of the Prehistoric World* (Rudwick, 1992) adlı yapıtında, ilgisini görsel benzetmelerle incelemektedir.

Bruno Latour'un *Science in Action* (1987) adlı kitabındaki fikirlerinden ve bilim insanlarının 'tartışma yoluyla sonuca ulaştığı' fikirlerinden yola çıkan *The Highlands Controversy* (Oldroyd, 1990a) adlı kitabım da, bir yerbilim anlaşmazlığının ince ayrıntılarını mercek altına alıyor. Gerçekte, yerbilim tartışmaları büyük ilgi çekmişe benziyor. İşte Read'in *Granite Controversy* (1957) örneği; Hallam'ın *Great Geological Controversies* (1983) adlı yapıtı; Müller *ve diğ.*'nin *Controversies in Modern Geology* (1991) ve Glen'in *Mass-extinction Debates* (1994) adlı yapıtları... Saygın bilim ve tıp tarihçisi -ve daha pek çok alanda ünlü- Roy Porter, Britanya yerbiliminde erken dönemin toplumsal tarihini diri bir çalışmada ele alıyor: *The Making of Geology: Earth Science in Britain, 1660-1815* (1977).

Ama, yerbilim tarihinin konuları arasında en büyük ilgiyi çekmiş olanı, tabla tektoniği devrimidir. Bu konuya özellikle eğilen ilginç ve değerli incelemeler arasında şunlar sayılabilir:

Revolution in the Earth Sciences: From Continental Drift to Plate Tectonics (1973) adlı yapıtında, bu serüveni Thomas Kuhn'un düşüncelerinin sergilenişi olarak değerlendiren Hallam; Marvin'den *Continental Drift* (1973); Glen'den *Road to Jaramillo* (1982); Menard'dan *Ocean of Truth* (1986); ve tartışmaya Larry Lauden'in *Progress and Its Problems* (Laudan, 1977) adlı yapıtında açıkladığı felsefe açısından yaklaşan Le Grand'ın *Drifting Continents and Shifting Theories* (1988) adlı yapıtı. Wood'un *Dark Side of the Earth* (1985) adlı yapıtında, çekişmenin karşı yanlarında yer alanların benimsedikleri düşünsel konumların, onların toplumsal durumlarından etkilendiği belirtilmeye çalışılıyor.

Yakın dönem yerbilim tarihini öğretici biçimde ele aldığını düşündüğüm öteki kitaplar ise, Westbroek'in *Life as a Geological Force* (1991), Hsü'nün *Challenger at Sea* (1992), ve Allègre'nin *From Stone to Star* (1992) adlı yapıtları. Dott'un (1992) *Eustacy* adıyla yayıma hazırladığı 'östazi' düşüncesinin tarihini ele alan bir dizi makale de, bizi bugüne getiriyor ama bir yandan da on sekizinci yüzyılda de Maillet'ye dek gerilere götürüyor. Benim 'insan düşüncesinde yerküre'mde bu kitapların etkileri görülebilir.

Yerbilimin çeşitli dalları, tarihçilerce dengeli olarak incelenmemiştir. Paleontoloji (/eskivarlıkbilim), aşağıda sıralanan türden kitaplar sayesinde görece daha çok ilgiye kavuşmuştur: Rudwick'in *Meaning of Fossils* (1972); Desmond'un *Hot-Blooded Dinosaurs* (1975); Bowler'in *Fossils and Progress* (1976); Halstead'ın *Hunting the Past* (1982) (genel yerbilim yanında yaşamın kökeni araştırmalarını ele alan, kolay okunabilen bir kitap); Buffetaut'nun *Short History of Vertebrate Palaeontology* (1987); Gould'un *Wonderful Life* (1989) ve Yvette Gayrard-Valy'nin, başlangıç niteliğinde ama nefis resimli kitabı *Story of Fossils* (1994) gibi... Jeomorfolojiye (/yer-yapıbiçimleri bilimi) ayrılan kitapların sayısı da epey çoktur: Örneğin, Chorley *ve diğ.*'nin *History of the Study of Landforms* (1964);

Herries Davies'in *Earth in Decay* (1969); Tinkler'in *Short History of Geomorphology* (1985) adlı kitabı ile *History of Geomorphology* adı altında yayına hazırladığı bildiriler toplamı bunlar arasında sayılabilir. Imbrie ve Imbrie'nin *Ice Ages* (1979) adlı kitabı, buzullaşmaya ilişkin düşünceler tarihini, gökbilimsel kurama özel bir yer ayırarak, anlatıyor.

Tabakabilim bütünüyle yeterince ele alınmamıştır; bununla birlikte, 'anlaşmazlıkları' konu edinen yukarıda saydığımız kitaplar yanında, Berry'nin küçük kitabından da söz etmek gerekir. Öte yandan, tarih konularına da değinilen Ager'in *Nature of the Stratigraphical Record* (1973/1981) adlı çok okunan kitabında, tabakabilimin ilkeleri üstüne çok yararlı bilgiler bulunabilir. Harries Davies'in (1983, 1995), İrlanda yerbilim haritacılığının tarihini anlattığı iki örnek değerde kitabının başka ülkelerde benzerinin olduğu, benim bilgi alanımda değildir.

Yerfiziğinin çeşitli dallarının tarihi üstüne yapılmış çalışmalar dağınıktır; bununla birlikte, Amerika Yerfiziği Birliği, C. Stewart Gillmor'un genel yönetmenliğinde, bu alanı kapsayan bir dizi kitap yayımlıyor. Mineralbilim, kayabilim ve yerkimyası dallarının tarihleri için de durum iyi değil. Kayabilim dalında, Loewinson-Lessing'in yazdığı, *Historical Survey of Petrology* (1954) adlı eski bir kitap var; bunun yanında Crook'un yazdığı, daha da eski bir kitap olan *History of the Theory of Ore Deposits* (1933), yerbilimin bu dalına ilişkin yararlı bilgiler içeriyor. Tomkeieff'in kaleme aldığı *Dictionary of Petrology* (1983), mineralbilimsel ve kayabilimsel terimlerin kapsamlı bir listesini sunmak yanında bu terimlerin ilk hangi yayında geçtiğini de saptıyor. Laudan'ın kaleme aldığı *From Mineralogy to Geology* (1987), mineralbilim ve kristalbilimin (/kristalografi) erken dönem tarihine ilişkin bir miktar malzeme içeriyor. Bu konu için ayrıca, Burke'nin *Origins of the Science of Crystals* (1966) ile Emerton'un *Scientific Reinterpretation of Form* (1984) adlı yapıtlarına bakınız. Vulkancı-Neptüncü (/ateş-su) çatışmasından doğan on dokuzuncu yüzyıl yerkimyasını inceleyen ayrıntılı bir

çalışma var Almanca'da: Fritscher'in yazdığı *Vulkanismusstreit und Geochemie* (1991). İngiliz dilinde bu çalışmanın bir benzerinin bulunduğunu sanmıyorum.

Yerbilimcilerin tek tek yaşam öykülerini anlatan çok sayıda kitap var. Bunlardan yalnızca birkaçından söz edeceğiz: Örneğin Wilson'un yazdığı *Charles Lyell, the Years to 1841* (1972); Rupke'nin yazdığı *Great Chain of History: William Buckland and the English School of Geology* (1983); Schwarzbach'ın yazdığı *Alfred Wegener* (1986); Lapo'nun yazdığı (Vernadsky'i konu edinen) *Traces of Bygone Biospheres* (1982/1987); Roger'in yazdığı *Buffon* (1989); Dean'in yazdığı *James Hutton* (1992); ya da, Vaccari'nin yazdığı *Giovanni Arduino* (1993)... Bunlar dışında daha araştırılabilecek çok yaşam öyküsü ya da belki özyaşam öyküsü var. Ama elinizdeki kitabın kaleme alındığı sırada büyük gereksinimin şu alanlarda olduğu görülüyor: Yirminci yüzyıl yerbilim çalışmaları konusunda dergilere dağılmış yazılardan kitap boyutunda bir bireşim elde etmek; tektonik ve yerküre içinin tarihi araştırmalarını yirminci yüzyıla dek tamamlamak; ve volkanizma, kayabilim, mineralbilim, yerfiziği ile kimyasının tarihsel gelişiminin bireşimci anlatılarını dokumak. İktisadi yerbilim de daha çok ilgi bekliyor. Kimi belirli bölgelere yönelik daha ayrıntılı araştırmalar görmeyi istiyor gönül: Sözgelimi Alpler, And Dağları ya da Japonya (ama, İngilizce olsun lütfen) -ve belki de çeşitli yerbilim dizgeleri üstüne... Örneğin, Jura dizgesi araştırmalarının tarihini inceleyen bir kitabın çok ilginç olabileceğini düşünüyorum. Ama bunlar gelecekte gerçekleştirilmeyi bekleyen görevler.

Notlar

Giriş

1. Okurlar ve eleştirmenler kaynakçada çok sayıda kendi yayınıma yer verdiğimi görmekte gecikmeyeceklerdir kuşkusuz. Bunu yapmakla amaçladığım kendimi öne çıkarmak değil; bu durum olsa olsa elinizdeki kitabın, bir ölçüde, dağınık yerlerde yayımladığım yazılarımın bir bireşimi olduğunu gösterir.
2. Yerbilim haritalarının 'dört boyutlu olayları' iki boyutta betimleme gibi zor bir işlevi vardır. Aldatıcı şeylerdir.

I. Bölüm

1. Mit, söylence, masal ve folkloru birbirinden ayıran sınırlar belirsizdir. Geçmişte ağızdan ağıza aktarılmış ve -doğal olarak bugün kitaplara girmiş olsa bile- bir halkın yazıya dökülmemiş gelenek göreneğini anlatan folklorun, diğer üç bölümlemeyi içerdiği kabul edilebilir. Masallar genel olarak, masalı anlatanlarca doğru kabul edilmezler; oysa, mitler ve söylenceler, anlatıldıkları dönemde anlatanlarca doğru kabul edilmekteydiler. Mitler çoğunlukla kutsal bir nitelik taşır; oysa, söylencelere kutsal gözüyle bakılabileceği gibi, kutsallıktan soyutlanmış olarak da bakılabilir. Söylencelerde genellikle insanlar baş roldedir; oysa mitlerde, ana kişiler tanrılar ya da hayvanlardır (Vitaliano, 1973: 3). İnanıyorum ki, ilkçağdan kalma yaratılış mitleri olabileceği gibi, Avustralya'nın Gelibolu'da savaş meydanında uluslaştığı türünden çağcıl yaratılış mitleri de vardır. Düşünürlerin de kendilerine göre mitleri vardır. Bunlardan biri, eleştirel sorgulamanın ve akılcı düşüncenin ilkin Eski Yunanlılarda başladığıdır (Popper, 1958-9). Bu görüşe karşı çıkan sav, yakınlarda Greene eliyle inandırıcı biçimde ortaya konmuştur (1992).
2. Bilimde de, bir bakıma dinsel nitelikte sayılabilecek kimi uygulamalar var. Büyük on dokuzuncu yüzyıl müzelerine, bilimin tapınakları denmesi boşuna değil.
3. İyice kök salmış bir bakış açısına (ya da Thomas Kuhn'un deyimiyle bir benzetmeliğe [/paradigmaya]) karşı çıkan bir bilim insanının içinde bulunduğu durumla, kabilesinin söylencelerini kuşkuyla karşıladığını düşlediğimiz Tanna'lı çocuk arasında ayrım bulunup bulunmadığı sorusu, hoş bir soru. Gerçeği söylemek gerekirse, herkesi karşısına alan bir bilim insanı pekâlâ deli yerine konabilir, kabile dışına sürülebilir ve aç kalabilir. Öte yandan, bilim insanları arasında, pek çok düzeyde sonu gelmez tartışmalar sürüp gitmektedir. Her bilim insanı, sağlıklı eleştiri ile kavramsal 'delilik' arasında kabul edilebilir dengenin ne olduğunu, adı konmamış da olsa bilmek zorundadır. Bu arada, çağcıl dinbilim de kimi çevrelerde eleştirel tartışmaların sürdüğü bir 'kaynayan sav kazanına' dönüşmüş durumdadır. Bu süreçte, tartışmaların en yoğunlaştığı alan olan dinin mit niteliğinin azalmakta olduğunu öne sürüyorum.
4. Hindu tanrılarından hangisinin kastedildiğini bilmiyorum.
5. 'Henüz yukarıda cennetin adı konmamışken' (Sproul, 1979: 91).
6. Sproul, Orta Doğu'dan başka yaratılış mitlerinin metinlerini veriyor. Bkz. bir de Arrhenius (1909).
7. Tekvin'in bu iki ana kaynağa dayandığı düşünülüyor: Eski olanı (İÖ sekizinci ya da dokuzuncu yüzyıldan kalma) 'Yahwist' ('Yehovacı') belge (Y); yakın tarihli olanı (İÖ dördüncü yüzyıldan kalma) 'Rahipler' belgesi (R).
8. Oysa, 'iki Hesiodos'un var olmuş olduğu düşünülüyor: Biri 'Çalışma ve Günler'in yazarı; ötekisi 'Theogonia'nın yazarı... Her ikisi de Homeros'tan sonra gelmiştir.

9. Örneğin, genç ve belalı Zaman tanrısı Kronos şöyle konuşur:
'Ana, ben bu yola başımı koyacağım; neden dersen, adı uğursuz babamıza saygı duymuyorum.' Bunu duyan uçsuz bucaksız Toprak Ana sevinçten uçtu ve onu gizleyip pusuya yatırdı; eline testere ağızlı bir tırpan verdi; sonra düzenlediği oyunu bir bir açıkladı.Ve Gök, gece arzudan yanıp tutuşarak Toprak Ana'nın üzerine uzandığı zaman, pusuda bekleyen oğul sol eliyle üstten, sağ eliyle alttan kavradığı testere ağızlı büyük tırpanla öz babasının hayalarını bir savurmada biçti ve yana devirdi (Hesiodos, 1914: 91, 93).
10. Kutsal Kitap'ta sözü edilen, Mısır'ın geçirdiği yedi 'ürünsüz yıl'ın tarihini saptamak üzere yakınlarda yapılmış çalışmalarda Kaliforniya'nın gün görmüş, erkek kozalaklı çam ağacının büyüme halkaları incelenmiş ve Colin Humphries, bu yedi yıl ile İÖ 1628 yılında, tüm yerkürenin bulutlarla kaplanmış olacağı ünlü Santorini püskürmesi arasında ilişki kurulabileceğini ileri sürmüştü.
11. Hesiodos'un anlattıklarının ardında yatmış olabilecek olası yerbilimsel olaylar bir yana, Toprak Ana Gaia'nın doğurduğu söylenen tanrıçaların, orman ve su perilerinin adları da ilginç. Hesiodos bunların isimlerini şöyle sayıyor: Coerius, Crius, Hyperion, Iapetus, Theia, Rhea, Themis, Mnemosyne, Phoebe, ve Tethys. Bunlardan Iapetus ile Thetys, başlangıçta yerkürenin yüzeyinde yeraldığı varsayılan su ile kaplı alanların adları olarak günümüz yerbiliminde kullanılıyor. Yakın zamanların 'Gaia kuramı'nı anmasak da, 'jeoloji' terimi kökenini Tanrıça Gaia'dan alıyor (bkz. XII. Bölüm).
12. Mitlere ilişkin kuramlar konusunda, özellikle Kirk'e (1979) bakınız.
13. Sokrat öncesi düşünürlerin metinlerinden günümüze ulaşan başlıcaları (ya da, düşüncelerinin klasik yazarlarca yapılmış betimlemeleri) Kirk ve Raven eliyle düzenli bir biçimde derlenmiştir. Gerçekten Popper'in hayranlık duyduğu türden tartışmalara ilk tutuşanların Sokrat öncesi düşünürler olup olmadığını bilmiyoruz. Sözü edildiği üzere, Popper'in Sokrat öncesi düşünürler üstüne öyküsü, Batı felsefesinin 'yaratılış miti'ni simgelemektedir.
14. Popper'in kendisi de, bilim ve felsefede eleştirel tartışmanın erdemini sıkı savunanlardandır. Bu nedenle, Sokrat öncesi düşünürlerin yapıtlarının bu yanını vurgulamış olması şaşırtıcı sayılmaz.
15. Geleneksel olarak Thales, üstüne bilgi sahibi olduğumuz ilk Batılı düşünür sayılmıştır. Ve o da unutkan bir profesör olarak tanıtılmıştır (Guthrie, 1962: 39). Ama Greene'e göre (1992, Bölüm 5) Thales, öyle ya da böyle, çeşitli yetenekleri olan, çok becerikli bir kişiydi.
16. Burada bana göre Herakleitos, Anaksimandros'un *apeiron* ile düşmekten kurtulmayı amaçladığı tuzağa düşmek üzeredir.
17. Ayrıca, tıpkı Romalı ozan Lucretius'un *De rerum natura* [Evrenin Yapısı, 1974] adlı şiirinde yaptığı gibi, kuramı güçlendirecek bir miktar gözlemsel dayanağa gerek görülebileceği bir gerçek. Örneğin Lucretius, bir ışık demetinde dans eder gibi görünen toz taneciklerine dikkat çekmiştir.
18. Bu demek değildir ki, Dalton'un görüşlerinin tümü yalnızca gözlemsel irdelemelerin sonucudur. Güçlü bir fizikötesi boyut içeren Newtoncu madde kuramı geleneğinden, yoğun biçimde etkilendiği de bir gerçek.
19. Sir James Frazer sellere ilişkin bol miktarda geleneksel halk bilgisi derledi (1919, cilt 1, Bölüm 4).
20. Yersarsıntılarının neden olduğu yıkımcıl 'okyanus dalgaları' karşılığında yerbilimcilerin kullandığı Japonca terim. (Bu tür dalgaların bildiğimiz anlamda gel-gitlerle bir ilişkisinin olmadığı besbelli.)
21. Elinizdeki kitabın bu bölümünü yazdığım sırada elimde bulunan en yeni bilgi *The Observer* gazetesinde yayımlanmış bir araştırmaydı. Bu yazıda açıklandığına göre, bir bilimsel araştırma takımınca Ağrı Dağı'nın yaklaşık 20 mil uzağında, 7000 kadem (İng.: feet) yükseklikte büyük, tekne biçiminde bir nesneye rastlanmıştı. 1994 yılının yazında orada kazı yapılacaktı. Araştırma takımının Amerikalı başkanı, bay

David Fasold Suess'inkine benzeyen bir geçici açıklayıcı varsayım önermişti. Güya radar görüntüleme yöntemiyle saptanmış olan 'gemi', Kuran'da Nuh'un Gemisi'nin oturduğu yer sayılan El Cudi dağının hemen eteğindeydi (Wroe, 1994). Fasold, 1994 yılında buraya bir keşif gezisi yaptı; ama, yanında Avustralyalı yerbilimci Ian Plimer vardı. Yolculuk Fasold açısından tam bir başarısızlıkla sonuçlandı ve ileri sürdüğü görüşleri geri aldı. 'Gemisi' garip görünüşlü bir yerbilimsel yapıydı: Bir vadi tabanında yükselen, tekne biçiminde bir sert kaya... İyi kötü bir gemiyi andırdığına kuşku yok ve Kutsal Kitap'ta ayrıntısıyla verilen boyutlara benzer olduğu savlanıyor. Ayrıca anlaşıldığına göre, yakın çevrede Nuh söylencesini çağrıştıran yer isimleri var. Ama bu sav tümden ters yüz edilebilir. Yer isimleri ve boyutların ille de Nuh söylencesini kanıtlaması gerekmez. Tersine, söylence bu garip gemi biçimli yapının varlığını açıklamak üzere ortaya çıkmış olabilir. 1994 yılında Avustralya'da yayımlanan ilginç bir televizyon izlencesi, düş kırıklığına uğramış Fasold'un Plimer'in karşısında yenilgiyi itiraf edişini sergiliyordu. Buna karşın, başka 'kazıbilimciler' eksik değil.

22. Bu düşünceyle Stoacı düşünceler arasında büyük benzerlik var ve bu düşünce Pisagorcu öğretiye belki Stoacıların katkısıdır. Stoacı Seneca'nın düşünceleri konusunda bkz. s. 29.
23. Mısır çöllerinde, dizilişleri bakımından gemi kalıntılarını andıran taşlaşmış (silisleşmiş) kütüklere rastlanıyor; Ovidius'un sözünü ettiği düşüncenin kaynağı bunlar olmuş olabilir.
24. Yunanistan'ın bu bölgesini gösteren bir topografya haritasını incelediğimdeyse; bunun bir 'öncel akaçlama (/önbileşen boşalması)' olayı olduğu kanısına varıyorum. Başka bir deyişle, bir yandan denizle ova arasında tepeler yavaş yavaş yükselirken, öteden beri var olan akarsu büyük olasılıkla kendi yatağını derinleştirmiştir.
25. Arapça'da 'mağara tozu' olarak anılan arsenik sülfit.
26. Sert, kırmızı, kahverengimsi demir cevheri.
27. 'Gövde' sözcüğünün eğretileme terimi bağlamında anlamlı bir biçimde kullanılmış olabileceği gözden uzak tutulmamalı. Eski, 'organlardan oluşan' eğretilemesinin (/metaforunun) sürdüğünü gösteriyor. 'Damar' sözcüğü de öyle...
28. *Aetna*'nın İS 79 yılındaki büyük Vezüv yersarsıntısından önce kaleme alındığı kabul edilebilir; çünkü bu, *Aetna*'da sözü edilmeden geçilemeyecek denli önemli bir olay.
29. Yazarı belirsiz *Aetna*, bu tür bir incelemeye en yakın düşen örneği oluşturuyor; ama, bilimsel incelemeden çok, öğretici şiir biçiminde yazılmıştı. Yersarsıntılarına yeraltı rüzgârlarının neden olduğu düşüncesi yüzyıllar boyu bırakılmadı. IV. Henry'de Shakespeare, burnu havada Glendower'ce Hotspur'un ağzından dedirtir ki:

    'Sonra yerin sarsılmasıyla gökler alev aldı birden bire
    Doğumunda bakılan falı umursamadan.
    Hasta doğayı çoğu zaman
    Garip püskürmeler tuttuğu olur; çoğu kez bereketli toprak
    Ağrı çekermişçesine kıvranır
    Dölyatağına yerleşmiş bir yel sıkıştırır mı sıkıştırır onu.
    Debelenir yaşlı toprak ana ve yerle bir eder
    Çankulelerini ve yosun bağlamış çatıları.'

30. Bugünkü adıyla Aswan. Önemli bir kaya türü olan Siyenit, adını Siyênê'den alıyor.
31. Anaksimandros'un tepsi biçimli dünya düşüncesi uzun ömürlü olmadı. Pisagorcular dünyayı küre biçimli biliyorlardı; bu sonuca varmalarının nedeni, Ay tutulması sırasında Dünya'nın Ay üzerine düşen gölgesinin yuvarlak olmasıydı.
32. Yeni-Platonculuk temelde Plotinos ile başladı (İ. S. yaklaşık 205-70). Kurucu öğesi 'idea'lar olan Platoncu öğretiden yararlanıyordu; ama, idea'ların doğduğu yerin Tanrı'ın kafası olduğunu varsayıyordu. 'İdea'lar aynı zamanda, deyim yerindeyse en tepede "iyi' idea'sı olmak üzere sanki bir 'zincir', ya da sıradüzeni oluşturuyor-

du. Dahası, buna göre 'yukarıdaki' idea'lar, ısı ya da ışığın yayılması, ya da aynalar arasında gidip gelmesi gibi çeşitli benzetmelere konu olan bir süreç yoluyla, aşağıdakileri doğuruyordu.

33. Örneğin, İsviçre'nin St Gallen kenti el yazması kitaplığında (*Stiftsbibliothek'te*) iki adet ilginç 'T biçimli' el yazması dünya haritası var (*Handschrift* No. 237, s. 1 ve *Cod Sang*. 236, s. 89). Bu iki haritadan birinin yapım tarihi yaklaşık İS 800, öteki 850. Birinci haritada daire biçiminde resmedilen dünya (Afrika, Asya, Avrupa ve Yerleşilmemiş Topraklar olarak) kabaca dörde bölünmüş; ikinci haritada Yerleşilmemiş Topraklar yer almıyor. İki büyük akarsu gösterilmiş: Nil ve Don; iki büyük deniz var: 'Paludes' ve Akdeniz. Haritadaki bu iki akarsu ile iki denizin sunuluşu, gerçekçi olmaktan çok geometrik bir yapıda ve sanki Hıristiyan simgesi χρ'ya benzetilmeye çalışılmış. Nuh'un üç oğlundan (Ham, Sam ve Yafes) doğan çocuklar, sırasıyla Afrika, Asya ve Avrupa kıtalarıyla ilişkilendiriliyor. Bu haritalarda belirtilen bilgiler, coğrafyaya ilişkin olduğu kadar simgesel ve dinbilimseldir. Kıta içine sıkışmış bir İsviçre'de yaşarken, yerküre ve üzerinde yaşayanlara ilişkin yeterli coğrafya bilgileri edinmenin zor olacağını kabul etmek gerekir. Ama yerküreyi tanıtan bu tür 'T haritaları' o zamanlar sıkça yapılıyordu. (St Gallen'de gördüğüm iki haritanın İsviçre'de yapılıp yapılmadığını bilmiyorum.)
34. Aristoteles'in *Meteorologica*'sının ortaçağda yapılmış Latince'ye çevirilerinden bazılarında, aslına uygun dördüncü kitaptan başka bir de '*De mineralibus*' adıyla bir bölüm yer alıyor. Holmyard ve Mandeville'in (İbni Sina, 1927) araştırmalarının ortaya koyduğuna göre, bu bölüm İbni Sina'ca yazılmışa benziyor ve onun (1021-23 yılları arasında yazılmış) *Şifâ Kitabı* adlı yapıtının kimi bölümlerinin değişik bir çevirisi oluyor.
35. Yerkürenin dönme ekseninde, bir topacın kafa sallamasını andıran, çok yavaş bir değişimden kaynaklanan günöte günberi noktalarının erkene kaymasının keşfi Hipparkhos'a verilmektedir (İÖ 146-127).
36. Günöte günberi noktalarının başa dönme süresi için verilen en yeni sayı 36.000 değil, 24.000 yıl.
37. Güneş ve Ay küçük küreler olarak betimlenmekte; ayrıca, belli belirsiz görülebilen birkaç yıldız da var.
38. Yerkürenin tam göbeğinde, bir buz kütlesi içinde donarak sıkışmış, (al, beyaz-sarı ve kara renkli) üç ayrı yüzüyle Şeytan bulunuyordu ve dünyanın günahları en büyük üç kişisi, Yahuda, Brutus ve Cassius'u durmadan çiğneyip duruyordu. Bkz. Dante Alighieri (1950: 182-3).
39. Ristoro d'Arezzo gibi yazarlara atılmış bir taş olmasın bu?
40. Örnekler Sevilla'lı İsidore, Albertus Magnus ya da Beauvais'li Vincent gibi yazarlardan alınmıştır.
41. Fransızca'da ilk yayımlanışı *Les mots et les choses* (Foucault, 1966) adıyla oldu.
42. Örneğin, birlikte uyumlu yetiştikleri bilinen kimi bitkiler vardır; ama, firavun fareleri yılanlara düşmandı.
43. İnsan vücut yapısına kimi benzerlikler taşıyan adamotu ya da ginseng bitkisinin (söz gelimi) üretkenlikle ilişkisi olduğu düşünülebilirdi. Bu tür benzeşmeler, uygun imleri ya da 'göstergeleri' tanıyabilen uzmanlarca böylelikle okunabiliyordu. (1991 yılında Tanna'da bulunduğum sırada, bir köylünün bana gururla gösterdiği iki kocaman Hint yer elmasından birinin biçimi kadın gövdesini, öteki erkek gövdesini andırıyordu. Anlaşıldığına göre, yer elmaları ertesi hafta yapılacak bir köy şenliğinde kullanılacaktı.)
44. Ama bu bilgiyi, mektuplaştığı doğalcı meslektaşı Johannes Kentmann'dan aldığını söyledi.
45. Aynı zamanda Hohenheim'lı Aureolus Philippus Theophrastus Bombast olarak da anılır.
46. Bunlar nitelik-kazandıran 'ilkeler'di; yoksa, tuz, kükürt ve cıva adıyla bildiğimiz sıradan, gündelik maddeler değildi; ama hiç değilse, gündelik yaşamdaki maddeler

içinde felsefenin üç ilkesine en yakın düşenlerdi. 'Tuz'un tuzluluk, çözünebilirlik ve keskinlik kazandırdığı varsayılıyordu; 'Kükürt' tutuşuculuk ve kokunun nedeni olurken, 'Cıva'nın madenilik, devingenlik, eriyebilirlik ve parlaklık kazandırdığı sanılıyordu. (Bu *tria prima* [üç ilk: çıkış noktası -ç.n.] denilen üç ilke'yi, kimya maddeleri satan herhangi bir dükkânda bulunabilecek tuz, cıva ve kükürtten ayırmak için, baş harflerini büyük yazdım.)

47. *Archeus* tanrısal düzeneği Tanrı adına uygulamaya koyan 'işçi' ya da zanaatkâr olarak düşünülebilir. Bundan başka, benzer bir gnostik kavram olan 'archon' vardı ve düşüncenin kökeni belki de Platon'un 'demiurgos'una değin uzanıyordu. Buna göre, 'demiurgos' tanrısal bir düzenek uyarınca evreni yerli yerine oturtmuştu. Paracelsus, *archeus* düşüncesini aynı zamanda kendi tıp kuramında da kullandı. Örneğin, sindirimden sorumlu olan ve midede oturan bir küçük 'archeus' olduğunu düşünüyordu.
48. Paracelsus'un bütün yapıtlarının A. E. Waite eliyle, on dokuzuncu yüzyılda İngilizce'ye çevrilmiş olması da önemli. Bu çalışma, gizemciliğin ve büyünün yeniden alıp yürüdüğü bir dönemde yapılmıştı.
49. Veya 'formül', 'taslak' ya da 'dizgenin kurallarını belirleyen plan'.
50. Daha çok ayrıntı istenirse, bkz. Oldroyd (1974c).
51. Bu kuramın kökeni Paracelsus'a değin uzanıyordu (Jevons, 1964).
52. Çağcıl bir yerbilimci bunda hidrotermal mineralizasyon tadı bulacaktır.
53. Benzer biçimde, bir zanaatkarın yaptığı da, araçlarıyla maddeye biçim vermektir.
54. Aristoteles de, sindirim gibi bedensel (fizyolojik) süreçleri konu edindiği yazılarında bu kavramdan yararlandı.
55. Kullanıldığı bağlama göre 'toprak' sözcüğü çok ayrı anlamlara gelebiliyordu. Gezegenimiz Yerküre anlamını taşıyabilirdi; toprak anlamına gelebilirdi; ya da, Aristoteles'in ilk nedeni...
56. Kan, sarı öd suyu, kara öd suyu ve balgam.
57. Paracelsus Tuz'u ekleyip *üç ilke*'yi oluşturmadan önce Arap kimya kuramı, temel kimyasal girdiler olarak 'düşünsel' Kükürt ve Cıva düşüncesine başvurmuştu.
58. Bu süreç, evrenin evriminin her adımında 'gerilimin' azaldığını düşünen Stoacı bakıştan kaynaklanmış olabilir.
59. Tam bir çeviri olanaksız. Yaklaşık bir anlam bulmak gerekirse, üretim, yayılma ya da gelişme denebilir.
60. Paracelsus denizle bir 'orman denizi' arasında benzerlik kurmuştu: Ağaçların gövdelerini ve köklerini, yeraltında var olduğunu düşündüğü akarsulara benzetmişti.
61. Becher'in mineral kuramına ilişkin başka ayrıntılar için bkz. Oldroyd (1974b) ve Laudan (1987).
62. On sekizinci yüzyılda, bu nitelik-kazandıran ilkeler arasında en iyi bilineni 'filojiston' idi. Bu düşünceyi, Becher'in yandaşı ve aynı zamanda Jena'lı simyacı G. W. Wedel'in öğrencisi Stahl geliştirmişti. Tutuşucu maddeler, güya bu ilkeyi içeriyordu. Bu ilke, içinde bulunduğu maddelere tutuşuculuk niteliği kazandırıyordu. Benzer biçimde, mıknatıs özelliği taşıyan bir demir cevheri parçasında, taşın demiri çekmesini sağlayan mıknatıs 'ilkesi' bulunabilirdi. Tıpkı bir mıknatıstan bir avuç mıknatıslık çekip çıkarılamayacağı gibi; söz gelimi odun kömüründen de bir avuç filojiston çıkarmak hiçbir zaman söz konusu olamazdı. Yine de, Stahl kuramı geliştirdiği sırada, filojistonun bir maddeden ötekine aktarılabileceği akla geldi ve kuram, metalurji süreçlerini ve genelde yanma olayını açıklamada işe yaradı.
63. Kimi çağcıl eleştirmenler bu konuda Lyell ile aynı düşünceyi paylaşmıyorlar. Örneğin bkz. Taylor (1992).

II. Bölüm

1. Ya da çağcıl bilişimdeki bilgisayar izlencesinin bir benzeri...
2. Ama özellikle İtalya'da, Leonardo, Alberti ya da Brunelleschi gibi Rönesans bilim adamları, işe yarar konularda yüksek beceriye erişmişlerdi.

3. Saat benzetmesi, on yedinci yüzyıl için hiç de yeni bir konu sayılmazdı. 1. Bölüm'de sözü edildiği gibi, ta Cicero zamanında bile kullanılmıştı: *Tanrı'nın Mahiyeti Üstüne* adlı yapıtında geçmekteydi. Yalnız o dönemde söz konusu olan su saatiydi; yoksa on yedinci yüzyıla gelindiğinde iyice bol bulunan, olağanüstü mekanik saatler değil...
4. Gerçekten de konu bununla bitmiş olmuyordu. Leibniz Newton'dan yakınıyordu: Newton'un, bütün mekanik etkişimlere karşın hiç aşınmayan yüzde yüz sert zerrecikleri, eğer en ufak bir biçim bozulmasına uğramıyorlarsa, her çarpışmada sonsuz ivme kazanacaklardı.
5. Robert Boyle'ın sunduğu örnek iyi bilinir: Gazlarda zerreciklerin küçük sarma yaylar gibi ya da yün bukleleri gibi davrandığını sanıyordu o. Böylece, basınç altındaki gazın toplam davranışının, varsayımsal yapı parçacıklarının tek tek davranışları bakımından açıklanabileceği düşünülmüştü.
6. Newton'un yerçekimi kuramına böyle itiraz edilmişti. Fakat, kuramı matematik yönünden hem yeryüzü ve hem de gök cisimleri mekaniği alanında, öylesine başarı sağladı ki, karşı çıkanlar pek üstüne varamadı. *Opticks* adlı yapıtında Newton, madde kuramını açıklıkla ortaya koydu: Madde, 'katı, kütlesi olan, sert, içine işlenemez ve devingen parçacıklardan' oluşuyordu.
7. Sözgelimi, Boyle'ın 'yünsü' zerreciklerinin (bkz. 5. dipnot) yaylanması nasıl açıklanabilirdi?
8. Eğer bu sürecin iki düzlemde yinelendiğini düşünürsek; o zaman, güneş çevresinde dolanan bir gezegen, gezegenin çevresinde dolanan bir ay olabilirdi.
9. Boşluklar değil doğal olarak; fakat, havayla dolu bölgeler...
10. Daha başka ayrıntılar için bkz. Oldroyd (1974d).
11. Gerçekten, yeni felsefenin Hıristiyan öğretisiyle bağdaşması vazgeçilmez bir koşul olduğu için, dinin, bilimsel devrimde çok belirleyici bir yeri bulunduğu söylenebilir.
12. Hahamların süredizininden de, Yaratılış'tan bu yana geçen süre için çok küçük bir zaman ölçeği çıkmıştı. Kutsal Kitap'ın Vulgata çevirisinin Clementine baskısına dayanan Katolik kilisesi hesaplaması da benzer bir sonuca ulaşmıştı.
13. Bu dev bir araştırmaydı (çizelgeler ve resimleri katmaksızın 776 sayfa tutuyordu). Kitapta, dönemin coğrafya bilgilerini belirten ilginç haritalar yer alıyordu. Raleigh, dağların Tufan yüzünden meydana geldiğini sanmıyordu. Nuh'un gemisinin oturacağı bir Ağrı dağı olmalıydı ortalıkta.
14. Ayrıntılar konusunda bkz. Haber (1959), Dean (1981) ve Gould (1993).
15. Gerçekten, yerkürenin başlangıcı için Usher'in belirlediği tarih, Oxford Üniversitesi Basımevi'nin bastığı kimi Kutsal Kitap'larda 1910 yılına değin kaldı. Böylece, yerkürenin toplam yaşının yaklaşık 6000 yılı bulduğu uzun yıllar 'resmen onaylanmış' oldu ve İngiltere'nin kiliseye bağlı topluluklarınca büyük olasılıkla buna inanıldı. Ne var ki 1910'dan sonra bu, kesinlikle ciddi bir tarih yanlışlığıydı.
16. Örneğin, kireçtaşı ısıtıldığında sönmemiş kireç elde edilir.
17. Günümüzde yaşayan mürekkep balığının akrabası olup, bir kurşunu ya da kanatsız mızrak başını andıran fosilleri kalmış bir yaratık.
18. Woodward gibi kimi 'mekanistler' de, doğa tarihçilerinin yöntemiyle büyük koleksiyonlar ve sınıflandırmalar ortaya koydu.
19. Döküm, mercanlar, trilobitler ve daha 'sıradan' kavkılar da içinde olmak üzere 1766 örnek içeriyordu.
20. Orta Avustralya'da, uzun kuraklık yıllarının ardından büyük bir sel geldiğinde akarsularda, akıl almaz bir biçimde, koca balıklar ortaya çıkar. Kurak geçen yıllar boyunca nerede saklanmış olabileceklerini bilmek isterdim.
21. Bu süreçte Newton, kadim Yunanistan'da geçmiş olayları tarihleme konusunda bazı ilginç savlar ileri sürdü. Günberi, günöte noktalarının erkene kaydığını bildiği için, herhangi bir yüzyılda Akdeniz'de hangi takım yıldızlarının göründüğünü biliyordu. Dolayısıyla, takım yıldızlarının hangi tarihte adlandırıldığını kabaca kestire-

biliyordu. Yunan geleneğine göre bu adlandırma işi, Argonot deniz yolculuğu sırasında yapılmıştı. Bundan yola çıkarak, yolculuğun tarihini değiştirme önerisini getirdi.

22. Kepler'in gezegenlerin devinimine ilişkin kuramı üç yasadan oluşur: (1) Gezegenler Güneş'in çevresinde, elips biçimli yörüngelerde dolanır. Her elipsin bir odağında Güneş bulunmaktadır. (2) Gezegenin merkezi ile Güneş'in merkezini birleştiren doğrunun gezegen devindikçe taradığı alan, 'tarama süresiyle' doğru orantılıdır. (3) Her gezegen için T^2 (T= gezegenin dolanım süresi) ile R^3 (R= Elips biçimli yörüngede dolanan gezegenin merkezi ile odaktaki Güneş'in merkezini birleştiren yarıçap) doğru orantılıdır.
23. Newton'un kullandığı yöntemin elips biçimli yörüngelerde uygulanması kolay değil; oysa, gezegenlerin daire biçimli yörüngelerde devindiği kabul edildiğinde kolaylaşıveriyor. Gerçekten de, günümüzde artık bu hesaplamaları Newton yöntemiyle yapan hemen hiç kalmadı. Newton'un hesabını benim nasıl yinelediğimi görmek için bkz. Oldroyd (1990b).
24. Eğer yerküre kusursuz bir küre olsa, sonuçlar arasında ayrım bulunmayacaktı.
25. Illiffe (1993) tarafından yakınlarda çözümlendiğine göre, bu sonuçların ortaya konabilmesi için az buz kapışma olmadı. Bir de bkz. Berthon ve Robinson (1991, Bölüm: 6).
26. Alıntılama VI. Bölüm, 202. sayfada sürüyor.

III. Bölüm

1. Bunlar daha çok, çağcıl mineralbilimcilerin ilgi duyacağı türden konular.
2. Bu terimin tarih içinde gelişimini, Dean (1979) inceledi. Dean, on yedinci yüzyılda 'geologia' sözcüğünün birkaç yazarca kullanıldığına parmak basıyor; on altıncı yüzyılda İtalyan Aldrovandi'nin kullandığından haberi var. Ona göre, sözcüğün 'geology' biçiminde kullanımı 1735 yılında Benjamin Martin eliyle oldu. Üzerinde yaşadığımız *Yeryuvarlağ*ının Doğası, Yapısı, Bölümleri ve Üretim Süreçlerine ilişkin bir felsefi görüş açıklarken kullandı bu sözcüğü. Sözcük, coğrafya, yeraltı, yerüstü suları, bitkileri tanımlama ve sınıflandırma ile hayvanların tanıtımı konularını kapsıyordu. Fakat bizim bugün bildiğimiz anlamıyla 'jeoloji' ancak Saussure ve Deluc gibi Avrupalı yazarların 1770'lerde kullanmasından sonra, 1780'lerde ortalıkta görünmeye başladı.
3. Yüzey bozuklukları dağlar ve okyanus çukurluklarına karşılık geliyordu; ama, uzaktan bakıldığında küre biçimindeydi.
4. Hooke'un kuramı konusunda daha ayrıntılı bilgi için bkz. Oldroyd (1972b). Hooke'un kuramını geliştirirken, okuduğu Buridan'dan esinlenmiş olması uzak bir olasılık değil (Bkz. I. Bölüm).
5. Messene'li Euhemeris (İÖ yaklaşık 300), tanrıların eylemlerini anlatan mitosların, gerçek insanların başından geçmiş olayların üstü örtülü anlatılması olduğunu düşünen bir yazardı.
6. Kökel (/orijinal) adı Nils Steensen'di; ama, hemen hep adının Latinceleştirilmiş biçimiyle anıldı.
7. *Prodromus*'un önsözünü oluşturacağı yapıtın kendisi hiçbir zaman ortaya çıkmadı. Bu arada, Steno'nun kimi düşüncelerini Hooke'dan yürütmüş olup olmayacağı konusunda yazında tartışmalar çıkmış bulunuyor; çünkü, *Prodromus*'un yayımlanmasından kısa süre önce Londra'ya gitmişti ve İngiliz'in düşüncelerinden haberi olmuş olabilirdi. Hooke'un kendisi Steno'yu aşırmacılıkla suçlamıştı (Oldroyd, 1989: 217).
8. Seçilmesi önerilen yer, Volterra yakınlarında, Arno'nun bir kolu olan Era Irmağı vadisidir. Çağcıl yerbilimin görüşüne göre bu yapı, yerbilimcilerin 'horst ve graben' tipi yapı dedikleri ya da iki kırık arasında kalan bir blokun aşağı kaymasıyla oluşan bir yapıdır. Irmağın içinde aktığı vadi, iki kırık arasına düşen çöküntü bölümüdür.

Fakat bölgenin pek çok yerinde tabakaların kendi koyuvererek yamaçlardan akmış olduğu görülmektedir ve Steno model kesitini oluştururken bu durumdan etkilenmiş olabilir.

9. Gerçekten de, genel bir kanıya göre, bilim adamıyla zanaatkârın aynı kişide birleşmesi, daha önceleri Rönesans İtalya'sında, Leonardo ve Alberti gibi ressamların ya da Brunelleschi gibi mimarların yapıtlarında görüldü.
10. 'Maden Cevherleri Üstüne Kitapçık' ve 'Kimyasal Çözümleme Üstüne Kitapçık'. Kökel yazarı, on beşinci yüzyıl başında madenci kasabası Freiberg'in belediye başkanı Ulrich Rülein von Kalbe olabilir.
11. Adı bilinmeyen yazar, erkek ve dişi ilkeler olan cıva ile kükürtün birleşmesiyle cevher oluştuğunu yazdı. Değişik gezegenlerin etkisi altında değişik metallerin meydana geldiğini düşünüyordu. Dolayısıyla, cevher yatakları kuramı yıldız falında çıkan değerlendirmelere dayanıyordu.
12. XV. Louis'nin projeye ayıracak parası kalmayınca, Cassini'lerin özel girişimi olarak sürdürüldü ve ortaya 182 paftadan oluşan '*La carte de Cassini*' çıktı. Ölçeği 1/86. 400 idi.
13. Şöyle bir saptama da yapılabilir: Guettard'ın kat kat yığılmayı yorumlama biçiminden de anlaşılıyor ki, Steno'nun kat kat yığılma olayını sürmekte olan yeryüzü düzeni ile ilişkilendirmesi, yerküre üstüne düşünen herhangi bir kişinin hemencecik kavrayabileceği açıklıkta değildi.
14. Bunlar, bana göre haklı olarak, yirminci yüzyıldaki 'çevrim izleği düşüncesi'nin (İng.: cyclothem'lerin) öncüleri sayılabilir. Bkz. VIII. Bölüm. Lavoisier'nin yerbilim çalışmaları konusunda bkz. Rappaport (1968, 1973).
15. En yakın tarihli akıntılar sayılan 'Üçüncü ve son dönem' akıntıları, çakıl biçimli çıkıntılarıyla ayırt edilmektedir. Daha öncelere ait, baca bağlantıları artık ortalıkta kalmamış lav akıntılarına, *Montagne de la Serre* örneği verilmektedir.
16. Almanca baskısı yalnızca on yedi alt bölüm içermekteydi (Lehmann, 1756). Otuz birinci birim 'ilkel dağlar'ı simgeliyordu.
17. Lehmann buna *wahre rothe todte* (gerçek kırmızı ölü) kaya adını vermişti.
18. Füchsel'in çizimlerinde kullandığı tanıtım anahtarı şöyle: 25=*Ambitus fundamentum* (temel ya da taban taşı); *A*=24=*rothe tode Lager* ('kırmızı ölü tabaka'); *B*=23= *Steinkohlicht Geburge* (kömür taşı); *c*=22=*Alaunschiefer* (Alümlu yaprak kaya); *D*=20=*schwartz-blau Schalgeburge* (siyah-mavi kireçtaşı); *F*=19=*roth Schalgeburge* (kırmızı kireçtaşı); *E*=18=*weisslich Schalgeburge* (beyazımsı kireçtaşı); *e*=17=*Sandfloetz* (tabakalı kumaşı); *G*=16='*das Flötze*' ; *h*=15=*grau gyps oder Alabasterlager* (kül renkli jips ya da alabaster tabakası); *H*=14=*Brennkalchgeburge* (kaya kükürtü); *i*=13=*Glühsand* ('parıltılı kum'); *J*=12=*Sandgeburge* (kütlesel kumtaşı); *K*=11=*rothe Gypslager* (kırmızı gips); *K*=10=*Muschelkalch* (kavkılı kireçtaşı).
19. Doğalcası, çözüm bekleyen sorun, bunun tersidir. Yüzeyde baş vermiş tabakaların haritaya işlenebilenlerinden yola çıkarak, 'yerkabuğunun' tabakalı iç yapısını ortaya çıkarma olanağı bulunabilmelidir.
20. O dönemde bilinen dizgelerin önemlilerini bir araya getirerek (Oldroyd, 1974a)'da bir çizelgede özetledim.
21. Bunca karmaşık bir kesit görmedim bugüne dek. Somerset kömür üretim bölgesinin, çok stilize edilmiş (ama ilginç bir uymazlığı saptayan) bir kesitini yayımladı John Strachey (1719). İsveçli doğalcı Carolus Linnaeus, 1746 yılında gezdiği güney İsveç'te, bir dağın (kinne-Kulle) yerbilimsel kesitini çıkardı (Merriam, 1992).
22. Arduino'nun anahtarına göre bu çizimde *A* şisti simgeliyor, *a* demir benzeri bir mineral damarlarını; *B* killi, kuvarsımsı, mikalı kumtaşını; *H* fosilli mermeri; *L* bir beyaz ya da kırmızı kayayı (dolomit mi?); *M* çakmaktaşı içeren kalsiyum karbonatlı bir kayayı; *N* ve *P* siyah demir içeren bir kayayı, *q* killi, kalsiyum karbonatlı ve deniz fosilli bir kayayı... Kesiti ilk kez yayımlayan Stegagno'dur (1929, Çizelge VIII).

23. İkincil terimi, on dokuzuncu yüzyıl başlarına dek kullanıldı. Daha sonra, 1840'larda ve John Phillips'in önerisi üzerine 'Paleontoloji' terimleri (Paleozoik ve Mezozoik) Birincil ve İkincil devrin yerini aldı. Ama Tersiyer terimi bugüne değin yerini korudu. Terimlerin uğradığı bu değişme, tabakabilimin renk, doku, bileşim ve yapı gibi taşa ilişkin (litolojik) özellikler yerine fosiller bilgisi (paleontoloji) üzerinde temellenmeye doğru kaydığını gösteriyor.
24. Doğaldır ki bu anlayış, Arduino'nun çalışmalarının doğrudan tarihsel uzantısıdır.
25. İlkeyi böyle yararlı bir formüle dönüştüren Lyell değil, Archibald Geikie'dir.
26. Görüleceği gibi, Arduino'nun en alttaki kayaları Birincil kayalar adını alıyordu; ilkel değil... İkisi arasında şöyle bir ayrım vardı: İlkel kayaların yaşça yerkürenin ta en başlangıç dönemine gittiği düşünülüyordu. Çizim 3.7'de tıpkıbasımı verilen kesitine bakılırsa, İtalya'nın kuzeyine yaptığı yolculuğun Arduino'yu granit arazisine ulaştırmadığı anlaşılıyor.
27. Bkz. bir de Hedberg (1969a, b).

IV. Bölüm

1. Daha önce III. Bölüm'de ateş ve su kuramcılarını görmüştük: Örneğin Moro ateşe öncelik tanıyordu; Lehmann suya...
2. Aynı yıl Almanca baskısı çıktı; ayrıca 1859'da Fransızca baskısı yapıldı.
3. Oysa unutmamak gerekir ki, maden mühendisliği alanında belirli konulara, ve daha genelde yerkürenin mahiyetine ilişkin düşüncelere ilgi duymaktaydı. Dolayısıyla, yerküreye ilişkin düşünceler geliştirmesi yalnızca saray tarihçisi olmasının sonucu değildi.
4. Bu suyun nereden geldiği yeterince açıklanmamıştı. Oysa, yerkürenin, havakürenin ve okyanusların kökenine ilişkin çağcıl kuramlar bir de 'gaz boşalması' süreci katıyor işin içine.
5. Bünyesine (örneğin pirit gibi) mineral işlemesi sonucu, yapı maddesi herhangi bir canlının yapı maddesine benzemeyecek biçimde değişen fosiller göz önüne alındığında, Becher'in düşüncesi olmaz gibi görünmüyordu. (Üstelik çoğu fosil, canlı organizma biçimlerinden herhangi birine benzemez.)
6. Bu görüş, yeryuvarlağının tüm geçmişinin izleri peşinde koşan bir tarihçiye hoş gelebilirdi. Sahip olduğu tarih bilgilerinin çoğunun kaynağı Kutsal Kitap'tı, ister istemez.
7. Leibniz'in kuramı, dayandığı kaynaklar ve gününün düşüncesi içinde nasıl yer bulduğu konuları için bkz. Ariew (1991) ve Ellenberger (1994: 137-48).
8. De Maillet ayrıca, yerküre üzerinde daha çok suyun toplandığı almaşık bir dizi geliştirmeye kafa yoruyordu: Sular çoğala çoğala okyanuslar o denli derinleşecekti ki, yerküre bir kez daha üzerinde yaşayacak yerin kalmayacağı bir duruma düşecekti. De Maillet'nin evrenbilimi ve kuramının yararlı bir özeti için bkz. Carozzi (1992b).
9. Buffon'un yaşamı boyunca yalnız otuz altısı tamamlandı. Ölümünden sonra dizi başka yazarlarca sürdürüldü; son cildi 1804 yılında çıktı.
10. Buffon'un yaşamı ve yapıtları konusunda bkz. özellikle Roger (1989).
11. 1749 yılında yayımlanmasına karşın, 3 Ekim 1744 tarihini taşıyor. Bu tarih ile yayımlandığı tarih arasında geçen sürede, son gelişmelerin eklenmesiyle az çok değişikliğe uğradı.
12. Nemli pirit yığınları, kükürt-düşkünü bakterilerin etkinliği sonucu iyice kızışabilir.
13. Pallas ve Buffon arasında bir neden-sonuç ilişkisi olup olmadığını bilmiyorum.
14. Kitabın XI. Bölüm'ünde görüleceği üzere, canlıların dağılımındaki gariplikleri açıklamak amacıyla ortaya atılan kıstaklar düşüncesi yirminci yüzyılın başlarına değin, 'kıstak bağlantıları' kuramı adı altında varlığını sürdürdü. Ama bu yirminci yüzyıl kuramcılarının Buffon'la aralarında herhangi bir doğrudan tarihsel bağlantı yoktu.
15. Buna göre, sıcak bir cismin soğuma hızı, o cisimle içinde bulunduğu ortamın ısıları arasındaki farkla doğru orantılıdır.
16. Buffon'un düşünceleri 1749 yılında ilk özetlendiğinde, Sorbon'dan rahiplerin eleştirisine uğradı. Ama, kaynakları bakımından kimseye bağlı olmayan ve güçlü bir

toplumsal konuma sahip Buffon, düşünceleri ve çalışmaları önünde engel tanımadı ve güle oynaya daha köktenci düşünceler üretmeyi sürdürdü. Böyleyken bile, yayımlamaya karar verirken ölçülü davranıyordu ve yerkürenin olası yaşına ilişkin defter sayfalarında saklı kurgularını, kamuoyunda dile getirmedi.

17. Hutton evlenmedi; ama, yasa dışı bir çocuğu olduğu biliniyor. Bir süre kent yaşamından uzaklaşmasında bu çocuğun etkisi olmuş olabilir.
18. Bir bilim adamı/çiftçi olması dolayısıyla, Hutton üretim sürecinin kendi halinde yürüyüp gitmesini yeterli bulmuyordu; çiftliklerinin toprağına uygun miktarlarda marn (pekmez toprağı), hayvan gübresi ve kimyasal gübre katarak toprağın niteliğini iyileştirmeye uğraştı. Hutton'un çiftçi kimliği ve çiftçiliğinin yerküre üstüne düşüncelerinin gelişimine etkisi konuları için bkz. Jones (1985).
19. Bisiklet lastiği pompası kullanmış olan herkes bunu bilir.
20. Günümüz terimleriyle söylemek gerekirse, Hutton'un aklındaki 'batolitler'in oluşumuydu.
21. Oldukça yakın bir bakış açısını benimseyenlerden biri de İtalyan Giovanni Targioni-Tozzetti (1712-83) idi. Şöyle yazıyordu:

> 'Kişi, artık değişkenliğin kalmadığı en uç noktaya ulaşmış olduğu sanısına kapıldığı, o yeryuvarlağının (hiç olmazsa) bazı bölümlerinin, her şeye gücü yeten, bilge bir yaratıcının eliyle yaratılışının ilk günündeki gibi el değmemiş olduğunu hiç çekinmeden söyleyebildiği bir noktada, anlayabilme yetisinin yetersiz kaldığını ve o bölümün bile başlangıçtaki gibi olmayıp, eğer doğru dürüst gözlenirse hiçbiri ilksel durumunu korumamış başka üst üste konmuş kırık parçalardan oluştuğunu kabul etmek zorunda kalıyor' (Targione-Tozzetti, 1777, cilt 2: 189).

Bu bilgiyi sağlayan Ezio Vaccari'ye teşekkür borçluyum. Kulağa çok 'Huttonvari' geliyor ve geleneksel olarak Hutton'a yüklenen pek çok düşüncenin, on sekizinci yüzyılın ikinci yarısında İskoçya dışında bir yerlerde geliştirildiğini akla getiriyor. Ama bu konuda daha çok araştırma yapılması gereği var.

22. Hutton'un yerküre kuramında tartışmaların yoğunlaştığı yer 'p' olacaksa da, aralarında uymazlık bulunan tabakaların var olduğu yer 'q' olacaktı. Anımsanacağı üzere Robert Hooke, kendi kuramına dayanarak boylam yönünde çok yavaş değişmeler olacağını kestirmiş; ama, kestirdikleri doğru çıkmamıştı. ('q'yu saptamayı hiçbir zaman başaramadı.) Descartes'inki gibi kuramlara gelince, büyük kuram ile (burgaçlar varsayımı ile) gözlenen gerçekler (söz gelimi dağlardaki yatık tabakalar) arasındaki bağlantı olağanüstü zayıflıktaydı. Doğrulanmak üzere gözlemler sunmayıp 'olmuşları sayıp döken' bir 'işte böyleyken böyle' öyküsüydü. Steno'ya gelince, Toskana'daki tabakaları görmeden önce tabakaların düzenine ilişkin bir kestirimde bulunup bulunmadığını bilmiyoruz.
23. Genellikle 'yerli kaya' diye anılıyor.
24. Bu önemli günlük, Topluluk'un huzurunda 1785 yılında okundu.
25. Hutton'un ölümünden iki yıl önce yayıma hazırlanan kitap, kusurlar içeriyordu. İkinci cildin büyük bölümü Saussure gibi Fransız yazarlardan uzun ve bir ölçüde iyi sindirilmemiş (örneğin çevirisi yapılmamış) alıntılarla doludur. Kitabın tümüne, laf kalabalığı ve yinelemelerle dolu bir metin gözüyle bakılagelmiştir. Hutton'un yapıtının doğrudan etkili olamayışı, önceleri kötü yazınsal biçemine yüklenmişti. Ama, belirtmek gerekir ki, Hutton'un yazdıkları gerçekten çok sayıda, kesince ortaya konmuş, etkileyici parça içermektedir ve düşünceleri en azından İskoçya'dan ses getirmiştir.
26. Craig *ve diğ.* tarafından yayıma hazırlanan baskıda (1978) ve diğer baskılarda resmin alt yazısı şöyle: 'Ayrıntılı Doğu-Batı Kesiti, Kuzey Graniti, Arran Adası, Strathclyde'. Hutton, Arran'a 1787 yılında yaptığı geziyi, *Theory of the Earth* [Yer-

küre Kuramı] adlı yapıtının yayımlanmamış üçüncü cildinin 9. Bölüm'ünde ayrıntılarıyla anlatıyor. Bu metin, Hutton'un adayı bir yerbilimsel örnek olarak gördüğünü göstermesi bakımından çok ilginç: 'yerkürenin yüzeyinden ya da topraklardan üzerinde yaşanabilir bir dünya türetmek için gerekli bütün bilgiyi sağlayacak bir örnek' (Hutton, 1899: 199). Üstelik, adadaki kayaların mahiyetini (minerallerinin doğal tarihini) ve dağılımını betimledikten başka, ayrıca Arran'ın yerbilimsel tarihinin bir özetini ve hatta olası geleceğini de anlattı (*a.g.y.*: 262).

27. Hutton'un kuramı, tersine, çoğu kez 'Vulkancı' kuram olarak anılıyordu.
28. Fakat, on dokuzuncu yüzyıl verilerinin hepsi Foucault'nun çözümlemesine aynı ölçüde 'şıp' diye oturmuyor. Bkz. s. 304.
29. Bu tür bir yönteme en güzel örnek, belki de Linnaeus'un bitkileri sınıflandırmada kullandığı yöntemdi. Bundan başka Linnaeus'un kristalbilimi üstüne IX. Bölüm'de (s. 294) açıklanan değerlendirmelere bakınız.
30. *Kurze Klassifikation* aslında kuram içermiyordu; kuram uyarınca oluşmuş kayaların düzenini açıklıyordu. Kuram Freiberg'de öğrencilere belletiliyordu ve kurama ilişkin bilgi edinilecekse, en iyi yol Werner'in kendi eliyle yazdıklarını ve öğrencilerinin derste tuttuğu notlardan elde kalanları incelemektir. Kuramı ayrıntılı biçimde inceleyen Alexander M. Ospovat, yaptığı *Kurze Klassifikation* çevirisinde bu konuya yer vermiş bulunuyor (Werner, 1971).
31. Werner'in el yazmalarında ve öğrencilerinin yayınlarında bu dökümün çeşitli örnekleri bulunabilir.
32. Günümüzde bu olgular, son buz çağı sonrasında Baltık bölgesi üzerindeki büyük buz yükünün kalkması sonucu kara düzeyinde yükselmelere bağlanıyor.
33. Oysa, IX. Bölüm'de ele alınacağı üzere, on dokuzuncu yüzyılda Wernerci biçemde bir mineral oluşumları bilgisini (/jeognoziyi) yeniden temellendirmek amacıyla, önemli çabalar harcandı. Sterıy Hunt'ın çalışmaları buna örnektir.
34. Örneğin, belirli bir alacalı kumtaşının, Yeni Alacalı Kumtaşı mı, (Permiyen ya da Triyas yaşlı) yoksa Yaşlı Alacalı Kumtaşı mı (Devoniyen yaşlı) olduğu, (rengi, dokusu, kimyasal bileşimi, yapısı gibi) taşla ilgili özellikleri dolayısıyla belirlenmez. Bu tür bir belirleme, kayanın türü yanı sıra fosillere bakılarak yapılır.
35. Lehmann ve Füchsel'in ilk yapıtları, hiç kuşkuya yer bırakmayacak biçimde Werner'in düşüncelerinin doğuşuna yol açmış olsa da, benzetmelik konumuna erişemedi. Gerçi Werner'in düşüncelerinden bazıları Lehmann'dan türetilmişti; ama, 'Lehmann ışınımı' ya da 'Füchsel ışınımı' diye bir şey yoktu.
36. Bunun yaygın adı Vulkancı-Neptüncü çatışmasıdır.
37. Hutton'un Tilt Boğazı'nda gözlediği granit damarları konuyu perçinledi.
38. Geikie'nin yazdığı tarihi eleştirirken, benim tarih yazımında çağdışı kalıp kalmadığım ve Liberallik taslamaktan suçlu olup olmadığım soruları yerinde sorulmuş olur.
39. Ayın yüzündeki kraterlerin dış çarpmalara mı bağlı olduğu yoksa, püsküren yanardağlara mı bağlı olduğu sorusu üstünde kafa yoran Robert Hooke'ın sağladığı daha erken tarihli bir örnek vardır belki de. Hooke, macun kıvamında bir alçı karışımını, kızgın lapa gibi göz göz oluncaya değin ısıtmayı denedi ve ayrıca, sonucun aydaki 'kraterlere' benzeyip benzemediğini görmek için içine cisimler attı.
40. Bu konu için bkz. Lawrence (1977).

V. Bölüm

1. Tarihçi konuyu iyice zorlamak isteğindeyse, eski Mısır'da papirüs üzerine çizilmiş bir haritanın günümüze kalmış parçalarından söz edilebilir. Bu harita parçalarında, altın yatakları ve taş ocaklarına ilişkin temel 'yerbilimsel' bilgiler var. Bkz. McMahon (1992).
2. Ne var ki, Lehmann ve Arduino'nunki gibi, on sekizinci yüzyılda çizilmiş kimi yerbilimsel kesitler (bkz. III. Bölüm), yerkürenin bir tarihi olduğu düşüncesini insana iletiyor.

3. Kitap 1775 yılında yayımlanmış; harita 1774 tarihli ve şu başlığı taşıyor: '*Geographischer-Plan der Gefürsteten Graffschafft Henneberg Chur Saechsischen Antheils enthaelt die Aemter Schleusingen Suhl and Kuhn-dorff mit Bennshausen. Gezeichnet und herausgegeben 1774 von Fried. Gottlob Glaeser*'.
4. Bu kaynak için Andrew Grout'a teşekkür borçluyum.
5. Kaya, bir parça balık yumurtası görünümü veren çok sayıda küçük kireçtaşı küreciklerinden oluşmakta.
6. Yayımlanmış nüshası için, bkz. Phillips (1844: 30).
7. Smith 1815 yılında haritasını yayımlamadan önce, bu yönteme benzer bir şeyi Werner ve Jameson önermişti. Düşey sıralamada tabakaların görece yerlerini belirlemek üzere rengin gittikçe koyulaştırılmasını amaçlamışlardı. Bkz. Jameson (1809-10: 156-7).
8. Okunamayacak denli hırpalanmış olan, bakımsız durumdaki bu belge Londra Yerbilim Topluluğu Belgeliği'nde saklanmaktadır.
9. Bu da Yerbilim Topluluğu'nda saklanmakta.
10. Fosillerden yararlandığına kuşku yok ve derlediği fosillerin bir bölümü Doğa Tarihi Müzesi'nin (British Museum of Natural History) depolarında varlığını sürdürüyor.
11. Smith MSS, Yerbilim Bölümü, Oxford Üniversitesi. Smith'in, 1824 tarihinde Scarborough'da yapacağı konuşma için hazırladığı notların ekinden alıntılanmıştır. Bkz. Edmonds (1975).
12. Werner'in eski öğrencilerinden Doğa Tarihi Profesörü Robert Jameson, Edinburgh'da sahibi olduğu kürsüden, öğretmeninin madenlerin dağılım ilkelerini ayrıntılarıyla anlatıyordu ve bu Alman'ın kuramlarını yaymak amacıyla bir Werner Yanlıları Derneği kurdu. Huttoncular ile Wernerciler arasında çok sayıda ve şiddetli tartışma geçti.
13. Smith, vadilerin günlenme ve aşınma yoluyla oyulduğunu söyleyen Huttoncu görüşü kabul etmiyordu. Tersine, kökel yığılma süreçlerinin sonucu olduklarını varsayıyordu. Dolayısıyla, 'tümüyle yaşlı kayalar arasında baş vermiş bir kaya'nın önceleri kendi türünden ana tabaka kütlesine bağlıyken, aşınma sonucu ana tabakadan arta kaldığı görüşüne katılmıyordu. Kumsala yalnız başına vurmuş bir avuç köpük gibi, kökel birikme sırasında ortaya çıkmış 'bir avuç yabancı maddeydi'.
14. Harita en sonunda Amerika'da bir belgelikte ortaya çıktı. Torrens'çe yayımlandı (1994). (Farey, Smith'in kullandığı açıktan koyuya doğru boyama yöntemini kullanmadı.)
15. Hooke'un son yıllarında yaptığı çalışmalara göndermede bulunuyorum. Anımsanacağı gibi (bkz. s. 94), gençliğinde fosillerin amacı bakımından yeterli olacağını sanıyordu.
16. Bu tür bağlılaşımlar yeni değildi. Guettard'ın Fransa haritası yapımına (bkz. III. Bölüm) yardımcı olan Phillipe Buache (1700-73), bir marnımsı bandın ('*bande marneuse*') Manş Denizi'nin iki yakasında birden uzandığını göstermişti (Guettard, 1751, Tablo 31; Taylor, 1985: 20; ayrıca bkz. Çizim 3.2).
17. Başka yerlerde de savladığım gibi (Oldroyd, 1979), yerbilim tarihinin yazımı, hukuk kurumu ve öteki toplum kurumlarına tarihsel bir açıdan bakılmaya başlandığı zamanlara rastladı aşağı yukarı. Dolayısıyla, yerbilim tarihi yazımını, on sekizinci yüzyılın sonları ile on dokuzuncu yüzyılın başlarında ortaya çıkmaya başlayan çok daha genel bir düşünce biçiminin belirtisiymiş gibi görme eğilimine insan kendini kaptırabilir.
18. Belirli bir dönemin fosillerinin, elbette, yeryuvarlağının 180 derece zıt noktalarında, hatta bundan daha yakın noktalarda bile birbirinin tıpkısı olması beklenemez (gerçi kimilerinin olduğu görülmüşse de). Yine de, bir ölçüde bağlılaştırma (/korelasyon) olasılığı vardır; çünkü, belirli bir dönem fosillerinin genel özellikleri birbirine benzeyebilir; ve adım adım ilerleyen yanal bağlılaştırma çalışmaları sonucu, bütünleyici bir çözümleme yapılabilir. En azından tarihsel yerbilimin amacı budur.

19. Ne var ki, De la Beche iki yıl sonra, itaatsizlik yüzünden kovuldu.
20. Jamaica'ya gitmeden önce Avrupa'da yerbilimle de uğraştı.
21. Herries Davies'in ayrıntılı biçimde betimlediği gibi (1983, 1995), gerçekten işler İrlanda'da biraz önden yürüdü; ama, bu yanı benim üzerinde durmak istediğim konunun dışında kalıyor.
22. Devon bölgesinde çalıştıktan sonra, De la Beche Cornwall'ın haritasını çıkardı; ve sonra, Bristol Kanalı'ndan karşıya atladığı gibi iktisadi bakımdan önemli olan Güney Galler bölgesinde çalışmaya koyuldu. İktisadi önemi olan alanlara özel ilgi yöneltilmesinden sonradır ki, çalışmalar çok dizgeli (/sistematik) biçimde ilerledi. İskoçya'daki harita çalışmaları 1854 yılında başladı ve Haritacılık Dairesi'nin İskoçya Kolu 1867'de kuruldu.
23. Böylece çağcıl deyimle, Üst Paleozoik'ten Mezozoik'in üstüne değin sürdü.
24. Bu açıklamanın bir parça sınırlandırılması gerekli. Almanya'da, birazı beyaz, birazı kırmızı bir kumlu birim var. Kırmızı olana Alman madenciler *rothe tode Liegende*, ya da 'kırmızı ölü tabaka' diyorlar. Werner bu birimden *aelter rother Sandstein*, ya da Yaşlı Kırmızı Kumtaşı diye söz ediyor. Bugünkü düşünce biçimine göre, Almanya'daki bu birim Triyas Dizgesi'ne giriyor. Fakat Jameson (1808: 159), Almanların kaya ve mineral bilgi birikimini (/jeognozisini) İngiltere'nin kayalarına uygularken, yanlış bir bağlılaşım yaparak İngiltere'nin sıradan bir kırmızı kumtaşı birimine Yaşlı Kırmızı Kumtaşı adını verdi. Belirli bir birimin adı olarak bu isim uygun bulunup olduğu gibi korundu. Öte yandan, bu yanlış bağlılaştırma, paleontolojik ölçütler yerine taşbilimsel ölçütler kullanıldığında ortaya çıkabilecek sorunları sergiliyor. Bağlılaştırmaları açıklığa kavuşturanlar, Buckland ile Conybeare oldu (1824).
25. Öte yandan, VIII. Bölüm'de ele alınacağı gibi, tabakabilimsel tutanakta çok büyük ölçekli değişimlere karşılık geldiği için, kullandığımız altbirimlerin 'doğal' olduğunu düşünmenin haklı nedenleri var.
26. Murchison'a ilişkin olarak bkz. özellikle, Thackray (1978), Rudwick (1985), Secord (1986), Stafford (1989) ve Oldroyd (1990a).
27. Özellikle bkz. Rudwick (1985) ve Secord (1986).
28. Haritacılık Dairesi'nin kurulmasından sonra, haritacılar kendilerini 'profesyoneller' olarak görmeye başlarken, üniversite profesörlerinden yörel fosil derleyicilerine dek diğer bütün yerbilimciler, 'amatörler' terimi içine sokuluyordu. Amatörler böyle nitelenmeye karşı çıkmadı.
29. De la Beche daha çok yer yapıları ve taş bilgilerine bel bağlamıştı ve her ne kadar savaşımdan başarısızlıkla çıkmış olsa da, sonraki yorumcular hiç de tümden yanılmadığı görüşünü paylaşıyor. Rudwick (1985) tarafından gösterildiği gibi, gerçekten de, tartışma ilerledikçe iki yan da, bir orta yol benimsemek üzere, düşüncelerini değiştirdiler. Bu arada belirtmek gerekir ki, bütün Yaşlı Kırmızı Kumtaşları kırmızı olmadığı gibi, bunların tümü kumtaşı da değildir.
30. Her nedense, adlandırmasında pay sahibi olduğu diğer iki dizgenin (Devon ve Perm'in) uzandığı alanların genişlemesi Murchison'u hiç heyecanlandırmışa benzemiyor. Murchison ayrıca Britanya'nın tabakabilimsel dikme kesitinin tabanını oluşturmak üzere (İskoçya'nın kuzeybatı yaylalarında) 'temel gnays' düşüncesini ortaya attı. Ama hiçbir zaman, oraya buraya ve her yere uzandığını görmek gibi özel bir tutkusu olmadı. Bunun nedeni, öyle sanıyorum ki, İngiltere için oldukça yalın, akla yakın ve anlaşılması kolay bir tabakabilimsel düşey kesit ortaya konduğunu görmek istemesiydi. Bunun, gerçekleşecekse, yalnız bir tabanı olmalıydı. Murchison bundan dolayı, 'amatörlerin' İngiltere'nin güneyinde 'Arkeen' ya da Prekambriyen kayalar bulma çabalarına karşı direniyordu.
31. Ordovisiyen kayalar, içerdikleri fosiller (graptolitler) nedeniyle kolay ayırt edilebiliyordu.
32. Murchison 1855 yılında Genel Direktör oldu ve ölüm yılı olan 1871 yılına değin yerini korudu. Ama, örgüt üzerindeki etkisi, ölümünden sonra uzun yıllar sürdü.

33. Soruşturma mektuplarına gelen yanıtlara ve Topley (1885), Koehne (1915), Sarton (1919), Merrill (1920), Greenly ve Williams (1930), Johns (1976), ve Socolow'a (1988) dayanarak... Alman harita yapım çalışmaları konusundaki bilgiler için Peter Schimkat'a teşekkür borçluyum.
34. Böyle olunca, yerbilimcilerin bu karmaşık işte kolaylık sağlaması bakımından uzun zaman boyunca boyamaya başvurmalarına şaşmamak gerek.

VI. Bölüm

1. Karşılaştırınız: Shakespeare'in *The Tempest* [Fırtına] I. ve II. adlı yapıtı. Kızının belleğini yoklayan Prospero ona şunu sorar: 'Karanlık geçmişte, zamanın sonsuzluğunda gördüğün nedir?'
2. Ya da, daha kesin söylemek gerekirse, kavkılı (sert bölümlü) fosiller ve organizmalar...
3. Kimi eleştirmenler bu durumu Darwin kuramına karşı güçlü bir sav olarak görüyor. Bkz. örneğin, Milton (1992:105-7). Oysa, Gault kili içinde belirgin taş-tabakalarının varlığı nedeniyle tortulanmanın (Wells, 1938: 184), kesiksiz olmamış olabileceğini ayırt eden yerbilimciler, burada bir gizem görmeyebilir.
4. 'Tufancılar' ve 'tekdüzenlilikçiler' terimlerini daha sonra, Lyell'in *Principles of Geology* [Yerbilimin İlkeleri] (1832) adlı yapıtının ikinci cildi üstüne yazdığı ünlü inceleme yazısında ortaya atmış olan William Whewell'dir (1832: 126). Sözcüğü yakıştırırken Whewell'in aklında tam olarak Cuvier gibi yerbilimciler vardı.
5. Cuvier, insanlık tarihinin gördüğü tufan olaylarının kanıtlarını Kutsal Kitap yanında, ilkçağdan kalma başka belgelere de dayandırıyordu.
6. Örneğin, Cuvier'nin *Discours préliminaire* adlı yapıtının 1813 tarihli çevirisine (*Essay on the Theory of the Earth* [Yerküre Kuramı Üstüne bir Deneme]) yazdığı 'Giriş' yazısında Wernerci Robert Jameson, 'Musa'nın anlatısı (...) ile mineral dünyasında gözlenebilen çeşitli olguların çakışmasından' duyduğu hoşnutluğu belirtiyordu (Cuvier, 1813: v).
7. İnsanlık tarihinin en erken izleriyle, bunların yerkürenin geçmişini nasıl aydınlattığı üstüne çok şey söylediyse de, Cuvier dinbilimsel konuları yerbilimsel çalışmalarında açık açık ele almadı.
8. Akla gelenler papazlar arasında, John Playfair, John Henslow, Adam Sedgwick, William Buckland, William Conybeare, Charles Kingsley, Thomas Bonney, John Blake, Charles Callaway, William Symonds, Henry Crosskey ve daha pek çok kişi sayılabilir.
9. Hutton'un düşüncelerini tutundurmak yolunda çaba gösterenlerin başlıcası dostu ve yaşam öyküsünün yazarı John Playfair (1748-1819) (Playfair, [1802] 1964) idi.
10. On dokuzuncu yüzyılın başlarına gelindiğinde, 'doğalcı dinbilim' terimi yeğlenir olmuştu.
11. Oxford ders izlencesinin o sıralardaki yapılanma biçimi dolayısıyla, bilim dersleri, okunması isteğe bağlı, fazladan derslerdi ve bilim, verilen unvanlar içinde yer almıyordu. Oysa Buckland, hem öğretim üyelerinden ve hem de öğrencilerden büyük dinleyici topluluklarını çekmeyi başardı ve Oxford çevresinde öğrencilerini götürdüğü gezilere ilgi büyük oldu. Buckland'ın özel ilgi alanı paleontoloji ve özellikle mağara içi yığıntılarıydı. Ayrıca Güney İngiltere'nin kil ve çakıllarını da inceledi; bunları, -kendi deyimiyle *Reliquiae diluvianae*- Nuh Tufanı'nın meydana gelmiş olduğunun kanıtları sayıyordu (Buckland, 1823). Sırtlanların kemirdiği açıkça belli olan kemikler vb. mağara içi kalıntıları, hayvanların bu yerlerde yaşadığını, ve Tufan yüzünden ille de buralarda gömülüp kalmadığını akla getiriyordu. Buckland'ın açımlaması (1823) daha çok mağara yığıntıları üstüneydi; dolayısıyla, kitabın adı kuramsal içeriğiyle birbirini tutmuyordu. Mağara kalıntıları aslında 'tufanın artıkları' değildi. Ama, Buckland Güney İngiltere'nin çoğunu kaplayan kil ve çakıllara dayanarak, bir Tufan için çoğun çoğu gözlemsel kanıt bulunduğundan kuşku duymuyordu. Bkz. Rupke (1983: 39 ve *birçok yerde*).

12. Böyle bir düşünce Desmarest'in yapıtlarında da açıkça görülüyordu. Bkz. Çizim 3.4.
13. Deniz düzeyinin de birlikte aynı miktarda yükselip alçaldığı ileri sürülebilirdi, pekâlâ. Ama Romalılardan bu yana Akdeniz'de genel bir alçalma ve yükselme olduğunu gösteren pek az belirti vardı ve böylesi değişmeler, eğer olmuşsa, tarihçilerce büyük olasılıkla kaydedilmiş olurdu.
14. Oysa, o dönemin tüm yerbilimcilerince kabul edilmeyen kimi varsayımlar vardı burada. Özellikle Leopold von Buch, Etna'nınki gibi yanardağ konilerinin Lyell'in düşündüğü biçimde yükseldiği kanısında değildi. Bkz. s. 257-8.
15. M. J. S. Rudwick'in Açık Üniversite (İngiltere) için yaptığı 'Lyell Etna Dağı'nda' (1974) adlı kusursuz film önceki savı sergiliyor. Lyell'in dolaştığı yerleri gösteriyor ve gördükleri konusunda nasıl akıl yürüttüğünü anlatıyor.
16. Lyell, 'yöntemi'ni yeni bir şeymiş gibi sunsa da, o ilk değildi; örneğin Hutton ve Scrope ondan daha önce aynı yöntemden yararlanmış, ama bunca felsefi patırtı çıkarmamışlardı.
17. Newton bu konuda her zaman kendi verdiği 'talkına' uymadı; ama, burada tartışılan nokta o değil.
18. Bu ayrım konusunda bkz. Gould (1965).
19. Yerbilim tarihçisi Archibald Geikie ([1905] 1962: 299), tekdüzenlilik ilkesini açıklamanın kolayını böyle buldu.
20. Lyell, oldukça yakın zamanda ortaya çıktığını düşündüğü ve özel bir kuraldışı durum saydığı insanoğlunu, yerküre ve üstünde yaşayanların tekdüzenliliğine ilişkin genel kuralın dışında tuttu.
21. Jura'da memeli kalıntıları bulunması Lyell'i yüreklendirdi; ama, gerçekte bu da yetersizdi. Paleozoik'te memeliler bulunamayışına şöyle bir gerekçe yakıştırdı (Lyell, 1830: 148): O güne değinki yerbilim araştırmaları daha çok Avrupa ve Kuzey Amerika'da; başka bir deyişle, Paleozoik'te büyük okyanusların kapladığı ve dolayısıyla memelilerden bir şey kalması olanaksız alanlarda yapılmıştı. Ama Paleozoik balıklar bilinmekteydi.
22. Yakın tarihte ortadan kalkan dodo -her ne kadar bu kez ortadan kaldıran insanoğlu olsa da- soy tükenme olaylarına pekâlâ örnek oluşturabilirdi.
23. Lyell, 1842 yılında Niyagara Çağlayanı'nı gezerken bunun özellikle iyi kanıtlarını buldu. Çağlayanın neden olduğu gerileme aşındırmanın bir miktarı henüz belleklerde canlıydı ve kendi yerbilim felsefesinin gerektirdiği üzere, bugünün geçmişi açıklamakta anahtar görevi yapmasına olanak sağlıyordu. Bkz. Lyell (1845, cilt 1, Bölüm 2).
24. Söylendiği gibi, Cuvier yerküreye çok yaşlı gözüyle bakıyordu. Ama tufancı görüş, tek başına Cuvier'in kuramlaştırma çalışmalarının ürünü değildi.
25. Lyell'in döneminde 'dönüşümcülük', siyasi anlamda köktenci bir görüş sayılıyordu; çünkü, iyileştirme ya da değişim düşüncesi yanlış ellere -ezilen işçi sınıfının elinegeçebilirdi. Lyell ise böylesi duygulara çanak tutmayı isteyecek bir kişi değildi.
26. Kendi yaşam deneyimimde, bunu en açık seçik olarak gördüğüm yer, kitabın 'Giriş' bölümünde sözünü ettiğim Tanna'dır. Ama Darwin Vanuatu'ya uğramadı.
27. Kıyı boyunca büyük bir kırığı belirlediği sanılan Queensland'ın 'Büyük Set Resifi' örneğinde görüldüğü gibi, kırığın deniz tarafında yerkabuğu alçalmaktadır. Batan bir denizaltı yanardağı, atol adı verilen çember biçimli bir mercan adasının doğmasına yol açabiliyor.
28. Çarpıcı olanı 'ayrılma ilkesi'dir (bkz. Ospovat, 1981).
29. Trilobitler gibi oldukça karmaşık organizmaların, Kambriyen'in tabanında görüldüğünü unutmamak gerekir.
30. Bu durum, günümüz fosilbiliminde kimi kuramcıların, hemen her evrimsel değişimin olağan 'stasis' (/durgunluk) durumu sırasında kısa süreli coşmalar ('durkalk'lar) biçiminde yoğunlaştığı düşüncesini benimsemesine yol açtı. Bu konuda anlaşmazlık sürüyor.

31. Bu söz Scrope'un sözü. Rudwick'in (1974) ileri sürdüğüne göre, 'zaman poliçeleri' düşüncesinin Scrope'un hoşuna gitmesi, bankacı olmasından ileri gelmektedir.
32. Durumu bilim felsefesinin temel bilgileri açısından ilginç yapan, Kelvin'in gerek yokken bir yardımcı varsayım ortaya koyarak, yerkürenin içinde sürüp giden bir ısı kaynağı bulunmadığını söylemesiydi.

VII. Bölüm

1. Çakıl vb.'nden oluşan, ince uzun biçimli yuvarlanmış tepeler.
2. Çakıl, kum ve sularca aşındırılmış taşlardan oluşan uzun yılan biçimli sırtlar.
3. Ayrıca, 1824 yılında Jens Esmark Norveç'te eskiden varolmuş buzulların kanıtlarına rastladı.
4. Venetz'in günlüğünün ilk okunuşu ta 1821 yılına dek uzanır. Perraudin ile birlikte 1815-18 yılları arasında Val de Bagnes'de çalıştı.
5. İnsan türünün her soyunun ayrı ayrı yaratıldığı düşüncesi, bütün soyları tek bir kökten gelmiş sayan monogenizme ters düşüyordu.
6. William Buckland adı Kuzey Galler, Beddgelert, Goat Oteli konuk defterine işlenmiş. Tarih: 16 Ekim 1841.
7. Daha öncelerde gökbilimci Sir John Herschel (1830), yerkürenin yörüngesinin dışmerkezliliğinin, yerkürenin geçmişinde iklim kökenli etkilenmelere neden olmuş olabileceğini ileri sürmüştü.
8. Humboldt, Lambert'in bir teoreminden yararlanan Poisson'u (1836) kaynak alıyordu. Temelde aynı saptamayı daha önce Henschel de yapmıştı (1830).
9. Bkz. Irons (1896).
10. Croll bir haritacı olarak Geikie'nin pek işine yaramıyordu; böyleyken, bir kuramcı ve düşünür olarak onu örgüt içinde desteklemek istemiş olmakla Direktör büyük övgü hak ediyordu. Yine de Croll büro içi yönetim hizmetlerinde yararlı oluyordu. Ortaya attığı savların ayrıntılarını kavrayamasalar da, meslektaşlarından büyük saygı görüyordu. Croll bir çok bakımlardan acı çekmiş bir kişilikti. Elli dokuz yaşında beyninden rahatsızlanmış ve kamu hizmetine girmede ön koşul olan sınavdan geçmediği için emekliliğe hak kazanamadan Haritacılık Dairesi'nden ayrılmak zorunda kalmıştı.
11. Çekilen buzulların geride bıraktığı ve içinde büyük kaya parçaları bulunan tabakalanmamış katı kil anlamına gelen 'moren' ya da 'buzultaş' karşılığı kullanılmış eski bir İskoç sözcüğü.
12. Bu kişi, kıtaların kayması kuramıyla ünlü Alfred Wegener'in kayınbabasıydı (bkz. XI. Bölüm).
13. Ayrıntılı bir anlatı için bkz. Imbrie ve Imbrie (1979).
14. 'Östazi'. Östazi kavramının tarihine ilişkin makaleler için bkz. Dott (1992).
15. Kavkılı, çok küçük deniz organizmaları.
16. Kayalar oluşurken, o sırada etkin olan manyetik alan doğrultusunda mıknatıslık özelliği kazanırlar. Bunu 1906 yılında, Fransa'da bir tuğla fırınının çıkardığı tuğlalarda mıknatıs özelliğini araştırırken bulan yerfizikçi Bernard Brunhes oldu (Imbrie ve Imbrie, 1979: 147).
17. Buz örtülerinin çevrelerinde ya da soğuk çöllerde, rüzgârların savurma etkileriyle oluşan yığılmalar.
18. Bu çizimde AA graniti belirliyordu: aa 'dayklar ve püskürük yataklanmaları'; BB 'altındaki ve üstündeki tabakalara uymayan' kayaları; ve CC 'Karbonifer yaşlı kayaları' belirliyordu.
19. Kazı işlemi tamamlanmış bir akarsu dizgesinin Çizim 7. 3'te gösterilen denkeğim profiline ulaşması da bu yasalardan biriydi (Gilbert, 1877: 116).
20. Gilbert'in kaleme aldığı *Report on the Geology of the Henry Mountains* [Henry Dağları'nın Yerbilgisi Üstüne Rapor], lakolitler (derinlikteki, kocaman, mantar biçimli magma sokulmaları) konusundaki incelemesi dolayısıyla ilginç ve önemlidir.

21. Üç parçalı manzara görüntüsünün yalnız bir yaprağıydı bu.
22. İlgi duyanlar için söylemek gerekirse, Sidney'in Kuzey Kıyı bölgesindeki bahçemde de tıpkı böyle bir çavlan var.
23. Oysa kimileri etkisinin çok güçlü, hatta yıkıcı olduğu görüşünde. Davis'in görüşlerinin Avustralya'da eleştirisiz kabul edilişi, yer yapıları biliminin (/eomorfolojinin) ilerlemesine her zaman yardımcı olmadı. Doğu Avustralya'da arazi yükselmeleri ve yontukdüzler oluşumuna ilişkin Davisçi görüşlerin uğradığı değişiklikler için bkz. Scott (1977, Bölüm: 9).

VIII. Bölüm

1. Bu düşüncenin hiç olmazsa birazını, dostu von Humbolt'un esinlemiş olduğu sanılıyor: Yeni yanardağ Jorullo'nun Meksika'da 1759 yılında püskürüşünü *Cosmos* adlı yapıtında (1880-3) von Humboldt şöyle betimliyor:

> Püskürmenin olduğu gün, düz toprak yüzeyinin yukarı doğru kabardığı görüldü ve deyim yerindeyse, bütününüyle hava dolmuş gibi şişerken, kabarcıklar oluştu; kabarcıkların en büyüğü bugünkü yanardağdır. Bu çeşitli büyüklüklerdeki, iyi-kötü düzgün, koni biçimli, şişmiş kabarcıklar daha sonra patladı ve ağızlarından kaynar, kaba çamurlar saçtılar; bugün taşlaşmış kara kütlelere dönmüş bu çamura hâlâ çok uzak yerlerde rastlanıyor (von Humboldt, 1883, cilt 5: 313).

2. Lakolit (Grekçe *lakkos*= mahzen) adıyla anılan bu tür yapılar, çağcıl yerbilimin kuramsal zırhının bir bölümüdür. Utah'ın Henry Dağları'nda bulunan ve Gilbert'in betimlediği (1875: 19) klasik lakolit örneğinden bir önceki bölümde söz edildi.
3. Güney Amerika'nın doğu kıyıları ile Afrika'nın batı kıyısı arasındaki koşutluğa ve uzak kıtaların yerbilgileri arasındaki benzerliklere dikkat eden von Humboldt (1801), ayrıca Atlantik'in koskoca bir vadi sayılabileceğini ileri sürdü.
4. Wernerci kuram tümden çökmedi. 'Yeni-Wernercilik' düşüncesinin incelemesi için bkz. IX. Bölüm.
5. Fakat Lyell İsviçre'nin, büyük yerküre devinimleri ve 'aşmalarla' tabaka düzeninin bozulduğu bir bölümünde yolculuk yapıyordu.
6. Bu bölgedeki kayalar olağanüstü ilginçtir. Dağ sıralarından birinin tepesinde, Elm Köyü'nün yukarılarında, Segnis Geçidi diye anılan bir yerde, kireç taşının üzerine oturmuş sert, kısmen başkalaşmış bir kaya vardır. Kireçtaşı da kiltaşı (kayağan taş) üstüne oturmuştur. Kireçtaşı bir noktada günlenip aşınarak, sözcüğün tam anlamıyla delinmiştir. Güneş ışığı yılda iki gün bu delikten geçerek aşağıdaki vadide bulunan kilisenin kulesini aydınlatır. Başkalaşmış kaya ile kireçtaşı arasındaki dokanak bugün bir bindirme yüzeyi olarak tanınmaktadır, ve epeyi uzaktan kolayca görülebilir. Aşma yüzeyi öyle bir eğimle dalmaktadır ki, sonunda dokanak birkaç mil kuzeyde vadi tabanını bulur. 1840 yılında Escher von der Linth'in bulduğu bu göz önündeki dokanak Glarus Kantonu Doğa Araştırmaları Derneği'nin (*Naturforchender Gesellschaft des Kanton Glarus*) diktiği bir tabela ile Alpin yerbiliminin temelinin atıldığı yer olarak belirlenmiştir.
7. Büzülme-buruşma varsayımını daha önceleri ortaya atanlar arasında, Elie de Beaumont bir yana, Adam Sedgwick, Charles Babbage, W. W. Mather, Henry de la Beche ve Constant Prévost vardır. Prévost'un geniş açımlaması için bkz. Prévost (1839-40).
8. Hall, uğraştığı tortulların toplam kalınlığının Apalaş Dağları'ndaki tortulların kalınlığı dolayında olduğunu sanıyordu.
9. Her ne kadar terimin isim babası Hall değilse de; Hall, tekneleşmeye ilişkin kendi düşüncesini bu makaleyle ortaya koydu. 1857 yılında Montreal'de, Amerika Bilim İlerletme Derneği'ne sunduğu bildiride düşüncelerini tartışmaya açtı; ama, metin 1883 yılına değin yayımlanmadı. Ne gariptir ki, geleneksel olarak ve yerinde bir davranışla Hall'a mal edilen 'yerteknesel (İng.: geosynclinal)' terimini ortaya atan

kişi, rakibi Dana'dır. 'Dağların Kökeni Üstüne' başlıklı makalesinde 'jeosenklinal' terimini kullandı (Dana, 1873b: 430). On yıl sonra, *New Text-book of Geology* [Yeni Yerbilim Ders Kitabı] (1883) adlı yapıtında Dana bugün yeğlenen 'yertekne (İng.: geosncline)' terimini kullandı. Unutmamak gerekir ki, 'jeosenklayn' içinde başka pek çok ek, bağımlı 'senklinal' ve 'antiklinaller' barındırabilir. Hall ilk ortaya attığı öneride (1859: 70), çökme sonucu ortaya çıkacak bir 'büyük senklinal eksen'ine çok sayıda senklinal ve antiklinal eksenlerinin eşlik edeceğini bildirmişti. (Terimin tarihi konusu için bkz. Mark (1992).)

10. Gerçekte, mercanların günlük ve yıllık büyüme halkalarının mikroskop altında incelemesine dayanan yirminci yüzyıl araştırmaları, yıldaki gün sayısının artmayıp azaldığını gösteriyor. Öyleyse, uzak geçmiştekine göre yerküre şimdi daha yavaş dönüyor. Gecikme, gel-git kökenli sürtünmeye bağlanıyor.
11. 'Yertekne'ler düşüncesi tarihinin erken dönemine ilişkin daha çok bilgi için bkz. Hsü (1973), Dott (1974, 1978, 1979) ve Greene (1982).
12. Stille'nin kullandığı bir terim.
13. Pozzuoli'deki Serapis Tapınağı'nda (bkz. s. 208) geçmişin izlerini dikkatle inceleyen Suess (1904-24, cilt 2: 392), bu izlerin sırayla yükselip alçalan karalara bağlı olmayıp geçmişte tapınak bölgesindeki deniz basmalarına ilişkin yerel bir sonuç olduğu gerekçesiyle, tapınağı örnek olarak vermekten vazgeçti.
14. Buna örnek, Ordovisiyen'de dünyanın her yerinde büyük önemde yer tutan graptolit fosillerinin görülmesi olabilir.
15. Suess'in bu düşünceye ilişkin çalışmaları konusunda bkz. Hallam (1992).
16. Gerçekten de bu düşüncenin ucu ta de Maillet'ye (Carozzi, 1992b) dek uzanır; ama, buzul kuramı dolayısıyla değil...
17. Alpin, Hersiniyen ve Kaledoniyen terimleri, Avrupa'nın geçirdiği üç büyük dağ oluşumu dönemini belirtmek için yerbilimcilerce kullanılan terimlerdir. 'Kaledoniyen', Alt Paleozoik zamanlarda meydana gelmiş ve İrlanda'dan başlayıp İskoçya üzerinden İskandinavya'ya dek uzanan dağ dizgesinin yanı sıra, Kuzey Amerika'nın Atlantik kıyısındaki dağların oluşumuna yol açmış büyük çaplı yerküre devinimlerinin adıdır. 'Hersiniyen', önceleri Orta Almanya'nın orman kaplı dağlık bölgelerinden söz ederken kullanılırdı (Harz bölgesi). Von Buch 'hercynisch (hersinimsi)' terimini Orta Avrupa'da yaygın, kuzey-batı yönelimli bir kırıklar ve kıvrımlar dizgesini anlatmak için kullandı. Bertrand'a göre bunlar, geç Karbonifer ve erken Perm dönemlerinde meydana gelmiş dağ oluşturan devinimlerle ilişkiliydi. Alpin terimi ise, İsviçre Alpleri vb. bölgelerde Tersiyer'de meydana gelmiş olan dağ oluşumundan söz ederken kullanılır.
18. Bu ün küçümsenir gibi değildi. Bertrand hiç İsviçre'ye gitmemişken, Heim ve Escher von der Linth'in düşünceleri ve gözlemleri üzerinde çalışarak ve Jules Gosselet'nin (1880) Belçika'da yaptığı çalışmalarla koşutluklar kurarak ortaya bir öneri attı: Buna göre, Glarus Kantonu'nun yapısı, Heim'ın canlandırdığı gibi, kuzey ve güneyden 'pense' benzeri, iki yanlı sıkıştırmayla değil, güneyden gelen tek bir bindirme-aşma ile açıklanabilirdi. Bu yorum, bir daha değişmemek üzere Heim'ın yorumunun yerini aldı; öte yandan, kıvrımların nasıl ters kırığa (faya) dönüşebileceğine ilişkin Heim'ın yorumu da tamı kabul görmüş bulunuyor.
19. Az çok benzer bir haritayı, daha önce Alman yerbilimci Melchior Nuemayr çizmişti (bkz. Çizim 11.7). Ama, Nuemayr'ınkinde karasal alanlar daha küçük, okyanus alanları da o ölçüde daha büyüktü. Dolayısıyla, Neumayr ile Haug'un haritalarının yarattığı genel izlenim birbirinden ayrıydı. *Face of the Earth* [Yerkürenin Yüzü] adlı yapıtının ikinci cildinde Suess, adlarına 'Atlantis' ve 'Gondvana' dediği iki büyük ilksel kara kütlesi düşünür (Suess, 1906: 254). Bunların başlangıçta, doğu-batı doğrultusunda uzanan 'Tetis' adlı bir denizle birbirinden ayrıldığı sanılıyordu. Grönland, Atlantis'ten kalma bir parçaydı; bunun yanı sıra, Avustralya, Afrika ve Hindistan'ın bölümleri de Gondvana'dan kalmaydı.

20. Bu harita yapım serüveninin ilginç öyküsü Berthon ve Robinson'da bulunabilir (1991, Bölüm 8, 'Hindistan'ı Ölçerken').
21. Gökbilimsel yöntemle yapılan belirlemede enlemler arasında 5° 23' 37,058" ayrım vardı; oysa, yer ölçme yöntemiyle yapılan belirlemede ayrım 5° 23' 42,294" idi.
22. Dutton şöyle söylüyordu (1892: 53):
Eğer yerküre türdeş malzemeden yapılmış olsa, dönerken zorlamasız, kendiliğinden dengesini bulduğunda basık küre biçimli olacaktır; ama, eğer türdeş değilse, kimi yerleri ötekilerine göre daha yoğun ya da daha hafif ise, doğal biçimi basık küre olmayacaktır. Hafif malzemenin biriktiği yerlerde yüzeyde düzleşme ya da içe göçme eğilimi belirecektir. Yerçekiminin, türdeş olmasına bakmaksızın bir gezegene kazandırdığı bu biçimsel denge durumuna 'izostazi' adı verilmesini öneriyorum.
Dutton, kuramın ana özelliklerinin Charles Babbage ile Sir John Herschel'in 1830'larda yazdıklarında bulunabileceğini açıklıyordu (*a.g.y.*.: 58). Bkz. Babbage, 1838: 23.
23. Chamberlin, 'Çoklu işleyen varsayımlar yöntemi' (1897) başlıklı makalesiyle ünlüdür. Yerbilimcileri ve genelde bilim insanlarını, beyinlerinde geniş yelpazeli bir dizi kurgusal düşünceye yer ayırmaya ve böylece herhangi birine ileri düzeyde bağlanmamaya yönlendiriyordu.
24. Diyastrofizm= yerkabuğu devinimleri, kırılma, kıvrımlanma, yükselme, çökme, dağ oluşumu, vb.
25. Bir birikme alanının sergilediği taş-tabaka ve fosil özelliklerinin toplamını anlatan bir terim. Bu özellikler, birikmenin hangi koşullarda olduğunu gösterir (örneğin kıyı fasiyesi, buzul fasiyesi gibi...).
26. Eğimli bir kıyı çizgisini düşünün. Zamanın her noktasında, eğimli yüzey üzerinde değişik türde tortulanma olacaktır. O sırada bir deniz baskını ya da çekilmesi meydana gelmesine bağlı olarak, değişik zamanlarda aynı türde malzeme yığılmaları olacaktır. Ve aynı zaman noktasında, değişik yerlerde değişik türde tortullar yığılacaktır. Bağlılaşım yapan bir tabakabilimcinin bu ilkeyi aklından çıkarmaması gereği açıkça ortadadır. 'Walther'in yasası'nın özeti şudur: 'Düşey ardışım içinde birbirine bitişik fasiyesler arasında birikme alanında, yanal olarak da birbirine geçiş vardır. Yani, herhangi bir noktadaki düşey ardışım, yanal olarak göç etmiş (dağılmış) taş-tabaka fasiyeslerinden oluşur.'
27. Pallasit= Bir miktar olivin içeren, bir tür taşımsı-demirden göktaşı. Adını, 1772 yılında Sibirya'da böyle bir göktaşı bulmuş olan P. S. Pallas'dan alıyor (bkz. s. 125).
28. Başta silisyum (ve oksijen) olmak üzere büyük oranda magnezyumdan oluşan kayalar.
29. Başta silisyum (ve oksijen) olmak üzere büyük oranda alüminyumdan oluşan kayalar.
30. Suess, 'sial' ve 'sima' terimlerini *Face of the Earth* adlı yapıtında kullandı (1904-24, cilt 3: xxiv, 626).
31. Silur'da meydana gelmiş deniz suyu basmaları ve çekilmelerine ilişkin çağcıl verilerin Grabau'nun önerdikleri ile uyum içinde olduğunu Johnson ve McKerrow'dan (1991 ve 1992) öğreniyoruz. Grabau'nun, yinelenen fasiyes değişikliklerine ilişkin düşünceleri, özellikle Şikagolu yerbilimci F. J. Pettijohn'un çabaları sayesinde, 1940'ların sonlarıyla birlikte kabul görmeye başladı.
32. Örneğin Oswald Spengler'in *The Decline of the West* [Batının Çöküşü] adlı yankılar uyandıran yapıtı akla geliyor (1926). Büyük bölümüyle Birinci Dünya Savaşı'ndan önce yazılan bu yapıt, 1918 yılında Almanca olarak yayımlandı.
33. Ayrıntılar için bkz. örneğin Heckel (1984), Langenheim ve Nelson (1992); Buchanan ve Maples (1992).
34. X. Bölüm, deprembilimin başlangıç dönem tarihini, yerkürenin derinliklerine ilişkin düşüncelerin gelişimi açısından, kuşbakışı incelemeye ayrılmıştır. Deprembilimciler, depremlerden kaynaklanan dalgaları yerküre içinde izleyerek, yerkürenin içinin ya-

pısına ilişkin 'iyi-bilgilenmiş öngörüler'de bulunabiliyorlar. Ama, yerkürenin yüzeyinde ateşlenen patlamalar ve bunların aşağılardaki tabakaların değişik kat yüzeylerinden gelen yansımalarını arama yoluyla, tabakabilimciler yerkabuğunun üst katlarının iç yapısını belirleyebilecekleri bir araca sahipler artık. Deniz çalışmalarında patlamalar, gemilerin çektiği toplardan basınçlı havayla atılan füzelerle sağlanır.

IX. Bölüm

1. Oysa, kayabilimin gelişmesine ilişkin paha biçilmez bir süredizin (/kronoloji) ve kaynakça yayımlandı yakınlarda; Yoder'in (1993) bu yayını geniş kapsamlı bir kayabilim tarihi araştırması yapacaklar için eşsiz bir başlangıç noktası oluşturabilir. Ayrıca bkz. Loewinson-Lessing (1954).
2. *The Oxford English Dictionary* 'petrology' sözcüğünün ilk kullanıldığı tarihler olarak 1690 ve 1811 yıllarını veriyor ama 'petrography' için 1651 yılı veriliyor.
3. Mercanlar, likenler ve balçık kalıpları gibi sorunlu konular vardı.
4. Çağcıl dirimbilimde (/biyolojide), türlerin mahiyeti çok tartışmalı bir konudur ve türleri belirlemede kullanılan ölçütler üzerinde kıyasıya çekişme sürüyor.
5. Bu ölçütün fosillere gelince işlemez olduğu besbelli.
6. Linnaeus'un da yanılgıya düştüğü gibi, burada (yanlış olarak), kuvars kristalinin, iki başında altıgen tabanlı iki piramit bulunan altıgen prizmadan oluştuğu kabul ediliyor.
7. Geikie, Edinburgh'lu Wernerci Robert Jameson'un *Elements of Geognosy* (1808) adlı yapıtından alıntı yapıyordu. Jameson'un *Treatise on the External Characters of Minerals* (1805) adlı yapıtında da benzer bir biçem açıkça görülüyordu.
8. Romé de l'Isle'in Steno'dan herhangi bir şey aldığını ayırt etmiş değilim; ama, almış olması olasılığı büyük.
9. Bunu yaparken, Foucault'nun betimlediği (1970) doğa tarihine uygun, belli bir gelişme çizgisini izliyordu. Başka bir deyişle, on sekizinci yüzyılın sonlarına doğru doğalcılar sınıflandırma yaparken, dış biçimden başka şeylerle de ilgilenmeye başladılar. İç yapıyı da dikkate aldılar. Haüy'ün yaptığı tam tamına buydu.
10. Kimyasal bileşenler (öğeler) ('*les premiers principes ou les élémens des corps*' (Haüy, 1784: 49)), bu boyutun altında geliyordu. Kimyasal bileşenlerin mahiyeti, dilinim yerlerinden ayırarak bölme deneyleriyle açıklanamıyordu; ama, kimyasal çözümleme yoluyla bulunma olasılığı vardı. '*Molécule intégrante*' bir maddenin bütünüyle aynı özellikleri taşıyan en küçük parçasıydı ve bugün bildiğimiz tanımıyla 'molekül'ün habercisiydi. Oysa, Haüy'ün kristalleri çatlatmaya dayanan çözümleme yöntemiyle, yalnızca dilinim yüzeylerinden ayrılmış parçacıklar elde ediliyordu ve bunlardan kristalin belirleyici, temel biçimi (/formu) ille ortaya çıkmış olmuyordu. Şunu da atlamadan belirtmek gerekir: Her ne kadar Haüy kristal kuramı dolayısıyla tanınırsa da, yaptığı mineral sınıflandırması (Haüy, 1801) kimyasal temeller üzerine oturuyordu. Örneğin, birinci mineral sınıfını şöyle tanımlıyordu: 'bir asit ile bir toprağın ya da alkalinin, ya da her ikisinin birden birleşimiyle oluşmuş asit nitelikli maddeler'. Bu sınıfın birinci dizisi, 'bağlı olmaksızın bir toprakla bir asitten oluşan topraksı, asit nitelikli maddeler' idi. Bu dizinin ilk türler kümesi kireç idi; bu küme içindeki türler arasında 'karbonatlı kireç', 'fosfatlı kireç', 'sıva kireci', 'sülfatlı kireç', 'nitratlı kireç' ve 'arsenikli kireç' vardı. Böylece yeni kimya bilgisi, on sekizinci yüzyıl doğa tarihindeki sınıflandırma uygulamalarının mineral dünyasına uygulanabilmesine olanak tanıdı. Ama bu tür bilgi, arazide bir kayayı tanımaya çalışan yerbilimcinin pek işine yarayan türden değildi.
11. Başka bir deyişle, birkaç değişik biçimli mikro 'yapı bloku'nu kullanarak kafada kristal yapıları kurmak için belirli gelişigüzel kurallar önerilmişti.
12. Doğrusu, Haüy'ün kuramı benim betimlediğimden biraz daha karmaşıktı. Bir kristalin 'ilkel biçimi' mekanik bölünme yoluyla ortaya çıkabilirdi. Buna göre altı çeşit 'ilkel biçim' vardı: paralelpipedon, oktahedron, tetrahedron, düzgün heksagonal pi-

rizma, rombik yüzlü dodekahedron ve üçgen yüzlü dodekahedron. Önemli olan, bu biçimlerdi. İlle de en küçük kristal birimi olmaları gerekmiyordu. Bunlar '*molécules integrante*' idi ve yalnızca üç çeşidi bulunuyordu: Tetrahedron, üçgen prizma ve paralelpipedon. '*Molécule intégrante*'ların uygun birleştirimlerinden ilkel biçimler meydana geliyordu ve bunlar büyük kütleler halinde bulunan ikincil biçimleri meydana getiriyordu. Ama, şu belirtilmeli ki, gerçekten Haüy'ün elde ettiği dilinim parçaları, parçalanmamış kalsit kristaliyle aynı biçimde değildi.

13. Tortul kayaların taş-tabaka sınıflarını resmen ortaya koyan Brongniart oldu (1827: 34); ama, tortulların taşlaştığına ilişkin genel düşünce, bundan çok daha eskilere gider.
14. Wallerius, kuvars, feldispat ve mikadan oluşmuş '*lapides mixti*'den söz ediyor; ama, bunlardan yalnız biri, '*saxum mixtum*', bu bileşenlerden oluşmaktaydı. Fransızca baskısında (Wallerius, 1753) terim, 'granit' adıyla ortaya çıktı; ama, mineral bileşenlerinden yalnız ikisinin birlikte bulunduğu durumlardı kastedilen.
15. Kaya adlarının kökeni konusunda, kaynakçaya ilişkin ayrıntılarla birlikte, daha çok bilgi edinmek için bkz. Tomkeieff (1983). Ayrıca bkz. Rudwick (1969).
16. Bu tür kayalar geleneksel olarak 'asit nitelikli' olarak adlandırılır: Silis (SiO_2), zayıf bir asit olan silisik asitin su yitirmiş biçimidir. Bununla birlikte, silisin litmus kâğıdını kırmızıya dönüştürdüğü sanılmamalı; kaynar alkalilerde çözünebilirse de, suda hemen hiç çözünebilir değildir. Bir kayanın içerdiği silis oranı, on sekizinci yüzyılın sonuna gelindiğinde, artık III. Bölüm'de sözü edilen yöntemlerle saptanabilmekteydi. Bugünlerde, 'felsik' terimi çoğunlukla 'asidik' terimine yeğlenmektedir.
17. 'Dayk' sözcüğü (İng.:dyke) eski İskoç dilinde 'duvar' anlamına geliyor.
18. Bildiğim kadarıyla, o dönemin hiçbir ders kitabında çizelgeyi tam bu biçimiyle bulmak olası değil. Bu çizelge, o ders kitaplarında belirtilen düşünceleri kapsayan genelleştirilmiş bir toplu bakış.
19. Berzelius'un (1814: 27) ortaya attığı 'siliciate' terimini biz bugün kısaltılmış biçimiyle silikat ('silicate') olarak kullanıyoruz.
20. Bu, talk gibi en yumuşak minerallerden başlayarak, elmas gibi en sertine dek uzanan on basamaklı bir merdivendi. Merdivenin her basamağında yer alan mineraller, kendilerinden daha küçük Mohs sayısı taşıyan mineralleri çizebilir; ya da, daha yüksek sayılı minerallerce çizilebilir. Sertlik bugün de, arazide mineralleri tanımaya çalışırken başvurulacak yararlı öğelerden biri.
21. Yazarı belli değil; ama, büyük olasılıkla Jameson'un elinden çıkmıştı.
22. 'Trap' sözcüğü İsveç dilinde 'merdiven' anlamına geliyor. O günlerde gevşek bir biçimde tanımlanan terim, çoğunlukla bazalt ya da trakit anlamında kullanılıyordu. Üst üste gelen lav akıntılarının 'basamaklar' oluşturduğu bu tür kayalara, 'trap' adı veriliyordu.
23. Gerçekten *The London Encyclopedia*'nın ilgili maddesi, daha o günden kuramsal 'gerilim'in işaretlerini taşımaktaydı. Verilen dökümde, 6. ila 12. sıralardaki kalemler 'ikincil, bağımlı' olarak nitelenirken, ötekiler 'birincil' olarak nitelenmekteydi. Ama 6-12. sıradakilerin ötekilerle arasındaki geçici ve geometrik ilişki karanlıktı. Üstelik, granit ve 'sienite' gibi kayalara 'geçiş kayaları dizisinde' de yer veriliyordu; ve *Flötz* kayalar üstüne kurulu genel ardışım düşüncesi neredeyse toptan çökmüştü; çünkü, Avrupa'nın her değişik bölgesi için apayrı tabaka ardışımı dökümü belirlemek zorunluğu vardı.
24. Harker (1932: 203) yapraklanmayı şöyle tanımlıyordu: '[B]aşkalaşmış bir kayanın bileşimine giren belirli minerallerin oldukça belirgin biçimde, mercekler ya da fare kuyruğu benzeri çizikler ya da rasgele bantlar oluşturur şekilde yığılışması. Bu mercek ya da çiziklerin birinde belli bir mineral bolca bulunuyorsa, tersine komşu mercek ya da çiziklerde, bir başka mineral bolca bulunur, çoğunlukla'. Bununla birlikte, yapraklanma ile şistositenin aynı şey olmadığının da altını çizme gereğini duydu. Başkalaşımın şiddeti arttıkça şistositede azalma olabilir, buna karşılık yapraklanmada artma olabilirdi. Yapraklanma olayında mineral malzemesi ayrımı söz

konusuydu ve yapraklanmaya yörel bir çözünme, yayılım ve yeniden kristalleşme neden olmuş olabilirdi.

25. İlk Yönetmen Henry De la Beche (1834: 300), başlarda oldukça Wernerci bir görüşü benimsemişti: Katılaşım kayalarının, ısınmış bir okyanustan aşağı atılan mal zemeyle birlikte oluşmuş bulunabileceğini ve şistler ile gnaysların bir biçimde taban kalanmış yığılışmalar olabileceğini; katlarının bir tür yığılışma sürecinin sonucu olduğunu ileri sürüyordu (*a.g.y.*.: 293).
26. *Drüse*=bez. 'Druse' terimi, iç yüzeyinde minerallerin kabuk bağladığı gelişi güzel kaya boşlukları anlamında eski bir Alman madencilik teriminden türemiştir. Boşluğa doğru büyüyen kristaller genellikle düzgün biçimlidir ve bunları biriktirmeye meraklı olan çoktur.
27. Yerbilimde Hunt biçemi konusu için, bkz. Brock (1979). Hunt'ın 1875 yılına gelene değin yazdığı makalelerin önemlileri *Chemical and Geological Essays* (Hunt, 1875) adı altında topluca bulunabilmektedir. Daha sonra yazdığı makalelerin belki de en önemlisi, 1885 yılında yayımladığıdır.
28. Daha önceleri, Bischof (1854-5, cilt 1: 252, 344) eski kayalarda yer alan karbon ve kükürt yataklarının belki de organik kökenli olduğunu ileri sürmüştü. Hunt, bu önerisi dolayısıyla Bischof'a duyduğu teşekkür borcunu belirtmiştir.
29. Bir kristal köşegenlemesine biçilip sonra bu iki parça yeniden Kanada balsamı (/reçinesi) ile yapıştırılır. Kalsit kristaline giren bir ışın, iki ayrı polarılmış ışına bölünür. Nicol, kristali öyle bir biçimde kesmişti ki, ışınlardan biri tam iç yansıma nedeniyle sapıp giderken, öteki ışın bileşik kristalin içinden geçip geliyordu. Böylece, bir 'Nicol Prizması' kullanılarak polarılmış ışık, (tek bir düzlem içinde titreşen ışık) elde edilmiş oluyordu. Bu tür ışık, bir mikroskop tablasına yerleştirilmiş herhangi bir malzemenin ince kesitine yöneltilebilir ve kristal özellikli malzemeler, üzerine düşen ışığın polarılma düzlemini bir eksen çevresinde döndürebilirdi. Bu dönme miktarı, (belirli standartta kristal kalınlığı için) saptanabilir; bu amaçla, ince kesitten sonra 'çözümleyici' olarak yerleştirilen ikinci bir Nicol Prizması kullanılırdı. Her mineralin kendine özgü bir dönüş miktarı olduğu gibi, polarılmış ışık kullanılarak ince kesiti gözlenen kristallerin yarattığı renkler de kendine özgüdür. Böyle çalışan polarma mikroskobu, kayabilimin en temel araçlarından biridir.
30. Sonradan 'dinamik başkalaşım' terimi yeğlendi.
31. Bu terimi ortaya atan Lapworth değil, Archibald Geikie idi.
32. Terimi 'batolit' biçiminde ortaya atan Suess idi (1888, 1909, cilt 4: 551). 'Stok' ise batolite göre daha küçük boyutlu bir yapıdır; ama, alttan altta bir batolite bağlı olabilir. Arran'da sözü edilen durum ise bir batolit olmaktan çok, tam anlamıyla bir 'stok'tur.
33. Ama bazı görüşlere göre (Hamilton ve Myers, 1967) batolitler, ilkin derinde oluşmalarına karşın genellikle oldukça incedir. Daha çok kendi yanardağ püskürüklerinden oluşan bir örtünün altında kalarak billurlaştıkları ileri sürülmüştür.
34. Yerkürenin oluştuğu malzemenin başlangıçta türdeş (/homojen) olmadığı görüşü vardı. Dolayısıyla 'lav gölleri' başlangıçtaki daha kolay eriyebilen malzemenin artıkları sayılıyordu. Ayrıca, ısının etkisiyle akışkan göllerde meydana gelebilecek buharlar, tabakalarda tümseklenmelere ve kıvrımlanmalara ya da yanardağ etkinliğine yol açabilirdi. Bu tür düşünceler sonraları Dutton gibi Amerikalı yerbilimcilerce sorgulandı (1880: 116, 125).
35. Hutton'un bugün bizim başkalaşmış kayalar dediğimiz kayaların yabancısı olmadığını gözden uzak tutmamak gerek. *Theory of the Earth* (1795, cilt 1: 318) adlı bu yapıtta şöyle yazıyordu: 'Tabakalı alpin kayalarının dalgalı yapısı (akar duruma gelmemiş bile olsa) büyük ölçüde yumuşamaya uğramıştır; o denli ki, ilk baştaki düzgün tabakalanma çizgileri oluklu ya da dalgalı çizgilere dönüşmüş, kimi yerlerde iyice içe doğru kıvrımlanmıştır.'
36. 'Granitleştirme' terimini daha önceden T. Virlet d'Aoust (1846-7: 500) kullanmıştı. Virlet d'Aoust, yeryuvarlağı üzerinde gerçekten 'ilkel' ya da kökel kayaların varlı-

ğının kanıtları bulunmadığı kanısındaydı. 'Granitleştirme' dediği olayın -bu bir başkalaşım süreciydi- yüksek sıcaklıkta meydana gelmesi gerekmediğini düşünüyordu.

37. Sederholm şunu açıkça belirtti: Finlandiya'da adına gnays denilen kayalar ile Almanya'daki granit türü gnayslar arasında hemen hiç benzerlik yoktu.
38. Fin Körfezi kıyısında, Helsinki yakınında.
39. Sederholm'un kendi yayınlarında yer alan fotoğrafların niteliği bu kitapta çoğaltılmaya elverecek denli iyi değil.
40. Grekçe gövde sıvısı, ak kan, ya da yangı, cerahat anlamına gelen bir sözcük.
41. 9. 3 no'lu çizimin sağında yer alan değişim ardışımı, aynı zamanda bir miktar demir ve magnezyum yitirilmesi anlamına gelecekti.
42. Tomkieff (1983: 358), bir mineralin bir başka minerale kimyasal dönüşümü anlamındaki bu terimi daha 1826 yılında ortaya atanın. K. F. Naumann olduğunu söylüyor (*Lehrbuch der Mineralogie*: 209). C. J. Sainte-Claire Deville, 1850'lerde yayınladığı çeşitli yazılarda cevherleştirici etkenlerin; başka bir deyişle, yeni malzeme getiren ve eskilerini alıp götüren gazların, neden olduğu değişimler düşüncesini ortaya atmıştı.
43. Anahtar öneminde iki yayından biri Read (1957), öteki Gilluly'dir (1948). Yayınlardan ikincisi, bu tartışmadaki karşıt yanların sunduğu bir dizi makaleyi bir araya getirmektedir ve tartışmanın geçtiği Amerika Yerbilim Topluluğu (Geological Society of America) toplantısındaki görüşmeleri uzun uzadıya aktarmaktadır.
44. Trakit soyundan bir tür kaya. Grekçe'de *propolos* önden giden hizmetçi anlamına gelir. Daha sonra yapılan araştırmalar, Richthofen'in propilitlerinin değişime uğramış andezit olduğunu ortaya koydu.
45. Bkz. s. 300.
46. 'Foyait' siyenit kümesinden bir kaya türü; adını Portekiz'de çıktığı yer olan Foya'dan alıyor.
47. Ayrıca bkz. Brøgger (1894).
48. Adını Charles Soret'nin (1879-80) çalışmalarından alıyor. Soret bir bakır sülfat çözeltisi olayını inceledi ve karışımın daha soğuk olan bölümünde 20°C sıcaklıkta %17.3 oranında tuz buldu; daha sıcak olan bölümünde 80°C sıcaklıkta %14 oranında tuz buldu. Her ne kadar bu olgu Soret İlkesi adıyla anılırsa da, gerçekte ilkin C. Ludwig'ce (1856) bulunmuştur.
49. Bu düşünceye, daha önce İngiliz haritacı J. G. Goodchild (1892) hafiften değinmişti. Ayrıca, J. Barrel ve N. V. Ussing gibi yazarlar da kısa süre sonra, bağımsız olarak aynı düşünceyi önermişlerdi.
50. Oysa, Darwin (1844: 123) sonuçta trakit ve bazalt olarak ayrımlaşmaya yol açacak biçimde, yer çekimi etkisi altında kristallerin birbirinden ayrılması olasılığı üzerinde durdu. Granit türünden derinlik taşlarında böyle bir sürecin işlediğine ilişkin açık kanıt bulamadıysa da; bazalt dayklarının çoğunlukla granit oluşuklarını kestiğine parmak bastı. Yaklaşık aynı sıralarda, Daly ile aynı doğrultuda düşünen F. Loewinson-Lessing ve M. Schweig gibi başka yerbilimciler de vardı.
51. 'Salik'= silis ve alümina: bolca kuvars ve feldispat içeren kayalar. 'Femik'= demir magnezyum karışımı: bolca olivin ve piroksen içeren kayalar.
52. Dikine bir fırının tabanındaki cıva dolu bir kaba, yukarıdan küçük bir miktar erimiş malzeme bırakılıyordu. Ani soğuma, o yüksek sıcaklıkta kendi aralarında denge bulan malzemelerin türlerini ve yoğunluklarını olduğu gibi donduruyordu. Bu yöntemi az bir zaman önce bulmuş olan kişi Shepherd idi (Shepard ve diğ., 1909).
53. Feldispatlar bu türlü davranmaya özellikle yatkındır. İçerdikleri sodyum ve potasyum iyonlarının (/yükünlerinin) oranlarına bağlı olarak geniş bir kimyasal bileşim yayılımı sergileyebilirler; bu nedenle, dizideki feldispatlar arasındaki ayrım temelde rasgeledir.
54. 'Magma oyuntusu' (kurama göre) bir sokulum sürecidir. Magma tavan taşını yiyerek yavaş yavaş yükselirken, yerli kayadan büyük kütlelerin koparak magmanın içine gömülmesi olayıdır.

55. Bu tür yapılar çoğu kez tabakalarda kubbeleşmeye yol açar ve kubbelerin altında petrol kıstırılmış olabilir. Bu nedenle, petrol arayanlar genellikle tuz kubbeleri peşine düşerler. Gerçekten de, 'diyapirizm' düşüncesi ilk önce tuz kubbeleri dolayısıyla ortaya atılmıştı. Bkz. Mrazec (1907) ve Rogers (1918).

X. Bölüm

1. Günberi ve günöte noktalarının erkene kaymasına neden olan büyük devinimin yanı sıra, yerkürenin dönme ekseninde, on dokuz yılda bir devrelenen, küçük bir titreşim devinimi. Erkene kayma olgusu ilkçağda bilinmekteyken, salgılı dönme olgusu ancak on sekizinci yüzyılda ayırt edilebildi.
2. Sarsıntı dalgalarını kaydetmeye yarayan genel araca depremyazar adı verilir. Depremölçer ise, sarsıntıyı alıp şiddetini ve süresini kaydeden bir araçtır.
3. Chang *Heng*'in tasarladığı aracın aslı *uzun* ömürlü olmadı; ama sanıldığı kadarıyla, ağır bir sarkaç ile büyük bir küpten oluşuyordu. Küpün içinde sekiz devingen kol vardı. Sarsıntı itkisinin yönüne göre, küpün dışında bağlı durumdaki sekiz toptan biri mekanik olarak kurtuluyordu. Kurtulan topun, küp çevresinde dizili sekiz tane model kurbağadan birine yakalanarak, ağzına düşmesi gerekiyordu.
4. Mallet konusunda bkz. Cox (1982), Melville ve Wood (1987) ile Dean (1991).
5. Bir yer sarsıntısıyla sallandığı zaman, yayın tabanının tabaktaki cıvaya değmesiyle bir elektrik devresi tamamlanıyordu.
6. Ne yazık ki, Milne'nin 1890'larda kurduğu yeryuvarlağı çapındaki ilk sarsıntı gözlemevleri ağı, çok geçmeden ilkel kalacak araçlarla donatılmıştı (Agnew, 1989: 1198).
7. Oldham'da yersarsıntılarına ilgiyi ilk uyandıran, gençlik yıllarından tanıdığı Mallet oldu.
8. B ve İ dalgalarından oldukça sonra gelen iki tür dalga daha var. Bunlardan biri, 1887 yılında ilk kez Lord Rayleigh'in betimlediği 'Rayleigh dalgaları'; öteki, 1911 yılında A. E. H. Love'ın betimlediği Love dalgaları. Rayleigh dalgaları su dalgaları gibi yol alıyor; oysa, Love dalgalarında titreşimler yanal. Bu iki dalga türü de yerkürenin yüzey tabakası üzerinden iletiliyor; içinden geçmiyor. B ve İ dalgalarından daha uzun yol katettikleri için epeyi sonra alınıyorlar.
9. Yani, depremin yeri, yerkürenin merkezi ve de deprem kayıt noktası arasındaki açı.
10. Günümüz çizgelerinde (/diyagramlarında), deprem dalgalarının izlediği yolun eğri çizgiler biçiminde gösterilmesi, derinliğe bağlı olarak yerkürenin içinde meydana gelen sıcaklık ve basınç değişmelerinin dalgalarda kırılmaya yol açmasındandır. Oldham, çizgelerinde bu durumu görmezden geldi ve izlenen yolu doğrular biçiminde gösterdi. Ama Oldham'ın temel düşüncesi yerindeydi.
11. Gutenberg önce Main ırmağı üzerindeki Frankfurt'ta çalıştı; sonra Kaliforniya'da Pasadena'ya taşındı.
12. Lehmann'ın yapıtlarının yayımlanmasındaki gecikmenin birazı, Avrupa'da hangi gözlemevlerinin güvenle kullanabileceği veriler sağladığını belirlemek amacıyla 1930-33 yılları arasında harcadığı zaman yüzündendir (Lehmann, 1987).
13. Bu makale, başlığının kısalığı nedeniyle kesinlikle Guinness rekorlar kitabına girmeli: Başlık yalnızca "P'" idi. P' simgesi, adına PKP dalgaları denen dalgalar için deprembilimcilerin kullandığı bir kısaltmaydı: Başka bir deyişle, bunlar önce yerkürenin dışa yakın bölümünden (bugün manto denilen bölümünden), sonra dış çekirdekten ve sonra yine mantodan geçen B (İng: P) dalgalarıydı. Almanca *Steinmantel* (ya da *Mantel* [manto]) ve *Kern* (çekirdek) deyimleri Wiechert'den beri kullanılagelmekte (1896). İngilizce 'crust' (kabuk) ve 'core' (çekirdek) terimlerinin genel kullanıma girmesi Daly ile başladı (1940). Bu terimlerin Fransızca'da karşılıkları 'écorce', 'manteau' ve 'noyeau'...

14. Bu önemli makale Sırp-Hırvat dilinde yazılmıştı; dolayısıyla elinizdeki kitabın yazarınca okunmadı. Öte yandan, makalenin kısmi çevirisi ile dikkatli bir açımlaması Rothé'da (1924) bulunabilir.
15. Mohorovicic, Kulpa Vadisi depreminin belirtkelerini (/sinyallerini) incelediğinde, Wiechert depremyazarlarını Hırvatistan'da kurmasının üzerinden henüz çok geçmemişti. Dolayısıyla yeni araca yapılan yatırım kısa sürede kâr sağlamış oldu.
16. 1950'lerin sonlarında ve 1960'larda, adına Moho Tasarımı (ya da tasarım Mohole) denen, boşuna bir girişim oldu: Girişimin amacı yerkabuğundan Mohorovicic Süreksizliği'ne, oradan da astenosfer'e değin delmek, yoklamak ve oralarda ne varsa birinci elden görmekti (bkz. Bascom, 1961). Hem yapılabilir olmayan; ve hem de, sağlayacağı olası bilimsel yararlar harcamalara oranlandığında savunulabilirliği bulunmayan girişimden, 30 milyon ABD doları harcandıktan sonra vazgeçildi. Anlaşıldığı kadarıyla tüm bu tasarımın düşünü kurmaktaki amaç bir bölümüyle, halkın ilgisini çekmeye ve yerbilimcilere parasal destek sağlamaya yönelikti. İktisadi bakımdan savunulabilir değilse de, tasarım başarıya ulaşsa, yerbilimciler açısından çok ilginç sonuçlar vermiş olacaktı. Okyanusun taban malzemesi bazalttır. Mantonun alttaki malzemesinin, peridotit ya da eklojit olduğu sanılıyordu. Eklojitin genel kimyasal bileşimi, bazalt ya da gabronunkinin aynıdır; ama, çok yüksek basınç altında oluştuğu için, hacim/kütle oranı düşük, yoğun mineraller içerir. Bir başka baz nitelikli kaya olan peridotitin kimyasal bileşimi, bazalt ya da gabroya benzemez: Bazalta göre, daha az silis, daha az alüminyum, daha az kalsiyum oksit ve daha çok magnezyum oksit içerir. Ayrıca bazalttan daha yoğundur. Benzer kimyasal bileşimleri nedeniyle, çok yüksek basınç altında bazaltın eklojite dönüşmesi beklenebilir; peridotite dönüşmesi değil. Şimdi, söz gelimi eğer kişi, kıtaların kayması ve devingenlik görüşüne değil de, kıtaların ya da okyanus tabanının bir aşağı bir yukarı alçalıp yükseldiği 'durağanlık' görüşüne inanan bir kuramcı ise (bkz. XI. Bölüm); bazaltın eklojite dönüşmesi durumunda, ona göre, yoğunluğu artan kaya batacak ve tekneleşen çökme alanının dibinde tortulların birikmesine olanak verecektir. Eğer eklojit bazalta dönüşecek olursa, oylum artışı olacaktır ve okyanus çukurluklarında sıradağlar meydana gelebilir. Böylece, eklojitten oluşmuş bir manto düşüncesi 'durağanlık' kuramcılarına yakın geliyordu. Gerçekte ise, dağların eski deniz tabanlarından meydana geldiği görünümündeki yerlerde, bazalt ve gabronun altında eklojite değil, peridotite rastlanıyordu. Dolayısıyla bu bulgu 'durağanlık' öğretisinden çok, 'devingenlik' öğretisiyle uyum içindeydi. Eğer, delerek doğrudan mantoya ulaşılabilse ve eklojit mi, yoksa peridotit mi içerdiği saptanabilse, 'durağancı' görüş yanlılarıyla, 'devingenci' görüş yanlıları arasındaki tartışmalarla doğrudan ilgili bilgiye ulaşılmış olunacaktı (bkz. Hsü, 1992: 14-15).
17. Bu makalede, Mohorovicic Süreksizliği'nin ötesinde B ve İ dalgalarının hızındaki azalmanın yalnızca %0,5 ila %3 arasında olduğu ileri sürülmüştü.
18. Böylece, İkinci Dünya Savaşı sonrasında, sık sık atom bombası denemelerinin yapıldığı korkunç dönemden, yerkürenin derinliklerinin mahiyetini anlama konusunda önemli bir 'düşünsel' yan ürün ortaya çıktı. Ama, ne olursa olsun, kanımca, silahlanma izlencelerine harcanan zaman, emek ve para, yerfiziği alanında sağlanan bilimsel yararların değerini kat kat aşıyordu ve silahlanma izlencesine haklılık sağlayamaz. Ama bkz. Bolt (1976).
19. Yerkürenin yoğunluğu, biçimi ve sıkıştırılabilirliği, değişik derinlik ve basınçlarda içerdiği varsayılan malzemenin ağdalılığı ve sıcaklığını hesaba katarak genel kuramsal modeller üretilebilir. Bu tür bir modellemenin ilk örneğini Wiechert (1897) vermiştir. Yerküre içinin değişik bölümlerinde dalga hızları ve geçiş süreleri seçilen model uyarınca hesaplanabilir, ve depremölçerlerden elde edilen verilerle karşılaştırılarak, kuramın sağlaması yapılabilirdi (Weichert ve Zoeppritz, 1907).
20. Ama Benioff (1954) Wadati'nin çalışmasından söz etmedi.
21. Doğalcası, depremlere ilişkin olarak pragmacı düzlemde gerçekleştirdiklerine bakarak, ne yaptıklarını bildiklerine bir ölçüde güven duyabiliriz.

22. Fakat bu görüşe göre, gökbilim varlıkları gerçek sayılmazlar. Gökadaları, karadelikleri ya da çevremizdeki şeyleri istediğimiz gibi yerinden oynatamayız. Hacking bu eleştiriye karşı kendisini savunamamış ve kendi bilim felsefesine göre gökadaların gerçek olup olmadığını bilemeyeceğimizi kabullenmiştir.
23. Örneği ilk kullanan Heidegger oldu.
24. Elinizdeki kitapta bunca bol bulunmasının nedeni işte bu. Yerimiz elverecek olsa daha pek çoğu girebilirdi.
25. Bkz. s. 230.

XI. Bölüm

1. Bu yoruma ben de soğuk bakmıyorum. Kuhncu yorumlar konusunda bkz. özellikle Hallam (1973), Laudan (1980) ve Stewart (1990). Tabla tektoniği ve kıtaların kayması tarihini temel alan bilim felsefesi konusunda yazılanlar için bkz. örneğin, Frankel (1979, 1982) ve Le Grand (1988).
2. İlginç olan, Dana'nın savlarının, bir bölümüyle, ayın yüzeyinin gözlenmesi sonucu ortaya atılmış olmasıydı: Ayın yüzeyinin kimi bölümleri yanardağ kabartılarıyla kaplanmış gibi görünürken, öteki bölümlerinde bunların hiç izi yoktu. Bu durum ayda düzensiz bir soğuma olduğunu akla getiriyordu ve dünyanın da benzer bir biçimde soğumuş olduğu düşünülebilirdi. Önce anakaralar katılaşmış olmalıydı ki, bunu izleyen büzüşme en çok, geri kalan alanlarda etkili olsun. Okyanus çukurlukları böylece meydana geldi. Denizel birikmelere karalarda rastlanmasının nedeni, okyanus havzalarının başlangıçta tüm suyu alacak denli derin olmayışlarıydı. Bkz. Dana (1846).
3. Buna örnek, Avustralya ve Güney Amerika'nın keseli hayvanlarıdır. Darwin, biyocoğrafya verilerinin Lyellci kuramla pek uyuşmadığının ayırdına vardı. Evrim kuramını geliştirmeye girişmesinin bir nedeni de buydu. Uzak aralı yerlerde yaşayan organizmalar arasındaki benzerlikleri açıklamak içinse, Darwin organizmaların yüzme, kuşlarca taşınma vb. yollarla büyük uzaklıklara ulaşma olasılıkları üzerinde durmak zorunda kalmıştı.
4. Eğer kişi düşüncelerin nereden geldiğine ilgi duyuyorsa, buna günümüz tabla tektoniği kuramında geçen dalma-batma kavramının öncüsü gözüyle bakabilir. Oysa böyle yapmakla, zaman bakımından tutarsızlığa (/anakronizme) düşmüş olur. Ampferer'in önerisiyle, daha sonra gelişen tabla tektoniği arasında, hiçbir doğrudan tarihsel bağlantı yoktu.
5. Erken dönem kayma kuramlarına ilişkin ayrıntılar konusunda, örneğin bkz. Marvin (1973). Güney Amerika ve Afrika kıtalarının karşılıklı kıyılarının birbirine 'geçtiğini' ilk ayırt edenin Sir Francis Bacon olduğu savına Carozzi (1970) karşı çıkmıştır.
6. Oysa, bu tür konuların ve o sıralar yerbilimin önündeki genel sorunların, 1901 yılında, daha öğrenciyken ilgisini çektiği biliniyor. Bkz. Flügel (1984).
7. Depremlerin nedenleri üstüne Hooke'un on yedinci yüzyılda ortaya attığı, bir ölçüde benzer düşünceyi anımsatmak isteyenler çıkabilir. Oysa, iki kuramcı arasında herhangi bir tarihsel bağlantı bulunmamakta.
8. Ritter Lecture, Scripps Denizbilim Enstitüsü, Mart 1994. Ayrıca bkz. Oreskes (1990).
9. Argand (1977)'nin arka cebinde bulunabilir. Brüksel Kurultayı için hazırlanan harita, daha önce 1913 yılında tamamlanmış olan bir haritanın geliştirilmişiydi. Doğal olarak, 1913 yılındaki haritada, anakaraların kaymasına ilişkin düşünceler göz önünde bulundurulmamıştı.
10. Oysa, içinde ben de olmak üzere o dönemin öğrencilerine, Holmes'un başkaca yanlarıyla sevilegelmiş kitabını okumaları; ama içerdiği bu sapkın düşüncelere inanmamaları salık veriliyordu.
11. Kanada Kalkanı'ndan 'Lavrensiyen' kayalar ile Asya'dan kayalar içermesi nedeniyle böyle adlandırılmıştı.

12. Bkz. ayrıca du Toit (1927).
13. Gerçekten de, *Physics of the Earth's Crust* adlı yapıtının ikinci basımında, Fisher (1891, Ekler: 17) okyanusların altında yükselen konveksiyon akımlarının yerkabuğunu bitişik anakaralara doğru iterek sıkıştırdığı ve bunun sonucunda sıradağlar meydana getirdiği düşüncesindeydi. Ama, yerkürenin içinin katlarına ilişkin görüşleri destek sağlamada ne denli başarısız kaldıysa, düşüncesinin bu yanı da öyle başarısız kaldı.
14. Wegener'in kendisi, Grönland'ın Amerika'dan uzaklaştığını doğrudan ölçme yöntemleriyle saptama çalışmalarına çok önem veriyordu. Bunun kanıtlarını bulduğuna inanıyordu; ama derlediği veriler (Grönland'a yaptığı başarısız bir keşif gezisi sırasında gelen acıklı) ölümünden sonra geçersiz sayıldı.
15. Yer ölçmeci William Bowie'nin (1927) çalışmaları, o sıralar bu kurama büyük destek sağladı.
16. Willis, Atlantik geçişi için 'köprüsü'nü, Atlantik ortası sırt boyunca bir miktar uzattı.
17. Menard (1986) ve Hsü (1992), denizbilim tarihini yerküre üstüne görüşlerin gelişmesiyle bağlantılı olarak incelemekte başarılı olmuşlardır.
18. Ama o günün başka kuramcılarına benzer biçimde, Vening Meinesz de, konveksiyon akımlarını anakaraların altına yerleştirdi.
19. X. Bölüm'de, deprem olgusunu araştırmak üzere tasarlanmış araçların erken dönem gelişmelerini bir parça anlattım. Yerküre üstüne görüşlerin gelişmesinde bilimsel araçların rolünü vurgulamayı özellikle istediğim için yaptım bunu. Ama şimdiki amacımız bakımından, yerçekiminde kuraldışılıkları (gravite anomalilerini), manyetik alanları, okyanus derinliklerini vb. ölçen araçların gelişimini 'biliniyor' kabul edeceğim. Çoğu bilim insanları gibi biz de, bu tür araçları, yararlı ve el altında bulunan 'kara kutular' olarak göreceğiz.
20. On dokuzuncu yüzyılda, ilk telgraf kabloları Atlantik'in bir yakasından ötekine döşendiği sırada ve İngiliz araştırma gemisi *Challenger*'in 1873'de yaptığı bilgi toplama sonrasında, bunların varlığı kabaca biliniyordu. İş; kısaca, ucuna ağırlık bağlanmış bir tel sarkıtıp, derinlemesine her yüz milde bir ölçmeler yapmaktan ibaretti. 1925-7 yıllarında Alman gemisi *Meteor*, Atlantik tabanının profilini çıkarmak üzere ilk kez ses dalgalarından yararlandı.
21. Atlantik ortası sırt üzerindeki 'yarıklar'ı ilk Marie Tharp'ın ortaya atmış olması ilginç. 1952 yılında Ewing'in araştırma gezilerinden birine teknik ressam olarak katılan Marie Tharp'ın görevi, derlenen bilgileri inceleyip karşılaştırmaktı. Düşüncesini ilk ortaya attığında Heezen, söylediklerini, 'kadın muhabbeti' deyip dikkate almamıştı (Wertenbaker, 1974: 144). Bkz. Tharp ve Frankel (1986).
22. 'Guyot' adı, İsviçreli denizbilimci Arnould Guyot'nun onuruna verilmişti. Etyopya'daki Afar Çukurluğu'nda, Kızıldeniz'in bugün artık açığa çıkmış ve kurumuş tabanından bir parça buluyoruz. Ayın yüzeyini andıran bu arazide, açıkta pek çok guyot görülebilir.
23. White *ve diğ.* (1970)'e göre, 'dalma-batma' terimini, bugün tabla tektoniğindeki kullanımına çok uzak sayılmayacak bir anlamda, ilk kez kullanan İsviçreli yerbilimci André Amstutz olmuştur. Düşünce, X. Bölüm'de sözünü ettiğimiz Wadati ve Benioff'un daha önce bulduğu kırık düzlemlerine bağlanabiliyordu.
24. Matthews, Vine'in üstüydü.
25. Bullard, gözlenen değerlerle kuramdan alınan değerlerin birbirine ne denli yakın düştüğünü bilmek için gerekli hesaplama çalışmalarının yardımcılarınca yapıldığını açıkladı (1957: 21). Burada belirtmek gerekir ki, Wegener de ısrarla kıyı çizgisinin değil, kıta sahanlıklarının eşleştirilmesinin önemi üzerinde durmuştu.
26. Bullard İzlanda'yı dışarda bırakışını, yerbilimsel anlamda yeni arazi olmasına bağlayarak, haklı göstermişti.
27. Ama bu yazarlar o zaman için, yerin manyetik alanının kutuplarında düzenli, dönemsel değişmeler (tersyüzler) olduğu varsayımından yola çıktılar.

28. And Sıradağları'nın her yanında yaygın olan dış püskürük kayalara, yerinde bir deyimle, andezit adını veren von Buch'dur (1836b: 209).
29. Daha çok Belousov'dan söz ediyorum; çünkü, çalışmalarının önemli bir bölümü İngilizceye çevrilmiştir ve öteki Rus yerbilimcilere göre, İngiliz dilinde yazan tarihçilerce, daha iyi tanınıyor. Rusça okuma yeteneğinden yoksun bulunduğumu itiraf ederim.
30. Mercan halkalarındaki günlük ve yıllık büyümenin incelenmesinden çıkan sonuca göre, bir yıldaki gün sayısı Devon'da bugün olduğundan daha çoktu. Yerkürenin dönme hızındaki bu yavaşlama, çoğunlukla, yerkürenin büyümesine değil, gel-git kaynaklı sürtünmeye bağlanmıştı.
31. Yeryuvarlağı küçültüldüğünde (bugünkünün yaklaşık yüzde sekseni) kıtaların birbirine daha iyi geçtiğini savlayan başka yazarlar da oldu: Bunlardan biri de İngiltere Doğa Tarihi Müzesi'nden H. G. Owen'dır (1976, 1981).
32. Carey bunlara 'orocline (İng.)' adını verdi. Çalışmaları, uydurduğu çok sayıda yeni sözcük dolayısıyla öne çıkmıştır.
33. Örneğin Hoyle (1950). Böylesi düşünceler henüz evrenbilimcilerce benimsenmiş değil.
34. Bunun tersine, Owen (1981) hem büyümenin, hem de okyanus tabanında magma yayılması/dalma-batma süreçlerinin meydana gelebileceğini ileri sürdü.
35. Bu düşünceyle, yüzyılın başında Chamberlin'in çok daha önceleri ileri sürdüğü kuram arasında bazı koşutluklar var (bkz. XII. Bölüm).
36. Kitabın tam bu bölümünü yazdığım sırada, bu tür bir kırık kuşağını, sanırım örnek sayılabilecek bir kırık zonunu gezip görme olanağı buldum: Yorkshire Dales'i English Lake District'ten ayıran 'Dent Kırığı'dır sözünü ettiğim. Bu ünlü yerbilimsel yapının ilk ayırdına varan kişi, o sıralar delikanlılık çağındaki Adam Sedgwick'tir. Dales'in küçük fakat güzel Dent köyünden sesini duyurmuştu.
37. Carey'e göre (5 Mart 1994 tarihli kişisel yazışma), Ulusal Havacılık ve Uzay Yönetimi (NASA) Easter Adası ile Peru arasında ölçmeler yapagelmiştir. Tabla tektoniği kuramına göre, arada yalnız And dalma-batma kuşağı bulunmaktadır ve aradaki uzaklık azalıyor olmalıdır. Büyüyen yerküre kuramına göre, uzaklık artıyor olmalıdır. NASA, 'tutarsızlıklar içerdiği' için sonuçları Carey'e iletmedi (1992). Bölgede o güne değin ayırdına varılmamış bir yayılma kuşağının varlığı araştırılmaya başlandı. Durum en hafif deyimle, ilginç mi ilginçti.
38. Oysa, *The Earth* adlı klasik yapıtının, sarkacın kesin biçimde devingenci kuramdan yana salındığı sırada yapılan beşinci basımında (Jeffreys, 1970), Jeffreys devingencilikten yana başlıca savların paleontolojik mahiyette olduğunu iddia etti. Bunu gözden uzak tutmamak gerek. Daha önceki fiziksel savlarından döndüğünü açıkça söyleyemezdi.
39. Doğrudan yanıt vermekte zorlanmadı, sağlam yargılı Darwin. İleri sürdüğüne göre, buzul çağlarında, tropikal kuşakta bile iklim epeyi soğuk olabilirdi. Dolayısıyla, serin/ılıman iklim organizmaları, bir yarıküreden ötekine geçmiş olabilirlerdi. Ama benzer enlemler üzerinde bulunup, okyanusları aşan kutuplaşmaları 'kitabına uydurmak' için, kara köprülerini geçirmek gerekiyordu.
40. Bir kıstağın iki yanındaki benzerlikler, fasile (/familya) düzeyinde, tür düzeyinde olduğundan daha çoktur. Bu durum türleşmenin, kara köprüsünün oluşmasıyla okyanusların ayrılmasından beri sürüyor olmasıyla tutarlılık içindedir.
41. Yves Coppens'in (1994) yakınlarda yayımladığı görüşlere göre Afrika'daki yarılma, Batı Afrika'nın ekvator kuşağındaki yoğun ormanlarla kaplı alanlarından keskin biçimde ayrılan Doğu Afrika'da büyük olasılıkla daha kuru, savana türü bir iklimin oluşmasına yol açtı. Maymunla insansının (İng.: hominid) birbirinden ayrılması, bundan kaynaklanmış olabilirdi.
42. Kısa bir inceleme için, bkz. Briggs (1987); ya da daha tarihsel bir yaklaşım için, bkz. Browne (1983).

43. Croizat, 'alanlar'ın var olması gerektiğini düşündü: Başka bir deyişle, türlerin yerleştiği bölgeler... Her karşılıklı 'alan' takımı için bir türler takımı olmak üzere, birlikte genelleşmiş bir alan ya da 'biota' oluşturabilirlerdi (Croizat'a göre, alan bir göç yolu değildi.). Onun varsayımında, dünyanın bütün kara kütlelerinin tarihi ya da tümevrimi, dünyanın bütün organizmalarının tarihi ya da tümevrimiyle yaklaşık çakışıyordu. Tabla tektoniğinin yerleşmesinden sonra bu düşünce, kimi dirimbilimcilere iyice kabul edilebilir gelmeye başladı. Ama ötekiler, Croizat'nın ortojenesise eğiliminden -türler belli biçimde evrilmeye başladıklarında hep aynı biçimde evrilme eğilimi gösterecekleri düşüncesinden- o denli etkilenmediler.
44. Darwin'in sırdaşı J. D. Hooker (1853), Darwin'in kuramının 1859'da açıklanması öncesinde, 'Avustralya boyutlu' bir biyota düşüncesine kapılmıştı. Wallace (1876) Darwin'in izinden yürüdü ve Hooker'in önerisine karşı çıktı.

XII. Bölüm

1. Ayrıca bkz. Murphy ve Nance (1991).
2. Bu düşünce temelde Joly'ninkinin aynı. Murphy ile Nance, elektrikli battaniye üzerinde duran kitap gibi yalın bir benzetmeden yararlandı. Kara ile denizin 'dengede olmadığı' düşüncesi bana, XI. Bölüm'de ele aldığımız Carey'inkiler bir yana, I. Bölüm'de üzerinde durduğumuz Buridan'ın kurgularını anımsatıyor.
3. Kuvars, 'jasper' (çoğunlukla kırmızı, kahverengi ve sarı renkte bir tür kuvars), feldispat, 'schorl' (siyah renkli bir tür turmalin) ve mika.
4. Çizelgenin başlığı şuydu: '*Tableau des corps bruts ou exposition des principales substances minérales, disposée dans un ordre relatif au progrés des altérations qu'ont subi les dépouilles des corps vivans, et successivement leurs différens produits*'.
5. Teilhard de Chardin Çin'de Pekin adamına ilişkin önemli çalışmalar yaptı, ve ayrıca ünü kötü Piltdown olayına da bir ölçüde karıştı.
6. Bu tür incelemeler Vernadsky'yi 'aşırı tekdüzenlilik yanlısı' yapmış görünüyor. *The Biosphere* adlı kitabında, tanıtlanması gereksiz bir belit olarak şunları çıkış noktası yapıyor:
   '(1) Yerbilimsel devirlerin hiçbirinde, maddeden organizma yaratıldığının izlerine rastlanmamıştır. (2) Yerkürenin yaşamdan yoksun kaldığı bir dönem, belirlenmiş değildir. (3) Öyleyse (a) günümüzün dirimli maddesi, önceki çağların dirimli maddesiyle genetik olarak bağlantılıdır, ve (b) Yerküre üstünde koşullar hiçbir zaman yaşama elverişsiz duruma gelmedi; yani, günümüz koşullarından hiçbir zaman çok büyük ölçüde ayrıldığı olmadı. (4) Bütün yerbilimsel çağlar boyunca dirimli maddenin çevresine yaptığı kimyasal etkilerde değişme olmamıştır; dolayısıyla, yerkabuğunun ve dirimli maddenin kimyasal bileşimi öncesizlikte ne idiyse, bugün de odur. (5) Toplam dirimli madde kütlesi bugünkü değerinden hemen hiç ayrı olmamıştır. (6) Dirim olgusunun mahiyeti ne olursa olsun, organizmaların alıp verdiği enerji büyük bölümüyle (belki de tümüyle) Güneş'in yaydığı enerjidir.' (Vernadsky, 1986: 15)
7. Oysa Vinogradov'un (1963) belirttiği gibi, Vernadsky'nin çalışmaları dev kapsamlıydı (1963). Almanya, Fransa ve İngiltere'de öğrenim yaparken, ayrıca Amerika ile Sovyetler Birliği'nin de birçok yerini gezip görme olanağı buldu. Çalışmaları, temel mineralbilimden ışınetkin (/radyoaktif) elementlere değin pek çok alana yayılmıştı.
8. Vernadsky'nin anladığı biçimiyle dirimkürenin özellikleri, neredeyse onun belitsel kalıplarında, İngiliz diline tümüyle aktarıldı (Vernadsky, 1944, 1945).
9. Akılcı insan soyunun etkinlikleri sonucu ortaya çıkmakta olan yeryüzü gömleği anlamındaki terimin isim babası Le Roy'dur (1927: 196). Teilhard de Chardin kavramı, sanki bir düşünsel yetenekler küresi gibi anlayarak, ona daha 'ülkücü' bir lezzet kattı.
10. Bkz. Vernadsky'nin İngilizce'ye çevirisi 1929; Fransızca'ya çevirisi 1986.

11. Vernadsky'nin düşüncelerinin Rus dilinde yapılmış bir çözümlemesi için, bkz. Lapo (1982); ve yaşamı üstüne kısa fakat bilgilendirici bir makale için, bkz. Vinogradow (1963). Çalışmalarını bu bölümün daha sonraki sayfalarında ele alacağımız James Lovelock, *Gaia* adlı yapıtının ilk baskısında, Vernadsky'ye hak ettiği değeri vermemekle yanlış yaptığını açıklamıştır (Lovelock, 1982: viii). Bu davranışının kaynağında görmezden gelme mi, yoksa Vernadsky'nin düşüncelerinden habersizlik mi olduğunu söylemez.
12. Bkz. özellikle Hutchinson (1965, 1970).
13. Victor, Wictor ya da Wiktor.
14. Ronov'dan (1968) yararlandılar.
15. Örneğin, Fe^{+2} değil de Fe^{+3} bileşiklerinin ağır basması...
16. Bkz. örneğin, Oparin (1953), Cairns-Smith (1982), Dyson (1985) ile Eigen ve Winkler-Oswatitch (1992). 1974 yılında *Origins of Life: an International Journal Devoted to the Scientific Study of the Origin of Life* adıyla yaşamın kökenini araştıran bir dergi çıkarılmaya başlandı.
17. Yeryüzünde fotosentez etkinliğinin ta 3,8 milyon yıldan bu yana sürdüğünü çıtlatan ipuçları var son dönem yapıtlarında. O zamandan kalma tortul organik maddelerde yüksek C^{12}/C^{13} oranına rastlanması, bu düşünceyi doğurmuş bulunuyor. Bu oranın yüksek olması ise, fotosentez etkinliğinin belirtisi sayılıyor. Bkz. Schidlowski (1988).
18. Garrels ve Lerman (1984) zaman içinde sulfat ambarında biriken sulfat miktarını iki bağımsız yöntemle hesapladılar: (1) kükürt izotopu verilerinden; ve bir de (2) karbon izotopu verilerinden... İki eğri birbirine oldukça yakındı. Karbon ve kükürt yığılmalarını birbirine bağlayan genel denklem şöyle ortaya kondu:
$4FeS_2 + CaCO_3 + 7CaMg(CO_3) + 7SiO_2 + 15H_2O =$

$15CH_2O$(organik karbon bileşikleri)$+8CaSO_4+2Fe_2O_3+ 7MgSiO_3$
19. Ben Lovelock'u bağımsız bir bilim insanı diye nitelendiriyorum -bir amatör de denebilir, isterseniz- çünkü geçimini en başta yazdıklarından ve buluşlarından sağlıyor; bir üniversiteden, bir şirketten ya da herhangi başka bir yerden değil (Reading Üniversitesi'nde konuk olarak sibernetik dersleri vermesine karşın). Ama böyleyken, yine de çok saygı görüyor ve bilimsel çalışmalarını Cornwall'daki evinde, bilgisayarının başında sürdürüyor. Daha önceleri, Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) için çalışmaktaydı ve Kraliyet Akademisi üyesiydi. Yirminci yüzyılın sonlarında, böyle insanlar artık kolay bulunmuyor.
20. Tesadüfen, o adı öneren Lovelock'un komşusu, ünlü romancı William Golding oldu.
21. Yoğun, kızgın gazküreli Venüs'te, yerkürenin tersine, tabla tektoniği etkinliği yok gibi görünüyor. Anderson (California Institute of Technology [Caltech] Deprembilim Laboratuvarı'nın Yönetmeni) bu düşünceyi, sanki bilim çevrelerine duyurmak istemezmişçesine açıkladı. 1984 tarihli makalesinde başlıca kaygısı, genel kabul görmüş tabla tektoniği benzetmeliğini eleştirmekti.
22. Bildiğimiz gibi saat modeli, yüzyıllardan beri, yerküre üstüne düşünmenin çok benimsenen bir yolu olmuştur (bkz. s. 68). Genel olarak, mekanik yerküre görüşüyle yakınlığı vardır. Garrels'in düşünme biçimi de, doğrudan bu geleneğe uygun düşmüş gibi görünüyor.
23. Bkz. 17 no'lu dipnot.
24. Kant'ın evrenbilimi sonsuz çevrimlerle doluydu. Gezegenler ve kuyrukluyıldızlar, sonunda burgaçlanarak Güneş'in içine gömülebilirdi; bunun doğuracağı ısı gitgide, -herşeyin bir parçacıklar karmaşasına dönüşeceği noktaya değin- arttıktan sonra, herşey yeniden başlayacaktı.
25. Örneğin, 'gel-git' kuramı, 'ikili yıldız' kuramı, 'çekirdeksel bölünme' kuramı, 'parlaklığı değişken yıldızlar' kuramı, 'elektromanyetik' kuramı ve 'nova' kuramı...
26. Belirtmek gerekir ki, Chamberlin özgür oksijenin varlığının, canlı organizmaların etkinliklerinden kaynaklanabileceği düşüncesine sahip değildi.

Havakürenin oluşmasına ilişkin varsayımları, hep havanın bugünkü bileşiminden yola çıkıyordu.

27. Chamberlin'in yazdığı günler, Birinci Dünya Savaşı'nın ortalarına rastlıyordu kuşkusuz. Seçtiği eğretilemeler üzerinde bunun etkisi bulunmuş olabilir.
28. Bu çizimlerdeki daireler, okyanus alanlarını belirliyor yalnızca.
29. Gökbilimci Sir James Jeans'ce de ileri sürülmüş olan bu kuramın, içerdiği bir sıkıntı vardı: Bir yeni-çarpışma sürecinin, neredeyse dairesel olan yörüngeler yerine, gezegenlere iyice elips biçimli yörüngeler kazandırması beklenebilirdi. Çarpışmanın kendisi de, olasılık dışı ya da inanılmaz kertede seyrek bir olay gibi görünüyordu. Kant ve Laplace'ın düşüncelerinden türetilen bulutsu 'yoğunlaşması' modeli, yukarıda değinilen açısal moment sorununu içeriyordu. Gökbilimciler, Güneş'ten gezegenlere momentin aktarılış biçimine göre kuramlar geliştirmeye uğraşmışlardır; bunu yaparken, ışınetkinliğinin (/radyoaktivitenin) ürünü olan yüklü parçacıkların alanlarının sonucunda ortaya çıkan manyetik ve elektrik alanların yardımına başvurmuşlardır. Bunlar insanı rahatsız edecek ölçüde ***kılıfına uydurulmuş*** fikirlerdir. Burada ele alınmalarına gerek yok.
30. SSCB'de gününün ünü küçümsenemez kişilerindendi: Gençlik yıllarında atıldığı kutup kâşifliği yanında, önde gelen bir matematikçiydi. Daha sonra Devlet Basım Evi Yönetmeni oldu. *Büyük Sovyet Ansiklopedisi*'ni yayına hazırlayan kişidir; SSCB Merkez Yürütme Kurulu üyesi olarak görev yaptı. Graham (1987: 386) onu, aynı günde iki ayrı kadından birer çocuk sahibi olmuş, sevilen, renkli bir kişilik, olarak betimler. Ama son yıllarında vereme yakalanarak yatağa düştü.
31. Bu bilgi kaynağını sağlayan Daniel Alexandrov'a teşekkür borçluyum.
32. J. D. Titius'un ortaya attığı; ama, 1772 yılında yayınlayan J. E. Bode olduğu için onun adını alan, gözleme dayalı bir 'yasa' (Shapley ve Howarth, 1929: 180-2). Eğer yerküre ile Güneş'in uzaklığı 1 kabul edilirse, ve Merkür ile Güneş'in uzaklığı da 0,4 alınırsa, o zaman öteki gezegenlerin Güneş'e uzaklığı şöyle ifade edilebilir: $0,4 + (0,3 \times 2^n)$; burada, Venüs için n=0, yerküre için n=1 dir, vb. Bu 'yasa'nın herhangi bir kuramsal önem taşıyıp taşımadığı konusunda, değişik düşünceler var. Çoğunluk, kuramsal bir önem taşımadığı fikrinde.
33. Shmidt (1958: 22), Laplace'ın kendisinin de açısal moment sorununun ayırdında olduğunu ve bu yüzden kuramını nitel anlamda özetleyip '*Exposition du système du monde*' adlı yapıtının ekler bölümünde bir araya sıkıştırmış olduğunu düşünüyordu (Laplace, 1796/Yıl 4). Ama Laplace'ın on dokuzuncu yüzyıldaki yandaşları, yetenekleri karşısında öylesine hayranlık duygularına kapılmışlardı ki, moment sorununu uzun yıllar bilmezden gelmeyi yeğlediler.
34. İngilizce çevirisinde, bilimsel varsayımlar konusunda Engels'in düşünceleri önünde saygı ile eğildiğini belirtmiş olması, kimi okuyucularda, bu yapıtın diyalektik materyalizm konusunda bir alıştırmadan öte birşey olmadığı düşüncesini uyandırmış olabilir. Hiç de öyle değildi.
35. Yine de, dinozorların gerçekte kökünün kurumadığı, evrilerek kuşlara dönüştükleri savlanabilir.
36. Sürmekte olan anlaşmazlık konusunda bkz. Glen (1994).

XIII. Bölüm

1. Belki de hâlâ öyledirler. Son acılı Kobe Depremi'ne (Ocak 1995) ilişkin bir gazete haberi (Hills, 1995) şöyle başlıyordu: Tokyo, Salı günü: Yerküre gençken ve evrenin yönetimi ulu tanrılar Izanami ile Izanagi'nin elindeyken, ilk yarattıkları yer Awaji Adası'ydı, Japon söylencesine göre.' Ve şöyle bitiyordu haber: 'Olanlar, Japonya'nın ve dünyanın Izamani ile Izanagi'nin korkunç öfkesi karşısında ne denli savunmasız olduğunu anımsatıyor.' (Bu bilgi için Gillian Branagan'a teşekkür borçluyum.)
2. 1944 yılında öldü.

Kısaltmalar

American Journal of Science	*AJS*
Annales de Chimie et de Physique	*ACP*
Annales des Mines	*AM*
Annals of Science	*AS*
Astrophysical Journal: an International Review of Spectroscopy and Astronomical Physics	*AJ*
British Journal for the History of Science	*BJHS*
Bulletin de la Commission Géologique de Finland	*BCGF*
Bulletin de la Société Géologique de France	*BSGF*
Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists	*BAAPG*
Bulletin of the Geological Society of America	*BGSA*
Bulletin of the Seismological Society of America	*BSSA*
Canadian Naturalist	*CN*
Earth Sciences History	*ESH*
Edinburgh New Philosophical Journal	*ENPJ*
Geofisica Pura e Applicata	*GPA*
Geological Journal	*GJ*
Geological Magazine	*GM*
Geologische Rundschau: Zeitschrift für Allgemeine Geologie	*GRZAG*
Geophysical Supplements to the Monthly Notes of the Royal Astronomical Society	*GSMNRAS*
*Histoire de l'Académie Royale des Sciences... Avec les Mémoires de Mathématique et de Physique pour la Même Année**	*HARS*
Historical Studies in the Physical Sciences	*HSPS*
History of Science	*HS*
Journal des Mines	*JM*
Journal of Geology	*JG*
Journal of the Society for the Bibliography of Natural History	*JSBNH*
*Mémoires de l'Institut des Sciences, Lettres et Arts. Sciences Mathématiques et Physiques***	*MIS*
Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geonosie, Geologie und Petrefaktenkunde	*NJMGGP*
Philosophical Magazine	*PM*
Philosophical Transactions of the Royal Society, London	*PTRS*
Proceedings of the Geologists' Association	*PGA*
Proceedings of the Royal Society, London	*PRS*
Proceedings of the Yorkshire Geological Society	*PYGS*

* Bu dergiye yapılan göndermelerde, önce tutanakların sözlü sunulduğu yıl belirtilmekte, ardından yayımlandığı yıl verilmekte.

**Bu dergiye yapılan göndermelerde, önce tutanakların sözlü sunulduğu tarih belirtilmekte, ardından yayımlandığı yıl verilmekte.

Quarterly Journal of the Geological Society of London	*QJGS*
*Report of the British Association for the Advancement of Science**	*RBAAS*
Scientific American	*SA*
Studies in History and Philosophy of Science	*SHPS*
Transactions of the Cambridge Philosophical Society	*TCPS*
Transactions of the Geological Society of Glasgow	*TGSG*
Transactions of the Geological Society of London	*TGSL*
Transactions of the Royal Society of Edinburgh	*TRSE*

* Bu dergiye yapılan göndermelerde verilen tarih yayımlandığı tarihtir. Makalenin British Association'da okunuşu bir yıl öncedir.

Kaynakça

Adams, F. D. (1938/1954) *The Birth and Development of the Geological Sciences*, yeniden basım, New York: Dover Publications.

Adhémar, J. -A. (1842-1860) *Révolutions de la mer: déluges périodiques*, Paris: Carilian-Goeury & V. Dalmont.

Agassiz, L. J. R. (1837) 'Des glaciers, des moraines, et les blocs erratiques', *Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres, et arts, faisant suite à la bibliothèque britannique rédigée à Genève. Parties des sciences*, 12: 369-94.

Agassiz, L. J. R. (1838) 'Upon glaciers, moraines, and erratic blocks', *ENPJ*, 24: 364-83.

Agassiz, L. J. R. (1840) *Etudes sur les glaciers*, Neuchâtel, Jent & Gassman.

Ager, D. V. (1973/1981) *The Nature of the Stratigraphical Record*, Londra: Macmillan.

Ager, D. V. (1993) *The New Catastrophism: the Importance of the Rare Event in Geological History*, Cambridge ve New York: Cambridge University Press.

Agnew, D. C. (1989) 'Seismology: history', *The Encyclopedia of Solid Earth Geophysics*, ed. D. E. James, 1198-202, New York: Van Nostrand & Reinhold.

Agricola, G. (1546) *De ortu et causis subterraneorum lib. V. De natura eorum quae effluent ex terra lib. IIII. De natura fossilium lib. X. De ueteribus & nouis metallis lib. II. Bermannus, siue de re metallica dialogus....* Basle, Frobenius.

Agricola, G. (1556) *De re metallica...*, Basle, Frobenius.

Agricola, G. (1912/1950) *De re metallica...*, çev. H. C. Hoover ve L. H. Hoover, yeniden basım, New York: Dover Publications.

Airy, G. B. (1855) 'On the computation of the effect of mountain-masses as disturbing the apparent astronomical latitude of stations in geodetic surveys', *PTRS*, 145: 101-4.

Aiton, E. J. (1972) *The Vortex Theory of Planetary Motions*, Londra ve New York: Macdonald/American Elsevier.

Albertus Magnus (1967) *Book of Minerals*, çev. D. Wyckoff, Oxford: Clarendon Press.

Albritton, C. C. (ed.) (1963) *The Fabric of Geology*, Stanford: Freeman Cooper.

Albritton, C. C. (1975) *Philosophy of Geohistory 1785-1970*, Stroudsburg: Hutchinson, Dowden & Ross.

Albritton, C. C.(1980) *The Abyss of Time: Changing Conceptions of the Earth's Antiquity after the Sixteenth Century*, San Francisco: Freeman, Cooper.

Albritton, C. C. (1989) *Catastrophic Episodes in the Earth History*, Londra ve New York: Chapmann & Hall.

Albury, W. R. ve Oldroyd, D. R. (1977) 'From renaissance mineral studies to historical geology in the light of Michel Foucault's *The Order of Things*', *BJHS*, 10: 187-215.

Aldrovandi, V. (ya da U.) (1648) *Mvsaevm metallicvm...*, Bononiae: Io. Babtistae Ferroni.

Allchin, D. (1994) 'James Hutton and phlogiston', *AS*, 51: 615-35.

Allègre, C. (1988) *The Behavior of the Earth: Continental Drift and Seafloor Mobility*, çev. D. Kurmes van Dam, Cambridge (Mass.) ve Londra: Harvard University Press.

Allègre, C. (1992) *From Stone to Star: a View of Modern Geology*, çev. D. Kermes van Dam, Cambridge (Mass.) ve Londra: Harvard University Press.

Allen, D. C. (1963) *The Legend of Noah: Renaissance Rationalism in Art, Science and Letters*, Urbana: University of Illinois Press.

Ampferer, O. (1906) 'Uber das Bewegungsbild, von Faltengebirgen', *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt*, 56: 539-622.

Anderson, D. (1984) 'The earth as a planet: paradigms and paradoxes', *Science*, 223: 347-55.

Anonim (1829) 'Geology', *The London Encyclopaedia*, 10: 77-112, Londra: Thomas Tegg.

Anonim (1901) *Aetna...*, çev. R. Ellis, Oxford: Clarendon Press.

Anonim (1955) *Minor Latin Poets*, çev. J. W. Duff ve A. M. Duff, Londra: Heinemann; Cambridge (Mass.): Harvard University Press.

Anonim (1965) *Incerti auctoris Aetna*, ed. F. R. D. Goodyear, Cambridge: Cambridge University Press.

Arduino, G. (1760) 'Due lettere del Sig. Giovanni Arduino sopra varie sue osservazioni naturali. Al chiaris. Sig. Antonio Vallisnieri... Vicenza', *Nuova raccolta d'opusculi scientfici e filologici*, 6: 99-180.

Argand, E. (1916) 'Sur l'arc des alpes occidentales', *Eclogae geologicae helveticae*, 14: 145-91.

Argand, E. (1924) 'La tectonique de l'Asie', *Comptes rendus de la XIIIe Congrès International de Géologie*, 1 (5. Bölüm): 171-372.

Argand, E. (1977) *Tectonics of Asia*, çev. ve ed. A. V. Carozzi, New York: Hafner.

Ariew, R. (1991) 'A new science of geology in the 17th century?', *Revolution and Continuity'de*, ed. P. Barker ve R. Ariew, 81-92, Washington, DC: Catholic University.

Aristotle (1939) *On the Heavens*, çev. W. K. Guthrie, Londra: Heinemann.

Aristotle (1952) *Meteorologica*, çev. H. P. D. Lee, Londra: Heinemann; Cambridge (Mass.): Harvard University Press.

Arkell, W. J. ve Tomkeieff, S. I. (1953) *English Rock Terms: Chiefly as Used by Miners and Quarrymen*, Londra: Oxford University Press.

Arldt, T. (1917) *Handbuch der Paläogeographie*, 2 cilt, Leipzig: Gebrüder Borntraeger.

Arrhenius, S. (1909) *The Life of the Universe as Conceived by Man from the Earliest Ages to the Present Time*, çev. H. Borns, 2 cilt, Londra ve New York: Harper.

Avicenna (1927) *De congelatione et conglutione lapidum, Kitabü ş-Şifa'dan alınmış bölümler...*, çev. E. J. Holmyard ve D. C. Mandeville, Paris: Geuthner.

Babbage, C. (1838) *Ninth Bridgewater Treatise: a Fragment*, 2. Basım, Londra: John Murray.

Ball, R. (1891) *The Cause of an Ice Age*, Londra: Kegan Paul, Trench, Trübner.

Barfield, A. O. (1957) *Saving the Appearances: a Study in Idolatory*, Londra: Faber & Faber.

Barr, J. (1985) 'Why the world was created in 4004 B. C.: Archbishop Ussher and biblical chronology', *Bulletin of John Rylands University Library*, 67: 575-608.

Barrel, J. (1914) 'The strength of the earth's crust', *JG*, 22: 655-83.

Barrel, J. (1917) 'Rhythms and the measurements of geologic time', *BGSA*, 28: 745-904 ve tablolar.

Barth, T. F. W. (1962) *Theoretical Petrology*, 2. Basım, New York: John Wiley.

Bartholomew, M. (1976) 'The non-progress of non-progression: two responses to Lyell's doctrine', *BJHS*, 9: 166-74.

Bascom, W. (1961) *A Hole in the Bottom of the Sea: the Story of the Mohole Project*. Londra: Weidenfeld & Nicolson.

Becher, J. J. (1664) *Oedipus chymicus...*, Amsterdam: Elizeum Weyerstraten.

Becher, J. J. (1669/1703/1738) *Physica subterranea profundam subterraneorum genesin, è principiis hucusque ignotis, ostendens... Operam navavit ε specimen Becheri-*

anum, fundamentorum, documentorum, experimentorum, subjunxit Georg. Ernestus Stahl, Leipzig: Joh. Ludov. Gledetschium.

Belousov, V. V. (1962) *Basic Problems in Geotectonics,* ed. J. C. Maxwell, çev. P. T. Broneer, New York: McGraw-Hill (Rusça 1. Basım, 1956).

Belousov, V. V. (1968) 'Modern conceptions about the structure and development of the earth's crust and the upper mantle of continents', *QJGS,* 122: 293-314.

Benioff, H. (1954) 'Orogenesis and deep crustal structure--additional evidence from seismology', *BGSA,* 65: 385-400.

Berger, A. L. (1977) 'Long-term variation of the earth's orbital elements', *Celestial Mechanics,* 15: 53-74.

Bergman, T. O. (1766) *Physik beskrifning öfver jord-klotet, pa cosmographiska sällskapets vägner författed,* Uppsala: Yayımcısı belli değil (2. basım, 2 cilt, 1773-4; Almanca'ya çevirileri 1769, 1780, 1791).

Bergman, T. O. (1777) 'Disquisitio chemica de terra gemmarum', *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis,* 3: 137-70.

Bergson, H. (1911) *Creative Evolution,* çev. A. Mitchell, Londra ve New York: Macmillan (1. Fransızca basımı 1907).

Bernhard, C. G. (1985) *Through France with Berzelius: Live Scholars and Dead Volcanoes,* Oxford ve New York: Pergamon Press.

Berry, W. B. N. (1968) *Growth of a Prehistoric Time Scale Based on Organic Evolution,* San Francisco ve Londra: W. H. Freeman.

Berthon, S. ve Robinson, A. (1991) *The Shape of the World: the Mapping and Discovery of the Earth,* Londra: George Philip.

Bertrand, M. (1886-7) 'La chaîne des Alpes, et la formation du continent européen', *BSGF,* 15 (3. Dizi): 423-47.

Bertrand, M. (1892) 'Physique du globe--sur la déformation de l'écorce terrestre', *Comptes Rendus Hebdomadaires de l'Académie des Sciences, Paris,* 114: 402-6.

Berzelius, J. J. (1811) 'Essai sur la nomenclature chimique', *Journal de Physique,* 73: 253-86.

Berzelius, J. J. (1814) *An Attempt to Establish a Pure Scientific System of Mineralogy, by the Application of the Electro-chemical Theory and the Chemical Proportions,* çev. J. Black, Londra: Robert Baldwin; Edinburgh: William Blackwood.

Bina, P. A. (1751) *Ragionamento sopra la cagione de' terremuoti, ed in particolare di quello della tera di gualdo di nocere nell'Umbria seguito l'anno 1751,* Perugia: Constantini ve Maurizj.

Birch, C. (1990) *On Purpose,* Sydney: New South Wales University Press.

Birch, T. (1756-7) *A History of the Royal Society of London...,* 4 cilt, Londra: A. Millar.

Biringuccio, V. (1540) *De la pirotechnia...,* Venedik: V. Rofinello.

Birkett, K. R. ve Oldroyd, D. R. (1991) 'Robert Hooke, physico-mythology, knowledge of the world of the ancients, and knowledge of the ancient world', *The Uses of Antiquity in the Scientific Revolution'da;* ed. S. Gaukroger, 145-70, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Bischoff, G. (1854-5) *Elements of Chemical and Physical Geology,* 2 cilt, Londra: Cavendish Society.

Blake, J. F. (1893) 'On the felsites and conglomerates between Bethesda and Llanllyfni', *QJGS,* 49: 441-66.

Bolt, B. A. (1976) *Nuclear Explosions and Earthquakes: the Parted Veil,* San Francisco: W. H. Freeman.

Bolt, B. A. (1982) *Inside the Earth: Evidence from Earthquakes,* San Francisco: W. H. Freeman.

Boltwood B. B. (1907) 'On the ultimate disintegration products of the radioactive elements. II. Bölüm. The disintegration products of uranium', *AJS,* 23 (4. Dizi): 77-88.

Bonney, T. G. ve Raisin, C. A. (1894) 'On the relations of some of the older fragmental rocks in the North-western Caernarvonshire', *QJGS*, 50: 578-602.
Botting, D. (1973) *Humboldt and the Cosmos*, New York: Harper & Row; Londra: Sphere Books.
Bourguet, L. (1729) *Lettres philosophiques sur la formation des sels et des crystaux... avec un mémoire sur la théorie de la terre*, Amsterdam: François Honoré.
Bowen, N. L. (1922) 'The reaction principle in petrogenesis', *JG*, 30: 177-98.
Bowen, N. L. (1948) 'The granite problem and the method of multiple prejudices', *Origin of Granite* 'da... ed. J. Gilluly, 79-90, New York: The Geological Society of America (Tutanak No. 28)
Bowen, N. L. ([1928] 1956) *The Evolution of Igneous Rocks*, J. F. Shairer'in eklenen önsözüyle yeniden basım, New York: Dover Publications.
Bowie, W. (1927) *Isostasy*, New York: E. P. Dutton.
Bowler, P. J. (1976) *Fossils and Progress*, New York: Science History Publications.
Bowler, P. J. (1983) *The Eclipse of Darwinism: Anti-Darwinian Evolution Theories in the Decades around 1900*, Baltimore ve Londra: John Hopkins University Press.
Breislak, S. (1802) *Physische und lithologische Reisen durch Campanien nebst mineralogischen Beobachtungen über die Gegend von Rom*, çev. A. Reuss, 2 cilt, Leipzig: Wilhelm Rein (İtalyanca'da 1. Basım 1801).
Breithaupt, J. F. A. (1836-41) *Vollständiges Handbuch der Mineralogie*, 3 cilt, Dresden ve Leipzig: Arnold.
Briggs, J. C. (1987) *Biogeography and Plate Tectonics*, Amsterdam, Oxford, New York ve Tokyo: Elsevier Science Publishing.
Brock, W. H. (1979) 'Chemical geology or geological chemistry?', *Images of the Earth* 'de, ed. L. L. Jordanova ve R. S. Porter, 147-70, Chalfont St Giles: British Society for the History of Science.
Brøgger, W. C. (1890) 'Die Mineralien der Syenit-pegmatit-gänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite...', *Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie*, 16: 1-663.
Brøgger, W. C. (1894) 'The basic eruptive rocks of Gran', *QJGS*, 50: 15-37.
Brongniart, A. (1813) 'D'une classification minéralogique des roches mélangées', *JM*, 34: 5-48.
Brongniart, A. (1827) *Classification et caractères minéralogiques des roches homogénes et hétérogènes*, Paris: F.-G. Levrault.
Brongniart, A. ([1829]) *Theoretical Table of the Most General European Succession and Disposition of the Strata and Rocks which Compose the Crust of the Earth...*, Londra: J. J. Griffin; Glasgow: R. Griffen.
Browne, J. (1983) *The Secular Ark: Studies in the History of Biogeography*, New Haven ve Londra: Yale University Press.
Brush, S. G. (1979) 'Nineteenth-century debates about the inside of the earth', *AS*, 36: 224-54.
Brush, S. G. (1980) 'Discovery of the earth's core', *American Journal of Physics*, 48: 705-24.
Buch, L. von (1797) *Versuch einer mineralogischen Beschreibung von Landeck*, Breslau: Hirschberg & Lissa.
Buch, L. von (1798) 'Von der Uebergangsformation mit einer Anwendung auf Schlesien', *Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde*, 2: 249-73.
Buch, L. von (1802-3) 'Observation sur les volcans d'Auvergne', *JM*, 13: 249-56.
Buch, L. von (1810a) *A Mineralogical Description of the Environs of Landeck*, çev. Charles Anderson, Edinburgh ve Londra: Constable & Constable, Hunter, Parker & Hunter.
Buch, L. von (1810b) 'Etwas über locale und allgemeine Gebirgsformationen', *Magazin der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin...*, 4: 69-74.

Buch, L. von (1824) 'Ueber den geognostischen Systeme von Deutschland...', *Mineralogische Taschenbuch für das Jahr 1824, von K. C. Ritter von Leonhard*, 501-6 ve harita, Main-Irmağı-üzerinde-Frankfurt.

Buch, L. von (1825) *Physicalische Beschreibung der canarischen Inseln* (atlasla birlikte), Berlin: Königlichen Akademie der Wissenschaften.

Buch, L. von (1836a) 'Ueber Erhebungscratere und Vulcane', *Annalen der Physik und Chimie*, 37: 169-90.

Buch, L. von (1836b) 'On volcanoes and craters of elevation', *ENPJ*, 21: 189-209.

Buchanan, R. C. ve Maples, C. G. (1992) 'R. C. Moore and concepts of sea-level change in the midcontinent', *Eustacy: the historical Ups and Downs of a Major Geological Concept*'de, çev. R. H. Dott, 73-81. Boulder: Geological Society of America (Tutanak 180).

Buckland, W. (1820) *Vindiciae geologicae: or the Connexion of Geology with Religion Explained...*, Oxford: University Press.

Bucland, W. (1823) *Reliquiae diluvianae; or, Observations on the Organic Remains Contained in Caves, Fissures, and Diluvial Gravel, and on the Geological Phenomena, Attesting the Universal Deluge*, Londra: John Murray.

Buckland, W. ve Conybeare, W. D. (1824) 'Observations on the south-western coast district of England', *TGSL*, 1 (yeni Dizi): 210-316.

Buffetaut, E. (1987) *A Short History of Vertebrate Palaeontology*, Londra, Sidney ve Wolfeboro: Croom Helm.

Buffon, G.-L. Leclerc, Comte de (1778) *Les époques de la nature*, 2 cilt, Paris: Imprimerie Royale.

Buffon, G.-L. Leclerc, Comte de (1783-8) *Histoire naturelle des minéraux*, 5 cilt, Paris: Imprimerie Royale.

Buffon, G.-L. Leclerc, Comte de (1797-1807) *Buffon's Natural History...*, Londra: H. D. Symonds.

Buffon, G.-L. Leclerc, Comte de (1962) *Les époques da la nature*, ed. Jacques Roger, Paris: Editions du Muséum.

Buffon. G.-L. Leclerc, Comte de *ve diğ.* (1749-1804) *Histoire Naturelle...*, 44 cilt, Paris: Imprimerie Royale.

Bullard, E. C. (1975) 'The emergence of plate tectonics: a personal view', *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 3: 1-30.

Bullard, E. C., Maxwell, A. E. ve Revelle, R. (1956) 'Heat flow through the deep sea floor', *Advances in Geophysics*, 3: 153-81.

Bullard, E. C., Everett, J. E. ve Smith, A. G. (1965) 'The fit of the continents around the Atlantic', *PTRS*, A dizisi, 258: 41-51.

Bunsen, R. W. (1851) 'Ueber die Processe der vulkanischen Gesteins-bildungen Islands', *Annalen der Physik und Chimie*, 83: 197-212.

Bunsen, R. W. (1853) 'Recherches sur la formation des roches volcaniques en Islande', *ACP*, 38 (3. Dizi): 215-89.

Burchfield, J. D. (1975) *Lord Kelvin and the Age of the Earth*, New York: Science History Publications.

Burke, J. G. (1966) *Origins of the Science of Crystals*, Berkeley ve Los Angeles: University of California Press.

Cairns-Smith, A. G. (1982) *Genetic Takeover and the Mineral Origins of Life*, Cambridge: Cambridge University Press.

Cannon, S. F. (1978) *Science in Culture: the Early Victorian Period*, Folkestone: William Dawson; New York: Science History Publications.

Carey, S. W. (1955) 'The orocline concept in geotectonics', *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania*, 89: 255-88.

Carey, S. W. ([1958] 1959) 'A tectonic approach to continental drift', *Continental Drift... being a Symposium on the Present Status of the Continental Drift Hypothesis, Held... in 1956,* ed. S. W. Carey, 177-355, yeniden basım, Hobart: Yerbilimi Bölümü, University of Tasmania.

Carey, S. W. (1988) *Theories of the Earth and Universe: a History of Dogma in the Earth Sciences,* Stanford: Stanford University Press.

Carozzi, A. V. (1968) *Telliamed or Conversations Between an Indian Philosopher and a French Missionary on the Diminution of the Sea by Benoît de Maillet,* çev. ve ed. A. V. Carozzi, Urbana, Chicago ve Londra: University of Illinois Press.

Carozzi, A. V. (1970) 'New historical data on the origin of the theory of continental drift', *BGSA,* 81: 283-6.

Carozzi, A. V. (1977) 'Preface and editor's introduction', *Tectonics of Asia'* da, ed. E. Argand, çev. A. V. Carozzi, xi-xxvi, Newyork: Hafner.

Carozzi, A. V. (1988) 'Review of Laudan (1987)', *Eos,* 69: 637-45.

Carozzi, A. V. (1989) 'Forty years of thinking in front of the Alps: Saussure's (1796) unpublished theory of the earth', *ESH,* 8: 123-40.

Carozzi, A. V. (1992) 'De Maillet's Telliamed (1748): the diminution of the sea or the fall portion of a complete cosmic eustatic cycle', *Eustasy: the Historical Ups and Downs of a Major Geological Concept'* de, ed. R. H. Dott, 17-24, Boulder: Geological Society of America (Tutanak No. 180).

Carozzi, A. V. ve Carozzi, M. (1991) 'Pallas' theory of the earth in German (1778). Translation and reevaluation. Reaction by a contemporary: H.-B. de Saussure', *Anchives des Sciences (Geneva),* 44: 1-105.

Cesalpinus, A. (1596) *De metallicis libri tres...,* Rome: A. Zanneth.

Chamberlin, T. C. (1897) 'On the method of multiple working hypotheses', *JG,* 5: 837-48.

Chamberlin, T. C. (1898a) 'The ulterior basis of time divisions and the classification of geologic history', *JG,* 6: 445-62.

Chamberlin, T. C. (1898b) 'The influence of great epochs of limestone formation upon the constitution of the atmosphere', *JG,* 6: 609-21.

Chamberlin, T. C. (1899) 'An attempt to frame a working hypothesis of the cause of glacial periods on an atmospheric basis', *JG,* 7: 545-84, 667-85, 751-87.

Chamberlin, T. C. (1900) 'An attempt to test the nebular hypothesis by the relations of masses and momenta', *JG,* 8: 58-73.

Chamberlin, T. C. (1909) 'Diastrophism as the ultimate basis of correlation', *JG,* 17: 685-90.

Chamberlin T. C. (1916) *The Origin of the Earth,* Chicago: University df Chicago Press.

Chamberlin, T. C. ve Salisbury, R. D. (1906) *Geology: Earth History... cilt II. Genesis-Paeozoic,* Londra: John Murray.

Charpentier, J. de (1834) 'Annonce d'un des principaux résultats des recherches de M. Venetz, sur l'etat actuel et passé des glaciers du Vallais', *Verhandlungen der Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, Luzern,* 23-4.

Charpentier, J. de (1836) 'Account of one of the most important results of the investigations of M. Venetz, regarding the present and earlier conditions of the glaciers of the Canton Vallais', *ENPJ,* 21: 210-20.

Charpentier, J. de (1841) *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône,* Lozan: Ducloux.

Chorley, R. J., Dunn, A. L. ve Beckinsale, R. P. (1964) *The History of the Study of Landforms; or the Development of Geomorphology,* Londra: Methuen.

Cicero, M. T. (1979) *De natura deorum...,* çev. H. Rackham, Londra: Heinemann; Cambridge (Mass.): Harvard University press.

Cloud, P. (ed.) (1970) *Adventures in Earth History: Being a Volume of Significant Writings from Original Sources...,* San Francisco: W. H. Freeman and Co.

Collins, H. M. (1981) *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, Londra: Beverly Hills ve Yeni Delhi: Sage Publications.
Conybeare, W. D. ve Phillips, W. (1822) *Outlines of the Geology of England and Wales...*, I. Bölüm, Londra: William Phillips.
Cope, J, C. W., Ingham, J. K. ve Rawson, P. F. (1992) *Atlas of Palaeogeography and Lithofacies*, Londra: Geological Society.
Coppens, Y. (1994) 'East side story: the origin of humankind', *SA*, 270: 62-9.
Coquand, H. (1843) 'Observations concernant un changement relatif de niveau dans la mer crétacée', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 17: 183-6.
Cordier, P. L. A. (1827) 'Essai sur la température de l'intérieur de la terre', *AM*, 2: 53-138.
Cotta, B. von (1866) *Rocks Classified and Described: a Treatise on Lithology*, çev. P. H. Lawrence, Londra: Longmans, Green.
Cox, A., Doell, R. R., ve Dalrymple, G. B. (1963) 'Geomagnetic polarity epochs and Pleistocene geochronometry', *Nature*, 198: 1049-51.
Cox, L. R. (1942) 'New light on William Smith and his work', *PYGS*, 25: 1-99.
Cox, R. C. (ed.) (1982) *Robert Mallet 1810-1881*, Dublin: Institution of Engineers of Ireland.
Craig, G. Y., McIntyre, D. B. ve Waterston, C. D. (ed.ler) (1978) *James Hutton's Theory of the Earth the Lost Drawings*. Edinburgh: Scottish Academic Press.
Craw, R. (1992) 'Margins of cladistics: identity, difference and place in the emergence of phylogenetic systems 1864-1975' *Trees of Life*... adlı yapıttan, ed. P. Griffith, 65-107, Dordrecht, Boston ve Londra: Kluwer Academic Publications.
Croizat, L. (1958) *Panbiogeography...*, Caracas: L. Croizat.
Croizat, L. (1962*) *Space, Time, Form: the Biological Synthesis*, Caracas: L. Croizat.
Croizat, L., Nelson, G. ve Rosen, D. E. (1974) 'Centers of origin and related concepts', *Systematic Zoology*, 23: 265-87.
Croll, J. (1864) 'On the physical cause of the change of climate during geological epochs', *PM*, 27: 121-37.
Croll, J. (1867a) 'On the eccentricity of the earth's orbit, and its physical relations to the glacial epoch', *PM*, 33: 119-31.
Croll, J. (1867b) 'On the change in the obliquity of the ecliptic, its influence on the climate of the polar regions and on the level of the sea', *PM*, 33: 426-45.
Croll, J. (1875) *Climate and Time in their Geological Relations : a Theory of Secular Changes of the Earth's Climate*, Londra: Daldy, Isbister.
Crook, T. (1933) *History of the Theory of Ore Deposits...*, Londra: Thomas Murby; New York: D. van Nostrand.
Cumming, D. A. (1981) 'Geological Maps in preparation: John Macculloch on [the] western islands [of Scotland]', *Archives of Natural History*, 10: 255-71.
Cuvier, G. L. C. F. D. de (1813) *Essay on the Theory of the Earth... with... an Account of Cuvier's Geological Discoveries*, çev. R. Kerr, Edinburgh: William Blackwood; Londra: Robert Kerr.
Cuvier, G. L. C. F. D. de ve Brongniart, A. (1808) 'Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris', *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, 11: 293-326.
Cuvier, G. L. C. F. D. de ve Brongniart, A. (1811) *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris...*, Paris: Baudouin.
Cuvier, G. L. C. F. D. de ve Brongniart, A. (1822) *Description géologique des environs de Paris... nouvelle édition...*, Paris ve Amsterdam: G. Dufour & E. d'Ocagne.

* Başlık sayfasında verilen tarih bu; ama, kitap gerçekte 1964 yılına dek yayımlanmadı.

D'Alembert, J. le R. (1749) *Recherches sur la précession des équinoxes*, Paris: David l'Ainé.
D'Alembert, J. le R. (1754/1759) 'Recherches sur la précession deb équinoxes...', *HARS*, 116-19, 413-28.
Dalrymple, G. B. (1991) *The Age of the Earth*, Stanford: Stanford University Press.
Daly, R. A. (1903) 'The mechanics of igneous intrusion', *AJS*, 16(4. Dizi): 107-26.
Daly, R. A. (1914) *Igneous Rocks and their Origin*, New York ve Londra: McGraw-Hill.
Daly, R. A. (1926) *Our Mobile Earth*, New York ve Londra: Charles Scribner's Sons.
Daly, R. A. (1940) *Strength and Structure of the Earth*, New York: Prentice-Hall.
Dana, J. D. (1837) *A System of Mineralogy...*, New Haven: Durrie & Peck & Herrick & Noyes.
Dana, J. D. (1843) 'On the analogies between modern igneous rocks and the so-called primary formations, and the metamorphic changes produced by heat in the associated sediments', *AJS*, 45: 104-29.
Dana, J. D. (1864) 'On the volcanoes of the moon', *AJS*, 2 (2. Dizi): 335-55.
Dana, J. D. (1847a) 'On the origin of continents', *AJS*, *3* (2. Dizi): 94-100.
Dana, J. D. (1847b) 'Geological results of the earth's contraction in consequence of cooling', *AJS*, 3 (2. Dizi): 176-88.
Dana, J. D. (1847c) 'A general review of the geological effects of the earth's cooling from a state of igneous fusion', *AJS*, 4 (2. Dizi): 88-92.
Dana, J. D. (1847d) 'Origin of the grand outline features of the earth's crust', *AJS*, 4 (2. Dizi): 381-98.
Dana, J. D. (1849) *Narrative of the United States Exploring Expedition during the years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842... X. Cilt, Geology*, Philadelphia: C. Sherman.
Dana, J. D. (1866) 'Observations on the origin of some of the earth's features', *AJS*, 42 (2. Dizi): 205-11, 252-3.
Dana, J. D. (1873a) 'On some results of the earth's contraction from cooling, including a discussion on the origin of mountains, and the nature of the earth's interior', *AJS*, 5 (3. Dizi): 423-43.
Dana, J. D. (1873b) 'On some results of the earth's contraction from cooling... V. Bölüm. Formation of the continental and oceanic depressions', *AJS*, 6 (3. Dizi): 161-72.
Dana, J. D. (1883) *New Text-book of Geology*, 4. Basım, New York ve Chicago: Ivison, Blakeman, Taylor.
Dana, J. D. (1890) 'Areas of continental progress in North America, and the influence of the conditions of these areas on the work carried forward within them', *BGSA*, 1: 36-48.
Dante Alighieri (1950) *The Divine Comedy of Dante Alighieri: the Carlyle-Okey-Wicksteed Translation*, New York: Random House.
Darwin, C. R. (1842) *The Structure and Distribution of Coral Reefs...*, Londra: Smith Elder.
Darwin, C. R. (1844) *Geological Observations on the Volcanic Islands...*, Londra: Smith Elder.
Darwin, C. R. (1846) Geological *Observations on South America...*, Londra: Smith Elder.
Darwin, C. R. (1859) *On the Origin of Species by Means of Natural Selection...*, Londra: John Murray.
Darwin, G. H. (1903) 'Radio-activity and the age of the sun', *Nature*, 68: 496.
Daubrée, G.-A. (1857) 'Observations sur le métamorphisme et recherches expérimentales sur quelques-uns des agents qui ont pu le produire', *AM*, 12 (5. Dizi): 289-326.
Daubrée, G.-A. (1859) 'Etudes et expériences synthétiques sur le métamorphisme et sur la formation des roches cristallines', *AM*, 16 (5. Dizi): 155-218, 393-476.
Daubrée, G.-A. (1860) *Etudes et expériences synthétiques sur le métamorphisme et sur la formation des roches cristallines*, Paris: Imprimerie Royale.

D'Aubuisson de Voisins, J. F. (1803/yıl 11) 'Extrait d'une lettre de J. F. Daubuisson, à A. J. Brochant', *JM*, 13: 113-22.
D'Aubuisson de Voisins, J. F. (1807) 'Observations sur la chaleur souterraine, faites aux mines de Poullaouen et du Huelgout et Bretagne', *JM*, 21: 119-30.
Davis, W. M. (1889a) 'A pirate river', *Science*, 13: 108-9.
Davis, W. M. (1889b) 'The rivers and valleys of Pennsylvania', *National Geographic Magazine*, 1: 183-253.
Davis, W. M. (1889c) 'Topographical development of the Triassic formation of the Connecticut Valley', *AJS*, 37 (3. Dizi): 423-34.
Davy, H. (1980) *Humphry Davy on Geology...*, ed. R. Siegfried ve R. H. Dott, Madison: University of Wisconsin Press.
Dean, D. R. (1979) 'The word geology', *AS*, 36: 35-43.
Dean, D. R. (1981) 'The age of the earth cortroversy: beginnings to Hutton', *AS*, 38: 435-46.
Dean, D. R. (1991) 'Robert Mallett and the founding of seismology', *AS*, 48: 39-67.
Dean, D. R. (1992) *James Hutton and the History of Geology*. Ithaca: Cornell University Press.
Debus, A. G. (1965) *The English Paracelsians*, Londra: Oldbourne Book Company.
Debus, A. G. (1991) *The French Paracelsians...*, Cambridge: Cambridge University Press.
De la Beche, H. T. (1834) *Researches in Theoretical Geology*, Londra: Charles Knight.
De la Beche, H. T. (1846) 'On the formation of the rocks of South Wales and south-western England', *Memoirs of the Geological Survey of Great Britain*, 1:1-296.
Deluc, J.-A. (1790-1) 'Letters to Dr. James Hutton', *Monthly Review*, 2: 206-27, 582-601; 3: 573-86; 5: 564-86.
Descartes, R. (1644/1656) *Principia philosophiae*, Amsterdam: Apud Ludovicum Elzeverium.
Desmarest, N. (1771/1774) 'Mémoire sur l'origine et la nature du basalte à grandes colonnes polygones, déterminées par l'histoire naturelle de cette pierre, observée en Auvergne', *HARS*, 705-75.
Desmarest, N. (1773/1777) 'Mémoire sur le basalte où l'on traite du basalte des anciens; et où l'on expose l'histoire naturelle des différentes espéces de pierres auxquelles on a donnée, en différens temps, le nom de basalte', *HARS*, 599-670.
Desmarest, N. (1804/1806) 'Mémoire sur la détermination de trois époques de la nature par les produits des volcans, et sur l'usage qu'on peut faire de ces époques dans l'étude des volcans', *MIS*, 6: 219-89.
Desmond, A. J. (1975) *Hot-blooded Dinosaurs*, Londra: Blond & Briggs.
Dewey, J. ve Byerly, P. (1969) 'The early history of seismometry (to 1900), *BSSA*, 59: 183-227.
Dietz, R. S. (1961) 'Continental ocean basin evolution by spreading of the sea floor', *Nature*, 190: 854-7.
Donovan, A. L. ve Prentiss, J. (1980) 'James Hutton's Dissertatio physico-medica inauguralis de sanguine et circulatione microcosmi... Leyden Academy, 1749, İngilizce çevirisi ile birlikte..., *Transactions of the American Philosophical Society* (Philadelphia), 70 (6. Bölüm).
D'Orbigny, A. D. (1842) 'Carte générale de la République de Bolivia'. *Voyage dans l'Amérique Méridionale*, yazarı: A. D. D'Orbigny (8. cilt'ten resimler, 1847), Paris: P. Bertrand, ile Strasbourg: V. Levrault (1842 tarihli harita, L. Bouffard'ın 1839 yılında yaptığı oyma-baskı topografya haritasının yerbilimsel amaçlı boyanmışıdır).
Dott, R. H. (1974) 'The geosynclinal concept', *Modern and Ancient Geosynclinal Sedimentation* içinde yer alıyor, ed. R. H. Dott ve R. H. Shaver, 1-13, Tulsa: Society of Economic Palaeontologists and Mineralogists (Special Publication No. 19).
Dott, R. H. (1978) 'Tectonics and sedimentation a century later', *Earth-science Reviews*, 14: 1-34.

Dott, R. H. (1979) 'The geosyncline - first major geological concept "made in America"', *Two Hundred Years of Geology in America*'nın içinde, ed. R. H. Dott, 239-64, Hanover [New Hampshire]: University Press of New England.

Dott, R. H. (ed.) (1992) *Eustacy: the Historical Ups and Downs of a Major Geological Concept*, Boulder: Geological Society of America (Tutanak No. 180).

Douglas, N. ve Douglas, N. (1990) *Vanuatu – a Guide*, 2. basım, Alstonville (New South Wales): Pasific Profiles.

Dufrénoy, P. A. ve Elie de Beaumont. L. (1841) *Carte Géologique de la France*, Paris: l'Imprimérie Royale.

Duhem, P. (1958) *Le Système du monde: histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic. Tome IX. Cinquième partie: la physique Parisienne au XIV^e siècle*, Paris: Hermann.

Du Rietz, G. E. (1940) 'Problems of bipolar plant distribution', *Acta phytogeographica suecica*, 13: 215-82.

Durocher, J. M. E. (1857a) 'Essai de pétrologie comparée, ou recherches sur la composition chimique et minéralogique des roches ignées...', *AM*, 11 (5. Dizi): 217-59, 678-81.

Durocher, J. M. E. (1857b) 'Recherches sur les roches ignées, sur les phénomènes de leur émission et sur leur classification', *Comtes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 44: 325-30.

Dutka, J. (1993) 'Eratosthenes' measurement of the earth reconsidered', *Archive for the History of Exact Sciences*, 46: 55-66.

Du Toit, A. (1927) *A Geological Comparison of South America with South Africa*, Washington: Carnegie Institution.

Du Toit, A. (1937) *Our Wandering Continents: an Hypothesis of Continental Drifting*, Edinburgh: Oliver & Boyd.

Dutton, C. E. (1871) 'The causes of regional elevations and subsidences', *Proceedings of the American Philosophical Society*, 12: 70-2.

Dutton, C. E. (1880) *Report on the Geology of the High Plateaus of Utah, with Atlas*, Washington DC: Government Printing Office.

Dutton, C. E. (1880-1) 'The physical geology of the Grand Cañon District', *United States Geological Survey. Second Annual Report*, 47-166, Washington DC: Government Printing Office.

Dutton, C. E. (1882a) *Tertiary History of the Grand Cañon District*, Washington DC: Government Printing Office.

Dutton, E. C. (1882b) *Atlas to Accompany the Monograph on the Tertiary History of the Grand Cañon District*, Washington DC: Government Printing Office.

Dutton, C. E. (1892) 'On some of the greater problems of physical geology', *Bulletin of the Philosophical Society of Washington*, 11: 51-64 (27 Nisan 1889 günü sunuldu).

Dyson, F. (1985) *Origins of Life*, Cambridge: Cambridge University Press.

Edmonds, J. M. (1975) 'The geological lecture-courses given in Yorkshire by William Smith and John Phillips, 1824-1825', *PYGS*, 40: 373-412.

Egyed, L. (1956) 'The change of the earth's dimensions determined from palaeogeographical data', *GPA*, 33: 42-8.

Egyed,L. (1957) 'A new dynamic conception of the internal constituton of the earth', *Geologische Rundschau: internationale Zeitschrift für Geologie*, 46: 101-21.

Egyed, L. (1960) 'Some remarks on continental drift', *GPA*, 45: 115-16.

Eigen, M. ve Winkler-Oswatitch, R. (1992) *Steps Towards Life: a Perspective on Evolution*, çev. P. Woolley, Oxford, New York ve Tokyo: Oxford University Press.

Elie de Beaumont, L. (1829-30) 'Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe..., *Anales des Sciences Naturelles*, 18: 284-416; 19: 5-99, 177-240.

Elie de Beaumont, L. (1831) 'Researches on some of the révolutions on the surface of the globe; presenting various examples of the coincidence between the elevation of beds in certain systems of mountains, and the sudden changes which have produced the lines of demarcation observable in certain stages of the sedimentary deposits', *PM,* 10 (yeni dizi): 241-64.

Elie de Beaumont, L. (1852) *Notice sur les systèmes des montagnes,* 3 cilt, Paris: P. Bertrand.

Ellenberger, F. (1988) *Histoire de la géologie. Tome 1. Des anciens à la première moitié du XVII^e siècle,* Paris: Technique et Documentation (Lavoisier).

Ellenberger, F. (1994) *Histoire de la géologie. Tome 2. La grande éclosion et ses prémices 1660-1810,* Paris, Londra ve New York: Technique et Documentation (Lavoisier).

Emerton, N. (1984) *The Scientific Reinterpretation of Form,* Ithaca: Cornell University Press.

Ercker, L. (1951) *Lazarus Ercker's Treatise on Ores and Assaying,* çev. A. G. Sisco ve C. S. Smith, Chicago ve Londra: University of Chicago Press (1. Almanca basım, Prag, 1574; 2., Frankfurt (Main), 1580).

Escher von der Linth, A. (1839) 'Erläuterung der Ansichten einiger Contact-Verhältnisse zwischen krystallinischen Feldspathgestein und Kalk im Berner Oberlande', *Neue Denkschrifte der Allgemeine Schweizerischen Gesellschaft für gesammten Naturwissenschaft,* 3: 1-13 ve resimler.

Escher von der Linth, A. (1841) 'Geologische und minerologische Section', *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft bei ihrer Versammlung zu Zürich, den 2., 3. und 4 August 1841,* 53-73 (54-63 arasında). Zürih: von Zürcher and Furrer.

Escher von der Linth, A. (1846) 'Gebirgskunde [des Kantons Glarus]', *Der Kanton Glarus...* içinde yer alıyor, ed.ler O. Heer ve J. J. Blumer-Heer, 51-90, St Gallen ve Bern: Huber.

Evans, J. W., Turner, H. H. ve Wright, W, B. (1923) 'Discussion on Wegener's hypothesis of continental drift', *RBAAS,* 364-5.

Eve, A. S. (1939) *Rutherford: Being the Life and Letters of the Rt Hon. Lord Rutherford, O. M.,* Cambridge: Cambridge University Press.

Ewing, J. A. (1881) 'On a new seismograph', *PRS,* 31: 440-6.

Eyles, V. A. (1972) 'Mineralogical maps as forerunners of modern geological maps', *Cartographic Journal,* 9: 133-5.

Faill, R. T. (1985) 'Evolving tectonic concepts of the central and southern Appalachians', *Geologists and Ideas: a History of North American Geology'* de yer alıyor, ed. ler E. T. Drake ve W. M. Jordan, 19-46, Boulder: Geological Society of America.

Faul, H. ve Faul, C. (1983) *It Began with a Stone: a History of Geology from the Stone Age to the Age of Plate Tectonics,* New York: J. Wiley.

Ferrari, G. (ed.) (1990) *Gli strumenti sismici storici: Italia e contesto Europa. Historical Seismic Instruments: Italy and the European Framework,* Bologna: Storia-Geofisici-Ambiente.

Ferrari, G. (ed.) (1992) *Two Hundred Years of Seismic Instruments in Italy 1731-1940,* Bologna: Storia-Geofisici-Ambiente.

Feyerabend, P. K. (1970) 'Classical empiricism', *The Methodological Heritage of Newton'da* yer alıyor, ed. R. E. Butts ile J. W. Davis, 150-70, Oxford: Basil Blackwell.

Fischer, A. G. (1981) 'Climatic oscillations in the biosphere', *Biotic Crises in Ecological and Evolutionary Time'* da yer alıyor, 103-31, New York: Academic Press.

Fisher, O. (1881/1891) *Physics of the Earth's Crust,* Londra: Macmillan.

Flügel, H. W. (1984) 'A Wegener - O. Ampferer - R. Schwinner: the first chapter of the "new global tectonics"', *ESH,* 3: 178-86.

Forbes, J. D. (1844) 'On the theory and construction of a seismometer, or instrument for measuring earthquake shocks, and other concussions', *TRSE*, 15: 219-28.

Foucault, M. (1966) *Les mots et les choses: une archéologie des sciences humaines*, Paris: Gallimard.

Foucault, M. (1970) *The Order of Things: an Archaeology of Human Sciences*, Londra: Tavistock Publications.

Fouqué, F. ve Michel-Lévy, A. (1882) *Synthèse des minéraux et des roches*, Paris: G. Masson, Libraire de l'Académie de Médecine.

Fourier, J. (1820) 'Extrait d'un mémoire sur le refroidissement séculaire du globe terrestre', *ACP*, 13: 418-38.

Fourier, J. (1824) 'Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires', *ACP*, 27: 136-67.

Frankel, H. (1979) 'The career of continental drift theory; an application of Imre Lakatos's analysis of scientific growth to the rise of drift theory', *SHPS*, 10: 21-66.

Frankel, H. (1980) 'Hess's development of his seafloor spreading hypothesis', *Scientific Discovery: Case Studies'* den, ed. T. Nickles, 345-66, Dordrecht: D. Reidel.

Frankel, H. (1982) 'The development, reception and acceptance of the Vine-Matthews-Morley hypothesis', *HSPS*, 13: 1-39.

Frazer, J. (1919) *Folk-lore in the Old Testament: Studies in Comparative Religion and Law*, 3 cilt, Londra: Methuen.

Fritscher, B. (1991) *Vulkanismus und Geochemie...*, Stuttgart: Steiner.

Fuchs, J. N. von (1839) 'Chemical views regarding the formation of rocks, which seem to afford new arguments in favor of neptunism', *ENPJ*, 26: 182-94.

Füchsel, G. C. (1761a) 'Historia terrae et maris ex historia Thuringiae, per montium descriptionem eruta a Georgio Christiano Füchsel', *Actorum Academiae Electoralis Moguntinae scientiarum utilium quae Erfordiae est*, 2: 44-208.

Füchsel, G. C. (1761b) 'Eiusdem usus historiae suae terrae et maris', *Actorum Academiae Electoralis Moguntinae scientiarum utilium quae Erfordiae est*, 2: 209-54.

[Füchsel, G. C.] (1773) *Entwurf zu der ältesten Erd- und Menschengeschichte, nebst einem Versuch, den Ursprung der Sprache zu Finden*, Frankfurt ve Leipzig.

Galitzin [ya da Golitsyn] B. B. (1906) *Uber eine Abänderung des Zöllner'schen Horizontalpendels*, St Petersburg: Königliche Akademie der Wissenschaften.

Garrels, R. M. ve Lerman, A. (1981) 'Phanerozoic cycles of sedimentary carbon and sulfur', *Proceedings of the National Academy of Science... Physical Series*, 78: 4652-6.

Garrels, R. M. ve Lerman, A. (1984) 'Coupling of sedimentary sulfur and carbon cycles – an improved model', *AJS*, 284: 989-1007.

Garrels, R. M. ve MacKenzie, F. T. (1971) *Evolution of Sedimentary Rocks*, New York: W. W. Norton.

Garrels, R. M. ve Perry, E. A. (1974) 'Cycling of carbon, sulfur and oxygen through geologic time', *The Sea... Cilt 5. Marine Chemistry'* den, ed. E. D. Goldberg, 303-36, New York: John Wiley.

Gassendi, P. (1678) *Abrégé de la philosophie de Gassendi... Par F. Bernier*, Lyon: Anisson.

Gayrard-Valy, Y. (1994) *The Story of Fossils: in Search of Vanished Worlds*, çev. I. M., Paris, Londra: Thames & Hudson; New York: Harry N. Abrams (Birinci Fransızca basım, 1987).

Geikie, A. ([1897, 1905] 1962) *The Founders of Geology*, yeniden basım, New York: Dover Publications (Birinci basım, 1897).

Geikie, J. (1874) *The Great Ice Age and its Relation to the Antiquity of Man*, Londra: Edward Stanford.

Geikie, J. (1914) *The Antiquity of Man in Europe*, Edinburgh: Oliver & Boyd; Londra: Gurney & Jackson.
Geoffroy, E. F. (1716) 'Sur l'origine des pierres', *HARS*, 8-16.
Gesner, C. (1565) *De rerum fossilium, lapidum et gemmarum...*, Zürih: yayımcısı belirtilmemiş.
Gilbert, G. K. (1875) 'Report upon the geology of portions of Nevada, Utah, California, and Arizona, examined in the years 1871 and 1872... *Report upon Geographical and Geological Explorations and Surveys West of the One Hundredth Meridian...*, ed. G. M. Wheeler, 17-187, Washinton DC: Government Printing Office.
Gilbert, G. K. (1877) *Report on the Geology of the Henry Mountains*, Washington DC: Government Printing Office.
Gillispie, C. C. ([1951]1959) *Genesis and Geology: a Study in the Relations of Scientific Thought, Natural Theology, and Social Opinion in Great Britain, 1790-1850*, yeniden basım, New York: Harper & Row.
Gilluly, J. (ed.) (1948) *Origin of Granite...*, New York: Geological Society of America (Tutanak No. 28).
Gläser, F. G. (1775) *Versuch einer mineralogische Beschreibung der gefürsteten Grafschaft Henneberg chursächsischen Anteils...*, Leipzig: Siegfried Crusius.
Glen, W. (1982) *The Road to Jaramillo...*, Stanford: Stanford University Press.
Glen, W. (ed.) (1994) *The Mass-extinction Debates...*, Stanford: Stanford University Press.
Gohau, G. (1990) *A History of Geology*, gözden geçiren ve çev. A. V. ve M. Carozzi, New Brunswick ve Londra: Rutgers University Press.
Goodchild, J. G. (1892) 'Note on a granite junction in the Ross of Mull', *GM*, 9 (3. on yıl): 447-51.
Gorshkov, G. S. (1958) 'On some theoretical probblems in vulcanology', *Bulletin Vulcanologique*, 19 (2. Dizi): 103-13.
Gosselet, J. (1880) 'Sur la structure générale du bassin houiller franco-belge', *BSGF*, 8: 505-11.
Gould, S. J. (1965) 'Is uniformitarianism necessary?', *AJS*, 263: 223-8.
Gould, S. J. (1987) 'Charles Lyell, historian of time's cycle', *Time's Arrow Time's Cycle: Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time* dan, yazarı: S. J. Gould 98-179, Cambridge (Mass.) ve Londra: Harvard University Press.
Gould, S. J. (1989) *Wonderful Life: the Burgess Shale and the Nature of History*, New York ve Londra: W. W. Norton.
Gould, S. J. (1993) 'Fall in the house of Ussher', *Eight Little Piggies: Reflections in Natural History* den, 181-93, yazarı: S. J. Gould, Londra: Penguin Books.
Grabau, A. W. (1906) 'Types of sedimentary overlap', *BGSA*, 17: 567-636.
Grabau, A. W. (1936) 'Oscillation or pulsation', *International Geological Congress. Report of the XVI Session. Washington 1933*. 1: 539-53.
Grabau, A. W. ([1940] 1978) *The Rhythm of the Ages: Earth History in the Light of the Pulsation and Polar Control Theories*, önsöz: A. V. Carozzi, yeniden basım, Huntington (NY): Robert E. Krieger Publishing.
Graham, L. R. (1987) *Science, Philosophy, and Human Behavior in the Soviet Union*, New York: Columbia University Press.
Gray, T. (1881) 'On instruments for measuring and recording earthquake motion', *PM*, 12 (5. Dizi): 199-212.
Greene, M. T. (1982) *Geology in the Nineteenth Century: Changing Views of a Changing World*, Ithaca ve Londra: Cornell University Press.
Greene, M. T. (1992) *Natural Knowledge in Preclassical Antiquity*, Baltimore: John Hopkins University Press.
Greenly, E. ve Williams, H. (1930) *Methods in Geological Surveying*, Londra: Thomas Murby; New York: D. van Nostrand.

Greenough, G. B. (1819) *A Geological Map of England and Wales by G. B. G. Accompanied by an Explanatory Memoir,* Londra: Longman, Hurst, Rees, Orme and Brown for the Geological Socety.

Greenough, G. B. (1820) *Memoir of a Geological Map of England...,* Londra: Longman, Hurst, Rees, Orme & Brown.

Gregor, B. (1992) 'Some ideas on rock cycle: 1788-1988', *Geochimica et Cosmichimica Acta,* 56: 2993-3000.

Griffith, R. (1838) *Geological Map of Ireland to Accompany the report of the Railway Commissioners 1837,* Dublin.

Griggs, D. (1939) 'A theory of mountain building', *AJS,* 237: 611-50.

Grinewald, J. (1988) 'Sketch for a history of the idea of the biosphere', *Gaia'dan,* ed. P. Bunyard ve E. Goldsmith, 1-32, Camelford: Wadebridge Ecological Centre.

Grout, F F. (1945) 'Scale models of structures related to batholiths', *AJS,* 243A: 260-84.

Guettard, J.-E. (1746/1751) 'Mémoire et carte minéralogique sur la nature et la situation des terrains qui traversent la France et l'Angleterre', *HARS,* 363-92 ve resimler.

Guettard, J.-E. (1752-1756) 'Mémoire sur quelques montagnes de la France qui ont été des volcans', *HARS,* 27-59.

Guettard, J.-E. (1779) *Mémoires sur la minéralogie du Dauphiné,* 2 cilt, Paris: l'Imprimerie de Clousier.

Guettard, J.-E. (1784) *Carte minéralogique de France...,* Paris: l'Imprimerie Royale.

Guettard, J.-E. ve Monnet, A.-G (1780) *Atlas et description minéralogique de la France...,* Paris: Didot l'Ainé.

Gümbel, C. W. von (1866a) 'On the occurence of Eozoön in the Primary rocks of eastern Bavaria', *QJGS,* 22 (2. Bölüm): 23-24.

Gümbel, C. W. von (1866b) 'Ueber des Vorkommen von *Eozoön* in dem ostbayerischen Urgebirge', *Sitzungsberichte der königliche bayer Akademie der Wissenschaften zu Munich,* 1: 25-70 ve resimler.

Gümbel, C. W. von (1868) 'On the Laurentian rocks of Bavaria', *CN,* 3 (2. Dizi): 81-101 ve resim.

Guntau, M. (1967) *Der Aktualismus in den geologischen Wissenschaften...,* Leipzig: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie.

Guntau, M. (1984) *Abraham Gottlob Werner,* Leipzig: Teubner.

Gutenberg, B. (1914) 'Uber Erdbeben VIIA... Folgerungen über die Konstitution des Erdkörpers', *Nachrichten aus der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-physikalische Klasse,* 166-218.

Gutenberg, B. (1925) *Der Aufbau der Erde mit 23 Abbildungen,* Berlin: Gebrüder Borntraeger.

Gutenberg, B. (1926) 'Untersuchungen zur Frage, bis zu welcher Tiefe die Erde kristallin ist', *Zeitschrift für Geophysik,* 2: 24-9.

Gutenberg, B. (1928) 'Der Aggregatzustand im Erdinnern', *Müller-Pouillets Lehrbuch der Geophysik,* 5: 669-71.

Gutenberg, B. (1948) 'The layer of relatively low wave velocity at a depth of 80 kilometers', *BSSA,* 38: 121-48.

Gutenberg, B. (1954) 'Low velocity layers in the earth's mantle', *BGSA,* 65: 337-48.

Gutenberg, B. (1955) 'Channel waves in the earth's crust', *Geophysics,* 20: 283-94.

Gutenberg, B. (1957) 'The "boundry" of the earth's inner core', *Transactions of the American Geophysical Union,* 38: 750-3.

Gutenberg, B. (1931) 'On supposed discontinuities in the mantle', BSSA, 21: 216-22.

Gutenberg, B. ve Richter, C. F. (1939) 'On supposed discontinuities in the mantle of the earth: new evidence for a change in physical conditions at depths near 100 km', *BSSA,* 29: 531-7.

Guthrie, W. K. C. (1962) *A History of Greek Philosophy. Cilt 1. The Earliest Presocratics and Pythagoreans,* Cambridge ve New York: Cambridge University Press.

Haarmann, E. (1930) *Die Oszillations-Theorie: eine Erklärung der Krustenbewegungen von Erde und Mond*, Stuttgart: Ferdinand Enke.
Haber, F. C. (1959) *The Age of the World: Moses to Darwin*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
Hacking, I. (1983) *Representing and Intervening*... Cambridge, Londra, New York, New Rochelle, Melbourne ve Sidney: Cambridge University Press.
Hall, J. (Sir) (1805) 'Experiments of whinstone and lava', *TRSE*, 5: 43-76 (sunuluşu 1798).
Hall, J. (Sir) (1812) 'Account of a series of experiments showing the effects of compression in modifying the action of heat', *TRSE*, 6: 71-186.
Hall, J. (Sir) (1826) 'On the consolidation of strata of the earth', *TRSE*, 10: 314-29.
Hall, J. (1859) 'Introduction', *Palaeontology, Volume III [New York'un Doğa Tarihi* üstüne, 6. Bölüm]... *Part I: Text*, Albany: van Benthuysen.
Hall, J. ([1857] 1883) 'Contributions to the geological history of North American continent', *Proceedings of the American Association for the Advancement of Science*, 31: 29-71 (1857 yılı Başkanlık makamı konuşması).
Hallam, A. (1973) *A Revolution in the Earth Sciences: From Continental Drift to Plate Tectonics*, Oxford: Clarendon Press.
Hallam, A. (1983) *Great Geological Controversies*, Oxford: Oxford University Press.
Hallam, A. (1992) 'Eduard Suess and European thought on Phanerozoic eustacy', *Eustacy: the Historical Ups and Downs of a Major Geological Concept*'den, ed. R. H. Dott, 25-29, Boulder: Geological Society of America (Tutanak No. 180).
Halstead, L. B. (1982) *Hunting the Past: Fossils, Rocks, Tracks and Trails: the Search for the Origins of Life*, Londra: Hamish Hamilton.
Hamilton, W. ve Myers, W. B. (1967) *The Nature of Batholiths*, Washington, DC: Government Printing Office. (Yerbilim çalışmalarına ilişkin mesleki yazışmalar 554-C).
Haq, B. U., Hardenbol, J. ve Vail, P. R. (1987) 'Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic', *Science*, 235: 1156-67.
Harker, A. (1909) *The Natural History of the Igneous Rocks*, Londra: Methuen.
Harker, A. (1932) *Metamorphism: a Study of the Transformations of Rock Masses*, Londra: Methuen.
Haug, E. (1900) 'Les géosynclinaux et les aires continentales: contributions à l'étude des transgressions et régressions marines', *BSGF*, 28 (3. Dizi): 617-710.
Haug, E. (1907-11) *Traité de géologie*, 2 cilt, Paris: Librairie Armand Colin.
Haüy, R.-J. (1784) *Essai d'une théorie sur la structure des crystaux, appliquée à plusieurs genres de substances crystallisées*, Paris: Chez Gogué et Née de la Rochelle.
Haüy, R.-J. (1801) *Traité de minéralogie*, 5 cilt, Paris: Conseil des Mines.
Haüy, R.-J. (1822) *Traité de crystallographie...*, Paris: Bachelier et Hazard.
Hays, J. D., Imbrie, J. ve Shackleton, N. J. (1976) 'Variations in the earth's orbit: pacemakers of the ice ages', *Science*, 194: 1121-32.
Heckel, P. H. (1984) 'Changing concepts of midcontinent Pennsylvanian cyclothems, North America', *Neuvième congrès international de stratigraphie et de géologie du Carbonifère. Washington and Champaign-Urbana May 17-26, 1979. Compte rendu*, 3: 535-53.
Hedberg, H. D. (1969a) 'The influence of Torbern Bergman (1735-1784) on stratigraphy: a resumé', *Toward a History of Geology*'den, ed. C. J. Schneer, 186-91, Cambridge (Mass.): MIT Press.
Hedberg, H. D. (1969b) 'The influence of Torbern Bergman (1735-1784) on stratigraphy', *Acta Universitatis Stockholmiensis: Stockholm Contributions in Geology*, 20: 19-47.
Heezen, B. C. (1959) 'Géologie sous-marine et déplacements des continents', *La topographie et la géologie des profondeurs océaniques*'den *(Colloques internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique...)*, 83: 295-302, Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.

Heezen, B. C. (1960) 'The rift in the ocean floor', *SA*, 203: 99-110.
Heim, A. (1878) *Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung: im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe*, 2 cilt, atlasla birlikte, Basle: Benno Schwab.
Helmont, J. B. van (1662) *Oriatrike, or, Physick Refined...*, çev. J. Chandler, Londra: Lodowick Loyd.
Hennig, W. (1966) *Phylogenetic Systematics*, çev. D. D. Davis ve R. Zanger, Urbana: University of Illinois Press (İlk Almanca basım, 1950).
Henslow, J. S. (1822) 'Geographical description of Anglesea', *TCPS*, 1: 359-452 ve resim.
Herodotus (1954) *The Histories*, çev. A. de Selincourt, Harmondsworth: Penguin Books.
Herries Davies, G. L. ([1969]) *The Earth in Decay: a History of British Geomorphology 1578-1878*, Londra: Macdonald Technical and Scientific.
Herries Davies, G. L. (1983) *Sheets of Many Colours: the Mapping of Irish Rocks 1750-1890*, Dublin: Royal Dublin Society.
Herries Davies G. L. (1989) 'A science receives its character', *Two Centuries of Earth Science 1650-1850*' den, ed. G. L. Herries Davies ve A. R. Orme, 1-28, Los Angeles: University of California.
Herries Davies, G. L. (1995) *North from the Hook: 150 years of the Geological Survey of Ireland*, Dublin: Geological Survey of Ireland.
Herries Davies, G. L. ve Mollan, R. C. (ed.) (1980) *Richard Griffith 1784-1878...*, Dublin: Royal Dublin Society.
Herschel, J. ([1830] 1835) 'On the astronomical causes which may influence geological phaenomena', *TGSL*, 3, bölüm 2 (2. Dizi): 301-420 ve resimler.
Hesiod (1914) *The Homeric Hymns and Homerica*, çev. H. G. Evelyn-White, Londra: Heinemann.
Hess, H. H. (1946) 'Drowned ancient islands of the Pasific basin', *AJS*, 244: 772-91.
Hess, H. H. (1962) 'History of ocean basins', *Petrologic Studies*'ten, ed. A. E. J. Engel, H. L. James ve B. F. Leonard, 599-620, Washington, DC: Geological Society of America.
Heyne, B. (1814) *Tracts, Historical and Statistical, on India; with Journals of Several Tours through Various Parts of the Peninsula...*, Londra: Baldwin & Black, Parry.
Hills, B. (1995) 'The Japan quake. World's turn to fear this ancient rage', *Sydney Morning Herald*, 18 Ocak: 9.
Hochstetter, F. W. von (1864) *Geologie von Neu-Seeland...*, Viyana: Kaiserlich-königlichen Hof und Staatsdruckerei.
Hoff, K. A. E. von (1826-35) 'Verzeichniss von Erdbeben, vulkanischen Ausbrüchen und merkwürdigen meteorologischen Erscheinungen seit dem Jahre 1821', *Annalen der Physik und Chemie*, 7: 159-70, 289-304; 9: 589-600;12: 555-84; 15: 363-83; 18: 36-56 21: 202-18; 25: 59-90; 29: 415-46, 447-51; 34: 85-108.
Hoffmann, R. (1869) 'Chemische Untersuchung des Eozoongesteins von Raspenau in Böhmen', *Journal für praktische Chemie*, 101: 129-37.
Holmes. A. (1911) 'The association of lead with uranium in rock-minerals, and its application to the measurement of geological time', *PRS*, A serisi, 85: 248-56.
Holmes, A. (1928) 'Radioactivity and continental drift', *GM*, 65: 236-8.
Holmes, A. (1928-31) 'Radioactivity and earth movements', *TGSG*, 18: 559-606.
Holmes, A. (1929) 'A review of the continental drift hypothesis', *Mining Magazine*, 40: 205-9.
Holmes, A. (1944/1965) *Principles of Physical Geology*, Londra: Thomas Nelson and Sons (gözden geçirilmiş basım, 1965).
Holmquist, P. J. (1916) 'Swedish archaean structures and their meaning', *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsalla*, 15: 125-48.

Hooke, R. (1705) *Posthumous Works...*, ed. R. Waller, Londra: S. Smith & B. Walford.
Hooker, J. D. (1853) *The Botany of the Antarctic Voyage of H. M. Ships Erebus and Terror in the Years 1839-1843. II. Bölüm. Flora Novae-Zelandiae*, Londra: Lovell Reeve.
Hooykaas, R. (1963) *Natural Law and Divine Miracle: the Principle of Uniformity in Geology, Biology and Theology*, Leiden: E. J. Brill.
Hooykaas, R. (1970) *Catastrophism in Geology, its Scientific Character in Relation to Actualism and Uniformitarianism*, Amsterdam: North Holland.
Hopkins, W. (1838) 'Researches in physical geology', *TCPS*, 6: 1-84.
Hopkins, W. (1839) 'Researches in physical geology', *PTRS*, 129: 381-85.
Hopkins, W. (1840) 'Researches in physical geology - second series. On precession and nutation, assuming the interior of the earth to be fluid and homogeneous', *PTRS*, 130: 193-208.
Hopkins, W. (1842) 'Researches in physical geology - third series. On the thickness and constitution of the earth's crust', *PTRS*, 132: 43-56.
Howell, B. F. (1991) 'How misconceptions on heat flow may have delayed discovery of plate tectonics', *ESH*, 10: 44-55.
Hoyle, F. (1950) *The Nature of the Universe: a Series of Broadcast Lectures*, Oxford: Basil Blackwell.
Hsü, K. J. (1973) 'The odyssey of geosyncline', *Evolving Concepts in Sedimentology*' den, ed. R. N. Ginsburg, 66-92, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
Hsü, K. J. (1992) *Challenger at Sea: a Ship that Revolutionized Earth Science*, Princeton: Princeton University Press.
Huggett, R. (1989) *Cataclysms and Earth History: the Development of Diluvialism*, Oxford: Clarendon Press.
Hull, D. L. (1988) *Science as a Process...*, Chicago ve Londra: University of Chicago Press.
Humboldt, F. H. A. von (9. yıl/1801) 'Esquisse (1) d'un tableau géologique de l'Amérique Méridionale', *Journal de Physique*, 53: 30-59.
Humboldt, F. H. A. (1823a) *Essai géognostique sur le gisement des roches...*, Paris: F. G. Levrault.
Humboldt, F. H. A. (1823b) *A Geognostic Essay on the Superposition of Rocks...*, Londra: Longman, Hurst, Rees, Orme, Brown & Green.
Humboldt F. H. A. (1845-62) *Kosmos...*, 5 cilt, Stuttgart ve Tübingen: J. G. Cotta.
Humboldt, F. H. A. (1880-3) *Cosmos...*, çev. E. C. Otté, B. H. Paul ve W. S. Dallas, 5 cilt, Londra: George Bell & Sons.
Humboldt, F. H. A. von ve Bonpland, A. (1814-29) *Personal Narrative of Travels to the Equinoctial Regions of the New Continent, During the Years 1799-1804...*, çev. H. M. Williams, 7 cilt, Londra: Longman, Hurst, Rees, Orme & Brown (İlk Fransızca basım, 3 cilt, 1814-25).
Hunt, T. S. (1858) 'On the chemistry of the primeval earth...', *AJS*, 25 (2. Dizi): 102-3.
Hunt, T. S. (1859) 'On some points in chemical geology', *QJGS*, 15: 488-96.
Hunt, T. S. (1867) 'On the chemistry of the primeval earth', *CN*, 3 (yeni dizi): 225-34.
Hunt, T. S. (1871) 'The geognosy of the Appalachian mountains and the origin of crystalline rocks', *American Naturalist*, 5: 451-509.
Hunt, T. S. (1875) *Chemical and Geological Essays*, Boston: James Osgood.
Hunt, T. S. (1885) 'The origin of crystalline rocks', *Transactions of the Royal Society of Canada... Section III. Mathematical and Chemical Sciences*, 2: 1-67.
Huntington, E. (1925) *The Character of Races as Influenced by Physical Environment, Natural Selection and Historical Development*, New York ve Londra: Charles Scribner's Sons.
Hutchinson, G. E. (1965) *The Ecological Theatre and the Evolutionary Play*, New Haven ve Londra: Yale University Press.

Hutchinson, G. E. (1970) 'The biosphere', *SA*, 223 (Eylül): 44-53.
Hutton, D. H. W. (1977) 'A structural cross-section from the aureole of the main Donegal granite', *GJ*, 12: 99-111.
Hutton, J. (1749) *Dissertatio physico-medica inauguralis de sanguine et circulatione microcosmi...*, Leyden: Wilhelmum Boot.
Hutton, J. (1788) 'Theory of the earth; or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution, and restoration of land upon the globe', *TRSE*, 1: 209-304.
Hutton, J. (1795-1899) *Theory of the Earth with Proofs and Illustrations*, 2 cilt, Londra: Cadell, Junior and Davies ; Edinburgh: William Creech. 3. cilt, Londra: Geological Society.
Hutton, J. ([1785] 1987) *Abstract of a Dissertation read in the Royal Society of Edinburgh, upon the seventh of March, and fourth of April, M,DCC,LXXXV, Concerning the System of the Earth, its Duration, and Stability*, yeniden basım: *The 1785 Abstract of James Hutton's Theory of the Earth* adıyla; G. Y. Craig'in sunuşuyla, Edinburgh: Scottish Academy Press.

Ihde, D. (1979) *Technics and Praxis*, Dordrecht: D. Reidel.
Ihde, D. (1990) *Technology and the Life World: From Garden to Earth*, Bloomington ve Indianapolis: Indiana University Press.
Iliffe, R. (1993) "Applatisseur du monde et de Cassini": Maupertuis, precision measurement, and the shape of the earth', *HSPS*, 31: 335-75.
Imbrie, J. ve Imbrie K. P. (1979) *Ice Ages: Solving the Mystery*, Londra ve Basingstoke: Macmillan.
Irons, J. C. (1896) *Autobiographical Sketch of James Croll... with Memoir of his Life and Work*, Londra: Edward Stanford.
Irvine, T. N. (1989) 'A global convection framework: concepts of symmetry, stratification, and system in the earth's dynamic structure', *Economic Geology*, 84: 2059-114.
Irving, E. (1956) 'Palaeomagnetic and palaeoclimatological aspects of polar wandering', *GPA*, 33: 23-41.

Jacobs, J. A., Russell, R. D. ve Wilson, J. T. (1959) *Physics and Geology*, New York: McGraw-Hill.
Jaki, S. (1974) *Science and Creation*, Edinburgh ve Londra: Scottish Academic Press.
Jameson, R. (1805) *Treatise on the External Characters of Minerals*, Edinburgh: Bell & Bradfute; Guthrie & Tate, & W. Blackwood.
Jameson, R. (1808) *System of Mineralogy... [Vol. III]. Elements of Geognosy*, Edinburgh: Archibald Constable.
Jameson, R. (1809-10) 'On colouring geognostical maps', *Memoirs of the Wernerian Natural History Society*, 1: 149-61 (sunuluş yılı 1808).
Jamieson, T. F. (1865) 'On the history of the last geological changes in Scotland', *QJGS*, 21: 161-203.
Jamieson, T. F. (1882) 'On the cause of the depression and re-elevation of land during the glacial period', *Geological Magazine*, 9: 400-7.
Jeffreys, H. (1924/1929/1952/1959/1970/1976) *The Earth...*, Cambridge: Cambridge University Press.
Jeffreys, H. (1927) 'On the earth's thermal history and some related geological phenomena', *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, 18: 1-18.
Jeffreys, H. (1928a) 'The rigidity of the earth's central core', *GSMNRAS*, 1: 371-83.
Jeffreys, H. (1937-40 [1939]) 'The times of the core waves', *GSMNRAS*, 4: 537-61, 594-615.
Jevons, F. R. (1964) 'Paracelsus' two-way astrology. I. What Paracelsus meant by "stars." II. Man's relation to stars', *BJHS*, 2: 139-47, 148-55.

Johns, R. K. (1976) *History and Role of Government Geological Surveys in Australia*, Adelaide: South Australia Government Printer.
Johnson, M. E. (1992) 'A. W. Grabau's embryonic sequence stratigraphy and eustatic curve', *Eustacy: the Ups and Downs of a Major Historical Concept*'ten, ed. R. H. Dott, 43-45, Boulder: Geological Society of America (Tutanak No. 180).
Johnson, M. E. ve McKerrow, W. S. (1991) 'Sea level and faunal changes during the latest Llandovery and earliest Ludlow (Silurian)', *Historical Biology*, 5: 153-69.
Joly, J. (1909) *Radioactivity and Geology: an Account of the Influence of Radioactive Energy on Terrestrial History*, Londra: Archibald Constable.
Joly, J. (1925) *The Surface-history of the Earth*, Oxford: Clarendon Press.
Jones, J. (1985) 'James Hutton's agricultural researches and his life as a farmer', *AS*, 42: 573-601.
Jordan, P. (1971) *The Expanding Earth: Some Consequences of Dirac's Gravitation Hypothesis*, çev. ve ed. A. Beer, Oxford ve New York: Pergamon Press (İlk Almanca basım, 1966).
Judd, J. W. (1897) 'William Smith's manuscript maps', *GM*, (4. on yıl): 439-47.

Kant, I. (1755) *Algemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels...*, Königsberg: J. F. Peterman.
Kant, I. (1981) *Universal Natural History and Theory of the Heavens*, çev. S. L. Jaki, Edinburgh: Scottish Academic Press.
Kay, M. ([1951] 1963) *North American Geosynclines*, yeniden basım, New York: Geological Society of America (Tutanak No. 48).
Keferstein, C. (1831) 'Notice sur Füchsel et ses ouvrages', *Journal de Géologie*, 2: 191-7.
Kelvin, W. Thomson, Lord (1862) 'On the age of the sun's heat', *Macmillan's Magazine*, 5: 388-93.
Kelvin, W. Thomson, Lord (1863) 'On secular cooling of the earth', *PM*, 24 (4. Dizi): 1-14.
Kelvin, W. Thomson, Lord (1864) 'On the secular cooling of the earth', *TRSE*, 23: 157-70.
Kelvin, W. Thomson, Lord (1871) 'On geological time', *TGSG*, 3: 1-28.
Kendrick, T. D. (1956) *The Lisbon Eartquake*, Londra: Methuen.
King, W. ve Rowney, T. H. (1881) *An Old Chapter of the Geological Record... with... an Annotated History of the Controversy on... "Eozoön canadense"...*, Londra: John van Voorst.
Kircher, A. (1678) *Mundus subterraneus, in XII libros digestus...*, 3. basım, 2 cilt, Amsterdam: Joannem Janssonius & Elizeum Weyerstraten (1. basım, 1664-5).
Kirk, G. S. (1970) *Myth: its Meaning and Functions in Ancient and Other Cultures*, Cambridge: Cambridge University Press.
Kirk, G. S. ve Raven J. E. (1957) *The Presocratic Philosophers: a Critical History with a Selection of Texts*, Cambridge: Cambridge University Press.
Kirwan, R. (1799) *Geological Assays*, Londra: T. Bensley for D. Bremner.
Koehne, W. (1915) 'Die Entwickelungsgeschichte der geologischen Landesaufnahmen in Deutschland'. *GRZAG*, 6: 178-92.
Kuhn, T. S. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago ve Londra: University of Chicago Press.

Lakatos, I. (1970) 'Falsification and the methodology of scientific research programmes', *Criticism and the Growth of Knowledge*'dan ed. I. Lakatos ve A. Musgrave, 91-195, Londra ve New York: Cambridge University Press.
Lamarck, J.-B. (1797/5. yıl) *Mémoirs de physique et d'histoire naturelle...*, Paris: J.-B. Lamarck, Agasse & Maradin.

Lamarck, J.-B. (1802/10. yıl) *Hydrogéologie...* Paris: J.-B. Lamarck, Agasse & Maillard.

Landes, K. K. (1952) 'Our shrinking globe', *BGSA*, 63: 225-39.

Langenheim, R. J. ve Nelson, W. J. (1992) 'The cyclothem concept in the Illinois basin: a review', *Eustacy: the Historical Ups and Downs of a Major Geological Concept*'den, ed. R. H. Dott, 55-71, Boulder: Geological Society of America (Tutanak No. 180).

Laplace, P. S. de (1796/4. yıl) *Exposition du système du monde*, 2 cilt, Paris: Circle-Social.

Lapo, A. V. (1982/1987) *Traces of Bygone Biospheres*, çev. V. A. Purto, Moscow: Mir Publishers.

Lapworth, C. (1879) 'On the tripartite classification of the lower Palaeozoic rocks', *GM*, 6 (2. on yıl): 1-15.

Lapworth, C. (1883-4) 'On the structure and metamorphism of the rocks of the Durness-Eriboll district', *PGA*, 8: 438-42.

Latour, B. (1987) *Science in Action...*, Milton Keynes: Open University Press.

Laudan, L. (1977) *Progress and Its Problems*, Berkeley: University of California Press.

Laudan, R. (1976) 'William Smith: stratigraphy without palaeontology', *Centaurus*, 20: 210-26.

Laudan, R. (1980) 'The recent revolution in geology and Kuhn's theory of scientific change', *Paradigms and Revolutions*'dan, ed. G. Gutting, 284-96, Notre Dame ve Londra: University of Notre Dame Press.

Laudan, R. (1987) *From Mineralogy to Geology...*, Chicago ve Londra: University of Chicago Press.

Lavoisier, A. L. (1789a) *Traité élémentaire de chimie...*, 2 cilt, Paris: Cuchet.

Lavoisier, A. L. (1789b [1792]) 'Observations générales, sur les couches modernes horizontales, qui ont été deposées par la mer...', *Histoires de l'Akadémie des Sciences. Année M. DCC. LXXXIX...*, 351-71 ve resimler.

Lawrence, P. (1977) 'Heaven and earth - the relation of the nebular hypothesis to geology', *Cosmology, History, and Theology*'den, ed. W. Yourgrau ve A. D. Breck, 253-81, New York ve Londra: Plenum Press.

Lees, G. M. (1953) 'The evolution of a shrinking earth', *QJGS, 109: 217-57.*

Le Fèvre, N. (1664) *A Compendious Body of Chemistry...*, 2 cilt, Londra: T. Davies & T. Sadler.

Le Grand, H. E. (1988) *Drifting Continents and Shifting Theories...*, Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne ve Sidney: Cambridge University Press.

Lehmann, I. (1936) *'P', Publications du Bureau Central Séismologique International. Série A. Travaux scientifiques*, 14: 87-115.

Lehmann, I. (1987) 'Seismology in the days of old' *Eos*, 68: 33-35.

Lehmann, J. G. (1753) *Abhandlungen von den Metall-Müttern und der Erzeugung der Metalle aus der Naturlehre und Bergwerkwissenschaft hergeleitet und mit chymischen Versuchen*, Berlin: Cristoph Gottlieb Nicolai.

Lehmann, J. G. (1756) *Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen...*, Berlin: Klüterschen Buchhandlung.

Lehmann, J. G. (1759) *Essai d'une histoire naturelle des couches de la terre... (Traités de physique d'histoire naturelle, de minéralogie et de métallurgie'* nin 3. cildi), Paris: J.-T. Hérissant.

Lehmann, J. G. (1884) *Untersuchungen über die Entstehung der Altkristallinischen Schiefergestein mit besondere Bezugnahme auf das Sächsische Granulitgebirge, Erzgebirge, Fichtelgebirge und Bairisch-Böhmisch Grenzgebirge*, Bonn: M. Hochgürtel.

Leibniz, G. W. von (1693) 'Protogaea autore GGL', *Acta Eruditorum Anno MDCXCIII*, 40-2. Leipzig.

Leibniz, G. W. (1749) *Protogaea, sive de prima facie telluris et antiquissimae historiae vestigiis in ipsis naturae monumentis...*, Göttingen: Sumptibus Ioh. Guil. Schmidii.
Leonardo da Vinci (1906) *Leonardo da Vinci's Note-books*, çev. E. McCurdy, Londra: Duckworth.
Le Roy, E. (1927) *L'Exigence idéaliste et le fait de l'évolution*, Paris: Boivin.
Lhwyd, E. (1699) 'Letter to John Ray (De fossilium marinorum & foliorum mineralium origine)', *Lithophylaciibritanniciichnographia'dan...* ed. E. Luidii, 128-39, Londra: Ex Officina M. C.
Lhwyd, E. (1945) 'Letter to John Ray....' *'Early Science in Oxford: XIV. Cilt. Life and Letters of Edward Lhwyd'* den... ed. R. T. Gunther, 381-96, Oxford: Aboneler için basım.
Linnaeus, C. (1770) *Systema Naturae... Tomus III*, Viyana: Ionnis Thomae Nob. de Trattnern.
Lister, M. (1671) 'A letter of Mr. Martin Lister, written at York August 25, 1671... [A]dding some notes upon D. Swammerdam's book of insects, and on that of M. Steno concerning petrify'd shells', *PTRS*, 6: 2281-4.
Loewinson-Lessing, F. Y. (1954) *A Historical Survey of Petrology*, 1936 tarihli Rusça baskısından çev. S. I. Tomkeieff, Edinburgh ve Londra: Oliver & Boyd.
Logan, R. K. (1986) *The Alphabet Effect: the Impact of the Phonetic Alphabet on the Development of Western Civilization*, New York: St Martin's Press.
Lossen, K. A. (1869) 'Metamorphische Schichten aus der paläozoischen Schichtenfolge des Ostharzes', *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 21: 281-340.
Love, A. E. H. (1911) *Some Problems of Geodynamics*, Cambridge: Cambridge University Press.
Lovelock, J. E. (1979/1982/1987) *Gaia: a New Look at Life on Earth*, Oxford ve New York: Oxford University Pres.
Lovelock, J. E. (1988/1989/1991) *The Ages of Gaia: a Biography of Our Living Earth*, Oxford: Oxford University Press.
Lucretius (1951) *On the Nature of the Universe*, çev. R. E. Latham, Harmondsworth: Penguin.
Ludwig, C. (1856) 'Diffusion zwischen ungleich erwärmten Orten gleich zusammengesetzter Lösungen', *Sitzungsberichte der matematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften* (Viyana) 20: 539.
Lugeon, M. (1940) 'Emile Argand', *Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles*, 65: 25-53.
Lugg, A. (1978) 'Overdetermined problems in science', *SHPS*, 9: 1-18.
Lyell, C. (1830-3) *Principles of Geology, being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface, by Reference to Causes Now in Operation*, 3 cilt, Londra: John Murray.
Lyell, C. (1845) *Travels in North America, in the Years* 1841-2..., 2 cilt, New York: Wiley & Putnam.
Lyell, C. (1863) *Geological Evidences of the Antiquity of Man...*, Londra: John Murray.
Lyell, C. (1970) *Sir Charles Lyell's Scientific Journals on the Species Question*, ed. L. G. Wilson, New Haven ve Londra: Yale University Press.
Lyell, K. M. (ed.) (1881) *Life, Letters and Journals of Sir Charles Lyell...*, 2 cilt, Londra: John Murray.

McCartney, P. J. (1977) *Henry De la Beche: Observations of an Observer*, Cardiff: National Museum of Wales.
McConnell, A. (1986) *Geophysics and Geomagnetism: Catalogue of the Science Museum Collection*, Londra: Her Majesty's Stationery Office.

Macculloch, J. (1836) *A Geological Map of Scotland by Dr. John Macculloch...* Londra.

Macelwane, J. B. ve Sohon, F. W. (1936) *Introduction to Theoretical Seismology. Part I. Geodynamics,* New York: John Wiley & Sons; Londra: Chapman & Hall.

MacKenzie, F. T. (1989) 'Memorial of Robert Minard Garrels August 24, 1916-March 8, 1988', *American Mineralogist,* 74: 497-9.

MacLaren, C. (1842) 'The glacial theory of Prof. Agassiz', *AJS,* 42: 346-65.

Maclure, W. (1809) 'Observations on the geology of the United States, explanatory of a geological map', *Transactions of the American Philosophical Society,* 6: 411-27.

Maclure, W. (1817) *Observations on the Geology of the United States of America...,* Philadelphia: Abraham Small.

McMahon, D. M. (1992) 'The Turin papyrus map: the oldest known map of geological significance', *ESH,* 11: 9-12.

Maillet, B. de (1748) *Telliamed, ou entretiens d'un philosophe indien avec un missionnaire françois sur la diminution de la mer, la formation de la terre, l'origine de l'homme,* ed. J. A. G[uer], 2 cilt, Amsterdam: chez l'Honore & Fils.

Mallet, R. (1848) 'On the dynamics of earthquakes', *Transactions of the Royal Irish Academy,* 21: 50-106.

Mallet, R. (1859) 'Fourth report on the facts and theory of earthquake phenomen', *RBAAS,* 1-136.

Mallet, R. (1862) *Great Neapolitan Earthquake of 1857: the First Principles of Observational Seismology as Developed in the Report to the Royal Society...,* 2 cilt ve haritalar, Londra: Chapmann & Hall.

Marcou, J. (1857-60) *Lettres sur les roches de Jura et leur distribution géographique dans les deux hémisphères,* Paris: Friedrich Klincksieck.

Marggraf, A. S. (1762) *Opuscules chymiques...,* 2 cilt, Paris: Vincent.

Mark, K. (1992) 'From geosynclinal to geosyncline', *ESH,* 11: 68-9.

Marsh, B. D. (1982) 'On the mechanics of igneous diapirism, stoping, and zone melting', *AJS,* 282: 808-55.

Marvin, U. (1973) *Continental Drift...,* Washington, DC: Smithsonian Institution Press.

Mason, R. G. ve Raff, A. D. (1961) 'Magnetic survey off the west coast of North America, 32°N. latitude to 52°N. latitude', *BGSA,* 72: 1267-70 ve resim.

Mather, K. F. ve Mason, S. L. (1939) *A Source Book in Geology,* New York ve Londra: McGraw-Hill Book Company.

Matthew, W. D. (1915) *Climate and Evolution,* New York: New York Academy of Sciences.

Melville, C. ve Wood, R. M. (1987) 'Robert Mallet, first modern seismologist', *Mallet's Macroseismic Survey on the Neopolitan Earthquake of 16th December, 1857,* ed. E. Guidoboni ve G. Ferrari, 17-48, Bologna: Instituto Nazionale di Geofisica.

Menard, H. W. (1986) *The Ocean of Truth...,* Princeton: Princeton University Press.

Merriam, D. F. (1992) 'Linnaeus' 1747 geological profile (cross section) of Kinne-Kulle, central Sweden', *The Compass,* 69: 320-5.

Merrill, G. P. (1920) *Contributions to a History of American State Geological and Natural History Surveys,* Washington, DC: Government Printing Office (Smithsonian Institution Bulletin 109).

Merrill, G. P. ([1924] 1969) *The First One Hundred Years of American Geology,* yeniden basım, New York ve Londra: Hafner.

Meyerhoff, A. A. ve Meyerhoff, H. A. (1972a) 'The new global tectonics: major inconsistencies', *BAAPG,* 56: 269-336.

Meyerhoff, A. A. ve Meyerhoff, H. A. (1972b) 'The new global tectonics: age of linear magnetic anomalies of ocean basins', *BAAPG,* 56: 337-59.

Michell, J. (1759-60) 'Conjectures concerning the cause, and observations upon the phaenomena of earthquakes; particularly that of the great earthquake of the first of November, 1755... ', *PTRS*, 51: 566-634.
Michel-Lévy, A. (1893-4) 'Contributions à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général, *Bulletin des Services de la Carte Géologique de la France*, 5 (no. 36): 317-57.
Milankovich, M. (1920) *Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la radiation solaire*, Paris: Gauthier-Villars.
Milankovich, M. (1938) 'Astronomische Mittel zur Erforschung der erdgeschichtlichen Klimate', *Handbuch der Geophysik* 'den, ed. B. Gutenberg, 9: 593-698, Berlin: Gebrüder Borntraeger.
Milne, J. (1883) 'Earth pulsations', *Nature*, 28: 367-70.
Milne, J. (1886) *Earthquakes and Other Earth Movements*, Londra: Kegan Paul, Trench, Trübner.
Milton, R. (1992) *The Facts of Life: Shattering the Myths of Darwinism*, Londra: Fourth Estate.
Mohorovicic, A. (1910) 'Das Beben vom 8. X. 1909', *Jahrbuch des meteorologischen Observatoriums in Zagreb (Agram) für das Jahr 1909*, 9 (4. Bölüm, 1. dilim): 1-63 ve haritalar (Hırvatça).
Mohs, F. (1820) *The Characters of the Classes, Orders, Genera, and Species; or, the Characteristics of the Natural History System of Mineralogy...*, Edinburgh: W. & C. Tait.
Mohs, F. (1825) *Treatise on Mineralogy...*, çev. W. Haidinger, 3. cilt, Edinburgh: Constable; Londra: Hurst, Robinson (1. Almanca basım 1822-4).
Montefiore, H. (1985) *The Probability of God*, Londra: SCM Press.
Moore, R. C. (1931) 'Pennsylvanian cycles in the northern mid-continent region', *Bulletin of the Illinois Geological Survey*, 60: 247-57.
Moore, R. C. (1935) 'Late Paleozoic crustal movements of Europe and North America', *BAAPG*, 19: 1253-307.
Moore, R. C. (1936) 'Stratigraphic evidence bearing on problems of continental tectonics', *BGSA*, 47: 1785-1808.
Morello, N. (1979) *La macchina della terra...*, Turin: Loescher Editore.
Morley, L. W. ve Larochelle, A. (1964) 'Paleomagnetism as a means of dating geological events', *Geochronology in Canada* 'dan, ed. F. F. Osborne, 39-51, Toronto: University of Toronto Press.
Moro, A.-L. (1740) *De' crostacei e degli altri marini corpi che si truovano su' monti libri due*, Venedik: Stefano Monti.
Moulton, F. R. (1900) 'An attempt to test the nebular hypothesis by an appeal to the laws of dynamics', *AJ*, 17: 103-30.
Moulton, F. R. (1905) 'On the evolution of the solar system', *AJ*, 22: 165-81.
Mrazec, L. (1907) 'Despre cute cu sâmbure de strapungere [On folds with piercing cores]', *Buletinul Societatii de Ştiinte din Bucureşti-România*, 16: 6-7 (Romence).
Mrazec, L. (1914-15) 'Les Plis diapirs', *Comptes Rendus des Séances de l'Institut Géologique de Roumanie*, 6: 1-45.
Müller, D. W., McKenzie, J. A. ve Weissert, H. (ed.ler) (1991) *Controversies in Modern Geology*, Londra: Academic Press.
Murchison, R. I. (1839) *The Silurian System, Founded on Geological Researches in the Counties of Salop, Hereford, Radnor, Montgomery, Caermarthen, Brecon, Pembroke, Monmouth, Gloucester, Worcester and Stafford...*, 3 cilt, Londra: John Murray.
Murchison, R. I. (1854) *Siluria: the History of the Oldest Known Rocks Containing Organic Remains...*, Londra: John Murray.

Murchison, R. I. ve Geikie, A. (1861) *First Sketch of a New Geological Map of Scotland...*, Edinburgh: W. & A. K. Johnston & W. Blackwood & Sons; Londra: E. Stanford.
Murphy, J. B. ve Nance, R. D. (1991) 'Supercontinental model for the contrasting character of late proterozoic orogenic belts', *Geology*, 19: 469-72.
Murphy J. B. ve Nance, R. D. (1992) 'Mountain belts and the supercontinental cycle', *SA*, 266 (Nisan): 34-41.

Naumann, C. F. (1826) *Lehrbuch der Mineralogie*, Leipzig: Engelmann (Tomkeieff, 1983: 358'de sözü ediliyor).
Necker, L. A. ([1808]) [*Geological Map of Scotland*] [T. Kitchen (1778) *North Britain or Scotland* haritası üzerinde renklendirme çalışması yapılmış., Londra: Wm Fadden] Geological Society eliyle yeniden bastırılmış, tarihsiz.
Needham, J. ve Wang Ling (1959) *Science and Civilization in China. 3. Cilt. Mathematics and the Sciences of the Heavens and the Earth*, Cambridge: Cambridge University Press.
Nelson, G. ve Platnick, N. I. (1981) *Systematics and Biogeography: Cladistics and Vicariance*, New York: Columbia University Press.
Nelson, G. ve Rosen, D. E. (ed.ler) (1981) *Vicariance Biogeography : a Critique...*,New York: Columbia University Press.
Neumayr, M. (1886-7) *Erdgeschichte*, 2 cilt, Leipzig: Verlag des Bibliographischen Institut.
Newton, I. (1687) *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Londra: The Royal Society.
Newton, I. (1934) [*M]athematical Principles of Natural Philosophy and his System of the World*, çev. A. Motte ve ed. F. Cajori, Cambridge: Cambridge University Press.
Nicol, W. (1829) 'On a method of so far increasing the divergency of the two rays in calcareous spar that only one image may be seen at a time', *ENPJ*, 6: 83-4.
Nicolson, M. H. (1959) *Mountain Gloom and Mountain Glory: the Development of the Aesthetics of the Infinite*, Ithaca: Cornell University Press.

O'Brien, C. F. '*Eozoön canadense:* the dawn animal of Canada', *Isis*, 61: 206-23.
Oldham, R. D. (1899) 'Report on the great earthquake of 12 June 1897', *Memoirs of the Geological Survey of India*, 29: 1-379.
Oldham, R. D. (1900) 'On the propagation of the earthquake motion to great distances', *PTRS*, A serisi, 194: 135-74.
Oldham, R. D. (1906) 'The constitution of the earth as revealed by earthquakes', *QJGS*, 62: 456-75.
Oldham, R. D. (1913) 'Radium and the evolution of the earth's crust', *Nature*, 91: 635.
Oldham, R. D. (1914) 'The constitution of the interior of the earth as revealed by earthquakes', *Nature*, 92: 684-5.
Oldroyd, D. R. (1972a) 'Robert Hooke's methodology of science as exemplified in his Dicourse of Earthquakes', *BJHS*, 6: 109-30.
Oldroyd, D. R. (1972b) 'Nineteenth-century controversies concerning the Mesozoic/Tertiary boundry in New Zealand', *AS*, 29: 39-57.
Oldroyd, D. R. (1974a) 'A note on the status of A. F. Cronstedt's simple earths and his analytical methods', *Isis*, 65: 506-12.
Oldroyd, D. R. (1974b) 'Some phlogistic mineralogical schemes, illustrative of the evolution of the concept of "earth" in the 17th and 18th centuries', *AS*, 31: 269-305.
Oldroyd, D. R. (1974c) 'Some Neo-Platonic and Stoic influences on mineralogy in the sixteenth and seventeenth centuries', *Ambix*, 21: 128-56.

Oldroyd, D. R. (1974d) 'Mechanical mineralogy', *Ambix*, 21: 157-78.
Oldroyd, D. R. (1976-7) 'The doctrine of property-conferring principles in chemistry: origins and antecedents', *Organon*, 12-13: 139-55.
Oldroyd, D. R. (1979) 'Historicism and the rise of historical geology', *HS*, 17: 191-213, 227-57.
Oldroyd, D. R. (1989) 'Hooke vs Wallis: geological controversy in the seventeenth century', *Robert Hooke: New Studies* ten, ed. M. Hunter ve S. Schaffer, 207-33, Woodbridge: Boydell & Brewer.
Oldroyd, D. R. (1990a) *The Highlands Controversy: Constructing Geological Knowledge through Fieldwork in Nineteenth-century Britain*, Chicago ve Londra: University of Chicago Press.
Oldroyd, D. R. (1990b) 'Newton, the inverse square law, and Kepler's laws', *School Science Review*, 71: 107-13.
Oldroyd, D. R. (1993) 'The Archaean Controversy in Britain part III- the rocks of Anglesey and Caernarvonshire', *AS*, 50: 523-84.
Oldroyd, D. R. (1994) 'James Hutton: the founder of modern geology?', *BJHS*, 27: 213-19.
Oldroyd, D. R. ve Howes, J. B. (1978) 'The first published version of Leibniz's *Protogae*', *JSBNH*, 9: 56-60.
Omalius d'Halloy, J. J. d' (1808) 'Essai sur la géologie du nord de la France', *JM*, 24: 123-58, 271-318, 345-92.
Oparin, A. I. ([1938] 1953) *The Origin of Life*, çev. S. Morgulis, yeniden basım, New York: Dover Publications.
Opdyke, N. D. (1962) 'Palaeoclimatology and continental drift', *Continental Drift* ten, ed. S. K. Runcorn, 41-65, New York ve Londra: Academic Press.
Oreskes, N. (1988) 'The rejection of continental drift', *HSPS*, 18: 311-48.
Oreskes, N. (1990) 'American geological practice', PhD tezi, Stanford University.
Ospovat, A. M. (1980) 'The importance of regional geology in the geological theories of Abraham Gottlob Werner - a contrary opinion', *AS*, 37: 433-40.
Ospovat, D. (1981) *The Development of Darwin's Theory...*, Cambridge, Londra, New York, New Rochelle, Melbourne ve Sidney: Cambridge University Press.
Ovid (1955) *Metamorphoses*, çev. M. A. Innes, Harmondsworth: Penguin Books.
Owen, H. G. (1976) 'Continental displacement and expansion of the earth during the Mesozoic and Cenozoic', *PTRS*, 281: 223-91.
Owen, H. G. (1981) 'Constant dimensions or an expanding earth?', *The Evolving Earth* ten, ed. L. R. M. Cocks, 179-92, Londra: British Museum (Doğa Tarihi); Londra, Cambridge, New York ve Melbourne: Cambridge University Press.

Page, L. (1969) 'Diluvialism and its critics in Great Britain in the early nineteenth century', *Toward a History of Geology* den, ed. C. J. Schneer, 257-71, Cambridge (Mass.) ve Londra: MIT Press.
Paisley, P. B. ve Oldroyd, D. R. (1979) 'Science in the Silver Age: Ætna, a classical theory of volcanic activity', *Centaurus*, 23: 1-20.
Palassou, P. B. (1781) *Essai sur la minéralogie des Monts-Pyrénées...* Paris: Didot le Jeune.
Pallas, P. S. (1777/1778) 'Observations sur la formation des montagnes; et les changemens arrivés au globe...', *Acta Academia Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 1 (1. Bölüm): 21-64, St Petersburg: Academy of Sciences.
Pallas, P. S. (1778) *Betrachtungen über die Beschaffenheit der Gebürge und Veränderungen der Erdkugel, besonders in Beziehung auf das Russische Reich...*, Frankfurt ve Leipzig.

Palmieri, L. (1871) 'The electro-magnetic seismograph [çev. B. O. Duncan]', *Annual Report of... the Smithsonian Institution... for the year 1870,* 469-71, Washington, DC: Smithsonian Institution.

Palmieri, L. (1872) 'Description of instruments used for observing earthquake shocks which precede and accompany the eruptions of Vesuvius', *The Engineer,* 33 (7 Haziran): 407.

Paracelsus (1894) *The Hermetic and Alchemical Writings...,* çev. A. E. Waite, *2 cilt,* Londra: John Elliott.

Penck, A. ve Brückner, E. (1901-9) *Die Alpen im Eiszeitalter,* 3 cilt, Tauchnitz: Leipzig.

Phillips, J. (1844) *Memoirs of William Smith...,* Londra: John Murray.

Pitcher, W. S. ve Read, H. H. (1960) 'The aureole of the main Donegal granite', *QJGS,* 116: 1-36 ve resimler.

Pitman, W. C. ve Heirtzler, J. R. (1966) 'Magnetic anomalies over the Pasific-Antarctic ridge', *Science,* 154: 1164-71.

Plato (1975) *Timaeus Critias Cleitophon Menexenus Epistles,* çev. R. G. Bury, Londra: Heinemann: Cambridge(Mass.): Harvard University Press.

Plato (1977) *Euthyphro Apology Crito Phaedo Phaedrus,* çev. H. N. Fowler, Londra: Heinemann; Cambridge (Mass.): Harvard University Press.

Playfair, J. ([1802] 1964) *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth,* G. H. White'ın önsözüyle, yeniden basım, New York: Dover Publications.

Playfair, J. (1805) 'Biographical account of James Hutton, M. D. F. R. S. Ed.', *TRSE,* 5: 39-99.

Pliny [Plinius] (1962) *Natural History,* 10. cilt, 36-37. kitaplar, çev. D. E. Eicholz, Londra: Heinemann; Cambridge (Mass.): Harvard University Press.

Pliny the Younger (1978) *Pliny: a Self Portrait in Letters,* çev. B. Radice, Londra: The Folio Society.

P[lot], R. (1677) *The Natural History of Oxfordshire...,* Oxford: The Theatre.

Polanyi, M. (1958) *Personal Knowledge: Towards a Post-critical Philosophy,* Londra: Routledge.

Polanyi, M. (1966) *The Tacit Dimension,* New York: Doubleday.

Popper, K. R. (1958-9) 'Back to the Pre-Socratics', *Proceedings of the Aristotelian Society,* 59 (yeni dizi): 1-24.

Porter, R. S. (1976) 'Charles Lyell and the principles of the history of geology', *BJHS,* 9: 91-103.

Porter, R. S. (1977) *The Making of Geology: Earth Science in Britain 1660-1815,* Cambridge, Londra, New York ve Sidney: Cambridge University Press.

Pott, J. H. (1753) *Lithgéognosie...,* 2 cilt, Paris: J. T. Hérissant (1. Almanca basım, 1746).

Powell, J. W. (1875) *Exploration of the Colorado River of the West and its Tributaries... in 1869, 1870, 1871 and 1872...,* Washington, DC: Government Printing Office.

Pratt, J. H. (1855) 'On the attraction of the Himalayan mountains and of the elevated regions beyond them, upon the plumb-line in India', *PTRS,* B Dizisi, 145: 53-100.

Prévost, L. C. (1839-40) 'Opinion sur la théorie des soulèvements', *BSGF,* 10: 430; 11: 183-203.

Pyne, S. J. (1982) *Dutton's Point: an Intellectual History of the Grand Canyon,* Grand Canyon Natural History Association (İnceleme 5).

Raleigh, W. (1614) *The History of the World,* Londra: W. Burre.

Ramsay, A. C. (1862) 'On the glacial origin of certain lakes...', *QJGS,* 18: 185-204.

Rappaport, R. (1968) 'Lavoisier's geological activities', *Isis,* 58: 375-84.

Rappaport, R. (1969) 'The geological atlas of Guettard, Lavoisier, and Monnet: conflicting views of the nature of geology', *Toward a History of Geology* den, ed. C. J. Schneer, 272-87, Cambridge (Mass.) ve Londra: MIT Press.

Rappaport, R. (1973) 'Lavoisier's theory of the earth', *BJHS*, 6: 247-60.

Ray, J. (1692a) *Miscellaneous Discourses Concerning the Dissolution and Changes of the World...*, Londra: Samuel Smith.

Ray, J. (1692b) *The Wisdom of God Manifested in the Works of Creation...*, 2. basım, Londra: Samuel Smith.

Ray, J. (1693) *Three Physico-Theological Discourses...*, Londra: Samuel Smith.

Ray, J. (1713) *Three Physico-theological Discourses, Concerning* I. *The Primitive Chaos and Creation of the World. II. The General Deluge, its Causes and Effects. III. The Dissolution of the World, and Future Conflagration...*, Londra: William Innys.

Rayleigh, Lord (J. W. Strutt) (1887) 'On waves propagated along the plane surface of an elastic solid', *Proceedings of the London Mathematical Society*, 17: 4-11.

Read, H. H. (1957) *The Granite Controversy ...*, Londra: Thomas Murby.

Réaumur, R. A. F. de (1721/1723) 'Sur la nature et la formation des Cailloux', *HARS*, 255-76 ve resimler.

Réaumur, R. A. F. de (1723/1725) 'Sur la rondeur que semblent affecter certaines espèces de pierres, et entr'autres sur celle qu'affectent les cailloux', *HARS*, 273-84.

Réaumur, R. A. F. de (1730/1732) 'De la nature de la terre en général, et du caractère des différentes espèces de terres'. *HARS*, 243-83.

Rebeur-Paschwitz, E. L. A. von (1889) 'The earthquake of Tokio, April 18, 1889', *Nature*, 40: 294-5.

Reinhardt, O. ve Oldroyd, D. R. (1983) 'Kant's theory of earthquakes and volcanic action', *AS*, 40: 247-72.

Revelle, R. ve Maxwell, A. E. (1952) 'Heat flow through the floor of the north Pasific Ocean', *Nature*, 170: 199-200.

Richthofen, F. P. W. von (1868) *Principles of the Natural System of Volcanic Rocks*, San Francisco: Towne & Bacon.

Richthofen, F. P. W. von (1877-1912) *China. Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien*, 5 cilt, Berlin: D. Reimer.

Ristoro d'Arezzo (1862) *Della composizione del mondo, testo Italiano del 1282... (Biblioteca rara*, ed. G. Daelli, *Bölüm* 54), Milano.

Roger, J. (1962) 'Buffon: les époques de la nature', *Memoires du Museum National d'Histoire Naturelle. Séries C, Sciences de la Terre*, 10.

Roger, J. (1989) *Buffon: un philosophe au Jardin du Roi*, Paris: Fayard.

Rogers, G. S. (1918) 'Intrusive origin of the Gulf Coast salt domes', *Economic Geology*, 13: 447-85.

Rogers, H. D. (1858) 'On laws of structure of the more disturbed zones of the earth's crust', *Geology of Pennsylvania* 'dan, 2: 885-916, Londra ve Edinburgh: W. Blackwood and Sons; Philadelphia: J. P. Lippincott.

Rogers, H. D. ve Rogers, W. B. (1843) 'On the physical structure of the Appalachian chain, as exemplifying the laws which have regulated the elevation of great mountain chains generally', *Reports of the First, Second and Third Meetings of the Association of American Geologists and Naturalists...*, 1: 474-531, Boston: Gould, Kendall and Lincoln.

Rohault, J. (1723) *Rohault's System of Natural Philosophy...*, çev. J. Clarke, 2 cilt, Londra: Knapton.

Romé de l'Isle, J.-B. L. (1772) *Essai de cristallographie, ou description des figures géometriques, propres à différens corps du règne minéral...*, Paris: Didot Jeune.

Ronov, A. B. (1968) 'Probable changes in the composition of sea water during the course of geological time', *Sedimentology*, 10: 25-43.

Rosenbusch, K. H. F. (1882) 'Ueber das Wesen der körnigen und porphyrischen Struktur bei Massengesteinen', *NJMGGP*, 2: 1-17.
Rosenbusch, K. H. F. (1890) 'Ueber die chemischen Beziehungen der Eruptiv-gestein', *Mineralogische und petrographische Mittheilungen*, 11 (yeni dizi): 144-78, 438.
Rosenbusch, K. H. F. (1896) *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine*, Stuttgart: E. Schweizerbart.
Rossi, P. (1984) *The Dark Abyss of Time: the History of the Earth and the History of Nations from Hooke to Vico*, çev. L. G. Cochrane, Chicago ve Londra: University of Chicago Press (İtalyanca 1. Basım, 1979).
Rothé, E. (1924) 'Sur la propagation des ondes séismiques au voisinage de l'épicentre... Ondes P et P', exposé d'après les travaux de A. Mohorovicic', *Publications du Bureau Central Séismologique International. Séries A. Travaux scientifiques*, 1: 17-59.
Rudwick, M. J. S. (1962) 'Hutton and Werner compared: George Greenough's geological tour of Scotland in 1805', *BJHS*, 1: 117-35.
Rudwick, M. J. S. (1969) 'Lyell on Etna, and the antiquity of the earth', *Toward a History of Geology* den, ed. C. J. Schneer, 288-304, Cambridge (Mass.) ve Londra: MIT Press.
Rudwick, M. J. S. (1970) 'The strategy of Lyell's *Principles of Geology*', *Isis*, 61: 4-33.
Rudwick, M. J. S. (1972) *The Meaning of Fossils...*, Londra ve New York: Macdonald & American Elsevier.
Rudwick, M. J. S. (1974) 'Poulett Scrope on the volcanoes of Auvergne: Lyellian time and political economy', *BJHS*, 7: 205-42.
Rudwick, M. J. S. (1976) 'The emergence of a visual language for geological science', *HSPS*, 14: 149-95.
Rudwick, M. J. S. (1985) *The Great Devonian Controversy...*, Chicago ve Londra: University of Chicago Press.
Rudwick, M. J. S. (1992) *Scenes from Deep Time: Early Pictorial Representations of the Prehistoric World*, Chicago ve Londra: University of Chicago Press.
Runcorn, S. K. (1955) 'Rock magnetism-geophysical aspects', *Advances in Physics*, 4: 244-91.
Runcorn, S. K. (1956) 'Paleomagnetic comparisons between Europe and North America', *Proceedings of the Geological Society of Canada*, 8: 77-85.
Runcorn, S. K. (1962) 'Paleomagnetic evidence for continental drift and its geophysical cause', *Continental Drift* ten, ed. S. K. Runcorn, 1-40, New York ve Londra: Academic Press.
Rupke N. A. (1983) *The Great Chain of History: William Buckland and the English School of Geology*, Oxford ve New York: Clarendon Press.
Rutherford, E. ve Barnes, H. T. (1903) 'Heating effect of the radium emanation', *Nature*, 68: 622; 69: 126.

Santillana, G. de ve Dechend, H. von (1977) *Hamlet's Mill: an Essay on Myth and the Frame of Time*, Boston: David R. Godine (1. basım, 1969).
Sarjeant, W. A. S. (1980) *Geologists and the History of Geology: an International Bibliography from the Origins to 1978*, New York: Arno.
Sarjeant, W. A. S. (1987) *Geologists and the History of Geology... Supplement, 1979-1984*, Malabar (Florida): R. E. Krieger.
Sarton, G. (1919) 'La synthèse géologique de 1775 à 1918', *Isis*, 2: 357-94.
Sartorius von Waltershausen, W. (1853) *Ueber die vulkanischen Gesteine in Sicilien und Island und ihre submarine Umbildung*, Göttingen: Dieterich.
Scheele, C. W. (1901) *Chemical Essays*, çev. J. Murray, Londra: Scott Greenwood.
Schidlowski, M. (1988) 'A 3,800-million-year isotopic record of life from carbon in sedimentary rocks', *Nature*, 333: 313-18.

Schneer, C. F. (ed.) (1969) *Toward a History of Geology...*, Cambridge (Mass.) ve Londra: MIT Press.

[Schröter, J. S.] (1775) 'Georg Christian Füchsel [review of Füchsel's *Historia terrae et maris]*', *Journal für die Liebhaber des Steinreichs*, 2: 54-63.

Schuchert, C. (1916) 'The problem of continental fracturing and diastrophism* in Oceania', *AJS*, 42 (4. Dizi): 92-105.

Schuchert, C. (1923) 'Sites and nature of the North American geosynclines', *BGSA*, 20: 92-105.

Schuchert, C. (1932) 'Gondwana land bridges', *BGSA*, 43: 875-916.

Schwarzbach, M. (1986) *Alfred Wegener: the Father of Continental Drift*, çev. Carla Love, Madison: Science Tech Publishers: Berlin: Springer-Verlag.

Schwinner, R. (1915) 'Analogien in Bau der Ostalpen', *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie...*, 16: 52-62.

Schwinner, R. (1920) 'Vulkanismus und Gebirsbildung: ein Versuch', *Zeitschrift für Vulkanologie*, 5: 175-230.

Scott, H. I. (1977) *The Development of Landform Studies in Australia*, Artarmon (Sidney): Bellbird Publishing House; Farnborough: Teakfield.

Scrope, G. P. (1825) *Considerations on Volcanos... Leading to the Establishment of a New Theory of the Earth*, Londra: William Phillips.

Scrope, G. P. (1827) *Memoir on the Geology of Central France...*, 2 cilt, Londra: Longman.

Scrope, G. P. (1859) 'On lamination and cleavage occasioned by the mutual friction of the particles of rocks while in irregular motion', *QJGS*, 15: 84-6.

Scrope, G. P. (1862) *Volcanos. The Character of their Phenomena, their Share in the Structure and Composition of the Surface of the Globe, and their Relation to the Internal Forces...*, 2. basım, Londra: Longman, Green, Longman's & Roberts.

Secord, J. E. (1986) *Controversy in Victorian Geology: the Cambrian-Silurian Dispute*, Princeton: Princeton University Press.

Sederholm, J. J. (1907) 'Om granit och gneiss deras uppkomst, upptrådande och utbreding inom urberget i Fennoskandia', *BCGF* (Helsinki), no. 23 (İngilizce özetle birlikte).

Sederholm, J. J. (1923) 'On migmatites and associated Pre-cambrian rocks of southwestern Finland. Part I. The Pellige region', *BCGF* (Helsinki), no. 58.

Sederholm, J. J. (1926) 'On migmatites and associated Pre-cambrian rocks of southwestern Finland. Part II. The region around the Barösundsfjärd w[est] of Helsingfors and neighbouring areas', *BCGF* (Helsinki), no. 77.

Sederholm, J. J. (1934) 'On migmatites and associated Pre-cambrian rocks of southwestern Finland. Part III. The Åland islands', *BCGF* (Helsinki), no. 107.

Sedgwick, A. (1846) 'The geology of the Lake District in four letters addressed to W. Wordsworth, Esq.', W. Wordsworth, *A complete Guide to the Lakes...*, 3. basım, Kendal: J. Hudson; London: Longman & Whittaker.

Seneca (1910) *Quaestiones naturales*, çev. John Clarke; A. Geikie'nin notlarıyla, Londra: Macmillan.

Shapley, H. ve Howarth, H. H. (ed.ler) (1929) *A Source Book in Astronomy*, New York ve Londra: McGraw-Hill Book Company.

Shepard, C. U. (1835) *Treatise on Mineralogy...*, 2 cilt, New Haven: H. Howe, Herrick & Noyes.

Shepherd, E. S., Rankin, G. A. ve Wright, F. E. (1909) 'The binary systems of alumina with silica, lime and magnesia', *AJS*, 28 (4. Dizi): 293-333.

Shmidt, O. Y. (1944) 'Meteoric theory of the origin of the planet earth', *Doklady Akademii Nauk SSSR* [*Reports of the Academy of Science of the USSR*], 45: 245-49 (Rusça. Bkz. Shmidt [1958], s. 131).

* Kabuksal devinimler, kırıklar, vb. (ç.n.)

Shmidt, O. Y. (1958) *A Theory of the Earth's Origin: Four Lectures*, çev. G. H. Hanna, Moskova: Foreign Languages Publishing House.

Sisco, A. G. ve Smith, C. S. (1949) *Bergwerk- und Probierbüchlein. A Translation... of the Bergbüchlein*, a *Sixteenth-century Book on Mining Geology... and of the Probierbüchlein, a Sixteenth-century Work on Assaying...*, New York: American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.

Sloss, L. L. (1991) 'The tectonic factor in sea level change: a countervailing view', *Journal of Geophysical Research*, 96: 6609-17.

Smith, W. (1799) 'A table of the order of the strata, and their embedded organic remains, in the vicinity of Bath; examined and proved prior to 1799', Londra'da, Geological Society belgeliğinde saklanan el yazması.

Smith, W. (1815a) *A Delineation of the Strata of England and Wales, with Part of Scotland...*, Londra: J. Cary.

Smith, W. (1815b) *A Memoir to the Map and Delineation of the Strata of England and Wales, with Parts of Scotland*, Londra: J. Carey.

Smith, W. (1819) *A Geological Section from London to Snowdon. Showing the Varieties of the Strata, and the Correct Attitude of Hills... Coloured to Correspond with... Geological Maps of England and Wales*, Londra: Yayımcısı belirtilmemiş.

Smith, W. (1824) *Geological Map of Cumberland* [başlayan J. Carey: *A New Map of Cumberland Divided into Hundreds*].

Snider-Pellegrini, A. (1858) *Le Création et ses mystères dévoilés*, Paris: A. Franck.

Socolow, A. A. (ed.) (1988) *The State Geological Surveys* [*of the United States*]: *a History*, Grand Forks: Association of American State Geologists.

Sorby, H. C. (1851) 'On the microscopical structure of the calcareous grit of the Yorkshire coast', *Proceedings of the Geological and Polytechnic Society of the West-riding of Yorkshire*, 3: 197-205.

Sorby, H. C. ([1856] 1857) 'On the microscopical structure of mica-schist', *RBAAS*, 78.

Soret. C. (1879-1880) 'Sur l'état d'équilibre que prend au point de vue de sa concentration une dissolution saline primitivement homogène dont deux parties sont portées à des températures différentes. *Bibliotheque universelle. Archives des Sciences Physiques et Naturelles* (Cenevre) 3 (3. Dizi): 48-61; 4: 209-13.

Spengler, O. (1926) *The Decline of the West*, çev. C. F. Atkinson, Londra: Allen & Unwin.

Sproul, B. (1979) *Primal Myths: Creating the World*, San Francisco: Harper & Row.

Stafford, R. A. (1989) *Scientist and Empire: Sir Roderick Murchison, Scientific Exploration and Western Imperialism*, Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne ve Sidney: Cambridge University Press.

Stegagno, G. (1929) *Il Veronese Giovanni Arduino e il suo contributo al progresso della scienza geologica*, Verona: Tip. Operaia.

Steno, N. (1669) *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus...*, Floransa: Ex Typographia Sub Signo Stellae.

Steno, N. (1968) *The Prodromus of Nicolaus Steno's Dissertation Concerning a Solid within a Solid*, New York ve Londra: Hafner.

Stewart, J. A. (1990) *Drifting Continents and Colliding Paradigms...*, Bloomington ve Indianapolis: Indiana University Press.

Stille, H. (1936a) 'Die Entwicklung des amerikanischen Kordillerensystems in Zeit und Raum', *Preussischer Akademie der Wissenschaft, physikalisch-matematische Klasse, Sitzungsberichte*, 15: 134-55.

Stille, H. (1936b) 'The present tectonic state of the earth', *BAAPG*, 20: 849-80.

Stille, H. (1940) *Einführung in den Bau Amerikas*, Berlin: Gebrüder Borntraeger.

Strabo (1917) *The Geography*, çev. H. L. Jones, Londra: Heinemann; New York: G. P. Putnam's Sons.

Strachey, J. (1719) 'A curious description of the strata observ'd in the coal-mines of Mendip in Somersetshire', *PTRS*, 30: 968-73.

Suess, E. (1875) *Die Entstehung der Alpen,* Viyana: Wiheml Braumüller.
Suess, E. (1883-1909) *Das Antlitz der Erde,* 5 cilt, Viyana ve Prag: F. Tempsky; Leipzig: G. Freytag.
Suess, E. (1904-24) *The Face of the Earth (Das Antlitz der Erde),* çev. H. B. Sollas, 5 cilt, Oxford: Clarendon Press.
Sweet, J. M. ve Waterston, C. D. (1967) 'Robert Jameson's approach to the Wernerian theory of the earth 1796', *AS,* 23: 81-95.

Targioni-Tozzetti, G. (1768/1777) *Ralezioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana...,* 2 cilt, Floransa: Gaetano Cambiagi.
Taylor, F. B. (1910) 'Bearing of the Tertiary mountain-belt on the origin of the earth's plan', *BGSA,* 21: 179-226.
Taylor, K. L. (1985) 'Early geoscience mapping, 1700-1830', *Proceedings of the Geoscience Information Society,* 15: 15-49.
Taylor, K. L. (1992) 'The historical rehabilitation of theories of the earth', *The Compass,* 69: 334-45.
Taylor, T. G. (1919) 'Climatic cycles and evolution', *Geographical Review,* 8: 289-328.
Teilhard de Chardin, P. (1969) *Christianity and Evolution,* çev. René Hague, New York: Harcourt Brace Jovanovich.
Termier, H. ve Termier, G. (1952) *Histoire géologique de la biosphère: la vie et les sédiments dans les géographies succesives,* Paris: Masson.
Termier, P. (1904) 'Les schistes cristallins des Alpes occidentales', *Congrès géologique international. Compte rendu de la IX session, Vienne, 1903,* 571-86, Viyana: Hollinck Frères.
Thackray, J. C. (1978) 'R. I. Murchison's *Silurian System*', *JSBNH,* 8: 421-33.
Tharp, M. ve Frankel, H. (1986) 'Mappers of the deep', *Natural History,* 95: 49-62.
Thompson, S. J. (1988) *A Chronology of Geological Thinking from Antiquity to 1899,* Metuchen: Scarecrow Press.
Tinkler, K. J. (1985) *A Short History of Geomorphology,* Londra: Croom-Helm.
Tinkler, K. J. (ed.) (1989) *History of Geomorphology...,* Boston: Unwin/Hyman.
Tomkeieff, S. I. (1983) *Dictionary of Petrology,* ed. E. K. Walton, B. A. O. Randall, M. H. Battey ve O. Tomkeieff, Chichester, New York, Brisbane, Toronto ve Singapur: JohnWiley & Sons.
Topley, W. (1885) 'Report upon national geological surveys: part I. Europe', *RBAAS,* 221-37.
Torrens, H. S. (1994) 'Patronage and problems: Banks and the earth sciences', *Sir Joseph Banks: a Global Perspective*'den, ed.: R. E. R. Banks, B. Elliott, J. G. Hawkes, D. King-Hele ve G. Ll. Lucas, 49-75. Kew: Royal Botannical Gardens.
Toulmin, S. ve Goodfield, J. ([1965] 1967) *The Discovery of Time,* yeniden basım, Harmondsworth: Penguin Books.
Tournefort, J.-P. de (1702/1720) 'Description du labirinthe de Candie, avec quelques observations sur l'accroissement et sur la génération des pierres', *HARS,* 224-41 (2. basım).
Toussaint Charpentier, J. F. W. von. (1778) *Mineralogische Geographie der chursächsischen Lande,* Leipzig: S. L. Crusius.
Tuge, H. (1968) *Historical Development of Science and Technology in Japan,* Tokyo: Kokusai Bunka Shinko.
Turner, A. J. 'Hooke's theory of the earth's axial displacement: some contrary opinion', *BJHS, 7*: 166-70.
Tuttle, O. F. ve Bowen, N. L. (1958) *Origin of Granite in the Light of Experimental Studies in the System of $NaAlSi_3O_8$ [albite] - $KAlSi_3O_8$ [orthoclase] - SiO_2 [quartz] - H_2O,* New York: Geological Society of America (Tutanak No. 74).

Udden, J. A. (1912) *Geology and Mineral Resources of the Peoria Quadrangle*, US Washington, DC: Geological Survey (Bulletin 506).

Ulrich, E. O. (1911) 'Revision of the Paleozoic systems', *BGSA*, 22: 281-680.

Usher, J. (1658) *Annals of the World. Deduced from the Origin of Time, and Continued to the Beginning of the Emperour Vespasians Reign, and the Totall Destruction and Abolition of the Temple and Commonwealth of the Jews... Collected from All History...*, Londra: J. Crook (Latince ilk basım 1650).

Vaccari, E. (1993) *Giovanni Arduino (1714-1795): il contributo di uno scienziato Veneto al dibattito settentesco sulle scienze della terra*, Floransa: Leo S. Olschki.

Vail, P. R. (1975) 'Eustatic cycles from seismic data for global stratigraphic analysis',*BAAPG*, 59: 2198-9.

Vail, P. R., Mitchum, R. M., Todd, R. G., Vidmier, J. M., Thompson III, S., Sangree, J. B., Bubb, J. N. ve Hatlelid, W. G. (1977) 'Seismic stratigraphy and global changes in sea level', *Seismic Stratigraphy - Applications to Hydrocarbon Exploration*, ed. C. E. Payton, 47-212, Tulsa: American Association of Petroleum Geologists (Tutanak No. 26).

Van der Gracht, W. A. J. M. van W. (ed.) (1928) *Theory of Continental Drift: a Symposium on the Origin and Movement of Land Masses both Inter-continental and Intra-continental, as Proposed by Alfred Wegener*, Delft: NV Technische Boekhandelen Drukkerej J. Waltman Jr.

Venetz, J. (1837) 'Ueber den gegenwärtigen und früheren Zustand der Walliser Gletscher und über die erratischen Blöcke oder die Bruchstücke alpinischer Felsarten...', *NJMGGP*, 8: 472-7.

Vening Meinesz, F. A. (1932) *Gravity Expeditions at Sea 1923-1930. Cilt I. The Expeditions, the Computations and the Results*, Delft: N. V. Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr.

Vening Meinesz, F. A. (1934) 'Gravity and the hypothesis of convection currents in the earth', *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, 37: 37-45.

Vening Meinesz, F. A., Umbgrove, J. H. F., ve Kuenen, Ph. H. (1934) *Gravity Expeditions at Sea. Cilt II. Report of the Gravity Expedition in the Atlantic of 1932 and Interpretation of the Results*, Delft: NV Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr.

Vernadsky, V. I. [W.] (1924) *La Géochimie*, Paris: Librairie Félix Alcan (ilk önce 1924 yılında Rusya'da basıldı).

Vernadsky, V. I. [W.] (1929) *La Biosphère*, Paris: Librairie Félix Alcan.

Vernadsky, V. I. [W.] (1944) 'Problems of biochemistry, II* The fundamental matter-energy difference between the living and the inert natural bodies of the biosphere', *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 35: 487-515 (çev. G. Vernadsky; ilk önce, 1938 yılında Rusça yayımlandı).

Vernadsky, V. I [W.] (1945) 'The biosphere and the noösphere', *American Scientist*, 33: 1-12.

Vernadsky, V. I. [W.] (1986) *The Biosphere*, çevireni belli değil, Oracle (Arizona) ve Londra: Synergetic Press (İlk önce 1926'da Rusya'da basıldı).

Vine, F. J. ve Matthews, D. H. (1963) 'Magnetic anomalies over oceanic ridges', *Nature*, 199: 947-9.

Vine, F. J. ve Wilson, J. T. (1965) 'Magnetic anomalies over a young ocean ridge off Vancouver Island', *Science*, 150: 485-9.

Vinogradov, A. P. (1963) 'Development of V. I. Vernadsky's ideas', *Soviet Soil Science*, 8: 727-32.

* Bu bildirinin ilk kısmı İngilizce'ye çevrilmemişti.

Virlet d'Aoust, T. (1846-7) 'Observations sur la métamorphisme normal et la probabilité de la non-existence de véritables roches primitives à la surface du globe', *BSGF*, 4 (2. Dizi): 498-505.
Vitaliano, D. B. (1976) *Legends of the Earth: their Geologic Origins*, Seceucas: Citadel Press.

Wadati, K. (1934-5) 'On the activity of deep-focus earthquakes in the Japan Islands and neighbourhoods', *Geophysical Magazine*, 8: 305-25.
Wallace, A. R. (1876) *The Geographical Distribution of Animals*, 2 cilt, Londra: Macmillan.
Wallerius, J. G. (1747) *Mineralogia, eller mineral-riket, indelt och beskrifvit af Johan Gotschalk Wallerius*, Stockholm: L. Salvii.
Wallerius, J. G. (1753) *Minéralogie, ou description générale des substances du règne minéral, ouvrage traduit de l'allemand*, 2 cilt, Paris: Durand, Pissot.
Walther, J. (1893-4) *Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Beobachtungen über die Bildung der Gesteine und ihrer organischen Einschlüsse*, 3 cilt, Jena: Gustav Fischer.
Wanless, H. R. (1931) 'Pennsylvanian cycles in western Illinois', *Papers Presented at the Quarter Centennial Celebration of the Illinois State Geological Survey* (Illinois Geological Survey, Bulletin 60), 179-93.
Wanless, H. R. ve Shepard, F. P. (1936) 'Sea level and climatic changes related to late Paleozoic cycles', *BGSA*, 47: 1177-206.
Wanless, H. R. ve Weller, J. M. (1932) 'Correlation and extent of Pennsylvanian cyclothems', *BGSA*, 43: 1003-16.
Webster, J. (1671) *Metallographia...*, Londra: Walter Kettilby.
Webster, T. (1814) 'On the freshwater formations of the Isle of Wight, with some observations on the strata over the chalk in the south-east part of England', *TGSL*, 2: 161-254 ve resimler.
Wegener, A. L. (1912a) 'Die Entstehung der Kontinente', *Dr. A. Petermanns geographische Mitteilungen aus Justus Perthes geographischer Anstalt*, 58: 185-95, 253-56, 305-09.
Wegener, A. L. (1912b) 'Die Entstehung der Kontinente', *GRZAG*, 3: 276-92.
Wegener, A. L. (1915) *Die Entstehung der Kontinente uno Ozeane*, Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn.
Wegener, A. L. (1924) *The Origin of Continents and Oceans*, 3. Almanca basımdan çev. J. G. A. Skerl, Londra: Methuen.
Wegener, A. L. (1966) *The Origin of Continents and Oceans*, 1929 tarihli 4. Almanca basımdan çev. J. Biram, New York: Dover Publications.
Wegmann, C. E. (1935) 'Zur deutung der Migmatite', *GRZAG*, 26: 305-50.
Wegmann, C. E. (1970) 'Argand, Émile', *Dictionary of Scientific Biography* den, ed. C. C. Gillispie, 1: 235-37, New York: Scribner.
Wegmann, E. (1969) 'Changing ideas about moving shorelines', *Toward a History of Geology* den, ed. C. J. Schneer, 386-414, Cambridge (Mass.) ve Londra: MIT Press.
Weller, J. M. (1930) 'Cyclical sedimentation of the Pennsylvanian period and its significance', *JG*, 38: 97-135.
Weller, J. M. (1931) 'The conception of cyclical sedimentation during the Pennsylvanian period', *Bulletin of the Illinois Geological Survey*, 60: 163-77.
Wells, A. K. (1938) *Outline of Historical Geology*, Londra: George Allen & Unwin.
Werner, A. G. (1774) *Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien*, Leipzig: Siegfried Crusius.
Werner, A. G. (1786) 'Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten', *Abhandlungen der Böhemischen Gesellschaft der Wissenschaften auf das Jahr 1786*, 272-97, Prag ve Dresden: In der Walterischen Hofbuchhandlung. (Faksimile suret alınarak çoğaltıldı: Werner [1971]).

Werner, A. G. (1788) 'Anzeigen, Auszüge und Recensionen bergmannischer und mineralogischer Schriften', *Bergmännisches Journal*, 2: 812-41.
Werner, A. G. (1962) *On the External Characters of Minerals*, çev. A. V. Carozzi, Urbana: University of Illinois Press.
Werner, A. G. (1971) *Short Classification and Description of the Various Rocks*, çev. A. M. Ospovat, New York: Hafner.
Wertenbaker, W. (1974) *The Floor of the Sea: Maurice Ewing and the Search to Understand the Earth*, Boston: Little, Brown.
Westbroek, P. (1988) 'The geological impact of life' *Gaia*' dan..., ed. P. Bunyard ve E. Goldsmith, 99-107, Camelford: Wadebridge Ecological Centre.
Westbroek, P. (1991) *Life as a Geological Force: Dynamics of the Earth*, New York ve Londra: W. W. Norton.
Wetherill, G. (1976) 'The role of large bodies in the formation of earth and moon', *Proceedings of the Seventh Lunar Scientific Conference... 3. cilt. The Moon and Other Bodies*, 3245-57, New York: Pergamon Press.
[Whewell, W.] (1832) '[Review of] *Principles of geology*... by Charles Lyell... 2. cilt', *The Quarterly Review*, 47: 103-32.
Whiston, W. (1696) *A New Theory of the Earth...*, Londra: R. Roberts for Benj. Tooke.
White, D. A., Roeder, D. H., Nelson, T. H. ve Crowell, J. C. (1970) 'Subduction', *BGSA*, 81: 3431-32.
Wiechert, E. (1896) 'Ueber die Beschaffenheit des Erdinnern', *Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg*, 37: 4-5.
Wiechert, E. (1897) 'Ueber die Massenverteing im Innern der Erde', *Nachtrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematische-physikalische Klasse aus dem Jahre 1897*, 221-43.
Wiechert, E. (1903) 'Ein astatisches Pendel hoher Empfindlichkeit zur mechanischen Registrierung von Erdbeben', *Physikalische Zeitschrift*, 4: 821-9.
Wiechert, E. ve Zoeppritz, K. (1907) 'Über Erdbebenwellen...', *Nachtrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematische-physikalische Klasse aus dem Jahre 1907*, 415-549, 529-49.
Willis, B. (1893) 'The mechanics of Appalachian structure', *Annual Report of the United States Geological Survey... 1891-1892*, 2. Bölüm, 211-82, Washington, DC: Government Printer.
Willis, B. (1910) 'Principles of paleogeography', *Science*, 31: 241-60.
Willis, B. (1932) 'Isthmian links', *BGSA*, 43: 917-52.
Wilson, J. T. (1951) 'On the growth of continents', *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania for the Year 1950*, 85: 85-111.
Wilson, J. T. (1954) 'The development and structure of the crust', *The Earth as a Planet*' den, ed. G. P. Kuiper, 138-214. Chicago: The University of Chicago Press.
Wilson, J. T. (1965) 'A new class of faults and their bearing on continental drift', *Nature*, 207: 343-7.
Wilson, L. G. (1972) *Charles Lyell, the Years to 1841...*, New Haven: Yale University Press.
Wood, R. M. (1985) *The Dark Side of the Earth*, Londra ve Boston: Allen & Unwin.
Woodward, H. B. (1908) *The History of the Geological Society of London*. Londra: Longmans, Green.
Woodward, J. (1695) *An Attempt towards a Natural History of the Earth... With an Account of the Universal Deluge: and of the Effects that it had upon the Earth*, Londra: R. Wilkin.
Woodward, J. (1726) *The Natural History of the Earth, Illustrated, and Inlarged, and also Defended, and the Objections against it... Answered...*, çev. B. Holloway, Londra: Thomas Edlin.

Woodward, J. (1728) *Fossils of All Kinds, Digested into a Method Suitable to their Mutual Relation and Affinity...*, Londra: William Innys.
Wroe, M. (1994) 'Noah's "Ark found near Mt Ararat"', *The Observer*, 16 January.

Yang, J.-Y. ve Oldroyd, D. R. (1989) 'The introduction and development of continental drift theory and plate tectonics in China...', *AS*, 46: 21-43.
Yoder, H. S. (1993) 'Timetable of petrology', *Journal of Geological Education*, 41: 447-89.

Zittel, K. A. von (1901) *History of Geology and Palaeontology to the End of the Nineteenth Century*, çev. M. Ogilvie-Gordon, Londra: Walter Scott; 1962'de yeniden basım, Weinheim: Cramer (ilk Almanca basım 1899).
Zöllner, F. (1873) 'Ueber eine neue Methode zur Messung anziehender und abstossender Kräfte', *Annalen der Physik und Chemie*, 40: 131-4 (İlk basım: Leipzig 1869).

Dizin

Abece ve yazı, 18
Abyss of Time [Zaman Uçurumu] (Albritton), 464, 505
Ayrılma ilkesi, 485
Ada yayları, 384, 410, 421, 422
Adams, Frank Dawson, 45, 83, 464, 505
Adhémar, Joseph-Alphonse, 229, 505
Adventures in Earth History [Yerküre Tarihinin Peşinde] (Cloud), 463, 510
Aetna (Yazarı belirsiz), 30, 32, 473, 506
Afrika, 405, 409, 420, 474, 487, 496. Ayrıca bkz. Mısır
Agassiz, Louis, 223-224, 234, 505
Age of the World: Moses to Darwin [Dünyanın Yaşı: Musa'dan Darwin'e] (Haber), 465, 519
Ager, Derek, 454, 468, 505
Ages of Gaia [Gaia'nın Yaşamı] (Lovelock), 437, 525
Agnew, Duncan, 494
Agno Vadisi, 123-125
Agonistik alan (kavramı), I, 458
Agricola, Georgius (Georg Bauer), 52-55, 105, 298, 505
Airy, George, 273-274, 505
Aiton, Eric, 70, 505
Akarsu sekileri, I, 234-236
Akarsuların evrimi, 249-251
Akdeniz, 29, 31, 35, 122, 132, 144, 205, 267, 271, 342, 485
Alberti, Friedrich August von, 181
Alberti, Leone Battista, 476, 478
Albertus Magnus, 51-52, 54, 505
Albit, I, 432
Albritton, Claude, 454, 463, 464, 505
Albury, Randall, 45, 505
Aldrovandi, Ulysse, 46, 477, 505
Alçıtaşı (/Jips), I, 303, 426, 432, 433-436
Alembert, Jean le Rond d', 229, 512
Aleut Adaları, 358, 390, 421
Alevde çözümleme, 107
Alexandrov, Daniel, 501
Alfred Wegener (Schwarzbach), 469, 533
Allchin, Douglas, 143, 505
Allegre, Claude, 196, 451, 467, 505
Allen, Don, 74, 506
Almanya/Alman mineralbilim geleneği vb., 62, 68, 107, 130, 141, 159, 255, 267, 294, 297, 306, 310, 347-348, 488, 493
Alphabet Effect [Abece Etkisi] (Logan), 18, 525
Alpin dağ-oluş süreci, I, 269, 289, 488
Alpler, I, 200, 222, 225, 235, 236, 254, 261, 262, 266, 267, 317, 373, 378-379. Ayrıca bkz. İsviçre
Alümina, 106
Amerika Bilim İlerletme Derneği, 310, 392, 487
Amerika Petrol Yerbilimcileri Derneği, 385
Amerika Yerbilim Topluluğu, 493
Amerika/ABD, 167, 187, 214, 235, 236, 262, 285, 305, 377, 389, 393, 394, 395, 403, 412-413, 433, 485, 488, 496. Ayrıca bkz. Güney Amerika
Amfiboller, I, X, 299, 320, 332
Ammonit(ler), 94, 198-199, 214,
Ampferer, Otto, 373, 496, 506
Amstutz, Andre, 497
Anaksagoras, 32, 33
Anaksimandros, 19-20, 32, 472, 473
Anaksimenes, 32
And Dağları, 263, 265, 314, 402-403, 421-422, 469, 498
Anderson, Donald, 440, 500, 506
Andezin, I
Andezit, I, XI, 263, 299, 493, 497
Anglesey, 169, 179, 198
Ani yıkım/ani yıkımcılık, I, XI, 199-201, 204, 206, 210, 219, 221, 225, 256, 259, 264, 268, 465
Anortit, I, IV, X, 432
Antakyalı Theophilos, 36
Antiklinal, bkz. Yerkemer
Antiquity of Man [İnsanoğlunun Antik Çağı] (Lyell), 225, 226, 525
Apalaş Dağları, 243, 262, 263, 266, 275, 309, 377
Apeiron, 20, 472
Apollonius, 32
Aquinus, Aziz Thomas, 37
Araççılık (/Enstrümantalizm), IV
Aragonit, I, 293

Arazi(ler), I, 422
Ardıl akaçlama, I, 243
Arduino, Giovanni, 94, 123-125, 128, 181, 478, 479, 481, 506
Argand, Emile, IV, 378-380, 496, 506
Ariew, Roger, 479, 506
Aristo'nun duman tütmesi kuramı, 28, 51, 54-55, 324
Aristotelesçilik, 36-37, 42, 47, 51, 52, 53-55, 68
Aristoteles, 28, 30, 32, 34, 41, 51, 53-55, 285, 430, 474, 475, 506
Arkeen, I, IV, 309-310, 432, 483
Arldt, T., 412, 506
Arno Irmağı/vadisi, 100, 103, 477
Arran, 145, 147, 158, 314, 316, 480-481, 492
Arrhenius, Svante, 471, 506
Asit/baz nitelikli (silis varsıl/yoksulu) kayalar, I, X, XI, 301, 326, 475, 486, 509
Assam Depremi, 350
Astenosfer (/Zayıf-küre), I, 356-358, 373, 397, 421
Asya, 378, 402, 411, 474
Aşınma, 42, 142, 241-251, 276. Ayrıca bkz. Buzullaşma ve buzul olgusu; Fluviyalizm
Aşırı belirlenmiş kuramlar, II, 228
Ateş, temel madde olarak, 20
Ateş, yerbilimsel değişim etkeni olarak, 122-123, 132, 133, 136, 138, 334, 479. Ayrıca bkz. Vulkancı(lar) /Vulkancılık
Atlantik, 269, 271, 388, 413, 421, 497
Atlantik-ortası sırtı, 388, 421, 497
Atlantis/Atlantis söylencesi, 56, 488
Atomculuk, 22, 29, 69
Aubuison de Voisins, Jean François d', 161
Augustine, Aziz, 37
Auvergne, 112, 114-115, 160, 203-204, 255. Ayrıca bkz. Massif Central
Averroës, bkz. İbni Rüşt
Avicenna, bkz. İbni Sina
Avustralya, 16-17, 34, 225-227, 229, 314, 392, 393, 407, 413, 419, 471, 473, 476, 487, 496
Ay, 134, 282, 452, 496
Azoik kayalar, II, 310

B ve İ dalgaları, II, VI, 350-353, 354-355, 357-358, 365-367, 494, 495
B' dalgaları, 365-366, 367, 494
Babbage, Charles, 487, 489, 506
Babil, 13-14, 23, 221, 456
Bacon, Francis, 67, 104, 496
Bağlılaşım, ayrı ayrı tabakaların bağlılaşımı, 258, 280, 286-288, 482, 483
Balık fosili, 198, 213, 223, 485
Ball, Robert, 230, 232, 506
Baltık Denizi/Kalkanı, 153, 227, 317-319, 333, 481
Banks, Joseph, 173-174
Barfield, Owen, 65-67, 362, 506
Barit, 107
Barita, 106, 107
Barnes, H. T., 217, 532
Barr, James, 75, 506
Barrell, Joseph, 278, 356, 383, 493, 506
Barth, Thomas Frederick, 430, 506
Bartholomew, Michael, 209, 506
Bascom, William, 495, 506
Basınç, 313, 316, 320
Başkalaşım/Başkalaşmış kaya, II, V, XI, 159, 297, 304-305, 306, 308, 309, 311, 312-313, 316-317, 491
Batimetrik taramalar, II, 389, 392
Batolit(ler), II, 314, 327, 328, 331-332, 333, 403, 480, 492
Bazalt, II, III, V, XI, XII, 114, 151, 163, 255, 282, 298, 299, 300, 316, 324-325, 381, 390, 396, 398, 401, 449, 493, 495. Ayrıca bkz. Lav
Becher, Johann Joachim, 59-63, 67, 68, 92, 94, 105, 194, 475, 479, 506-507
Beckinsale, Robert, 510
Belgelik olarak tabakalar, 125-126, 127-128
Belousov, Vladimir, 403, 404, 409, 497-498, 507
Benioff, Hugo, 359, 495, 497, 507
Benioff-Wadati kuşak(ları)/zon(ları), II, 360, 381, 410
Bergbüchlein [Madencinin Küçük Elkitabı], 404-405, 478, 534
Berger, André, 239, 507
Bergman, Torbern, 107-108, 128-129, 507
Bergson, Henri, 426-427, 507
Berlin, 63, 107, 116
Bernal, John Desmond, 397
Bernhard, Carl Gustaf, 301, 507
Berry, William, 466, 507
Berthon, Simon, 477, 488, 507
Bertrand, Marcel, 269-270, 373, 488, 507

Berzelius, Jons Jacob, 300-301, 491, 507
Beyrich, Heinrich Ernst, 181
Bilimi İlerletme Derneği [İngiliz] (British Association for the Advancement of Science), 224, 342, 385
Bilimsel araçlar, 349-350, 362-365, 368-369, 413, 441, 459, 497
Bilimsel Devrim, 67, 104, 476
Bilimötesi, II
Bina, Andrea, 339, 344, 507
Bindirme (/aşma), II, 261, 378, 400, 487, 488, 489
Birch, Charles, 442, 507
Birch, Thomas, 96, 507
Birinci/İlkel, İkinci, Üçüncü ve Dördüncü Zaman, II, VI, XII, 122, 124, 128, 181, 479
Birincil kayalar, II, 124, 303
Biringuccio, Vannoccio, 105, 507,
Birkett, Kirsten, 97, 507
Birleşik Devletler Keşif Topluluğu, 323
Birth and Development of the Geological Sciences (Adams), 45, 464, 505
Bischof, Gustav, 307, 492, 507
Biyocoğrafya (/canlıların dağılımı), II, 139-140, 227, 372-373, 386-387, 412-418, 425, 479, 496, 498
Biyojeokimya, II, 428, 433-435
Biyosfer (dirimküre), II, 426-430, 435-442, 460-461
Biosphere (Vernadsky), 499, 536
Biyotit, III, V, VIII, XI, XII, 298. Ayrıca bkz. Mika
Blackett, Patrick, 391
Blake, John, 193-195, 484, 507
Bode Yasası, 451, 452, 501
Bode, J. E., 501
Bolt, Bruce, 337, 495, 507
Boltwood, Bertram, 217, 507
Bonney, Thomas, 193-195, 484, 508
Bonpland, Aime, 257, 521
Botting, Douglas, 425, 508
Bourguet, Louis, 78-79, 508
Bowen Tepkime Dizileri, II, 330-332, 333
Bowen, Norman, 321, 328-334, 508, 535
Bowie, William, 497, 508
Bowler, Peter, 214, 467, 508
Boylam(lar), 42, 94-96, 480. Ayrıca bkz. Kutupların yer değiştirmesi
Boyle, Robert, 104, 476
Bölgesel (/bölge-ölçekli) başkalaşım, 316
Breislak, Scipione, 167, 508
Breithaupt, Johann Friedrich, 301, 508
Briggs, John, 417, 498, 508
British Museum of Natural History, 482
Brock, William, 308, 492, 508
Brøgger, Waldemar, 325-326, 493, 508
Brongniart, Alexandre, 156, 174-178, 298, 491, 508
Brunellechi, Filippo, 476, 478
Brunhes, Bernard, 486
Brush, Stephen, 350, 352, 360, 508
Brückner, Eduard, 235, 238, 530
Bryson, Alexander, 312
Buache, Phillipe, 109, 111, 482
Buch, Leopold von, XIII, 181, 223, 254-256, 266, 267, 485, 488, 497, 508-509
Buchanan, Rex, 489, 509
Buckland, William, 203, 221, 469, 483, 484, 486, 509
Buffetaut, Eric, 467, 509
Buffon (Roger), 469, 531
Buffon, Comte de, 43, 136-141, 150, 162, 207, 253, 423-424, 444, 479, 509
Bullard, Edward, 390, 397-399, 497, 509
Bullen, Keith, 366-368
Buller Depremi, 354
Bulutsu varsayımı, 444-446, 450-454
Bunsen, Robert, 323-324, 509
Burchfield, Joe, 216, 465, 509
Burgaçlar, Descartes'ın kuramı, 70-71, 133, 480
Buridan, Jean, 37, 41-43, 44, 134, 477, 499
Burke, John, 468, 509
Buz Çağları, bkz. Buzullaşma dönemleri/buz çağları
Buz Çağları, gökbilimsel kuram, 229-234, 419, 438
Buzul (/Buzullaşma) kuramı, 207, 222-240, 269. Ayrıca bkz. Buz çağları
Buzullaşma dönemleri/buz çağları, 200, 207, 223-224, 229, 232-236, 239, 438
Buzullaşma ve buzul olgusu, II, 23, 76, 219, 222, 223-230, 297, 486
Buzullaşmanın nedenleri, 223-224, 229-234, 235-240, 438
Buzullaşmaya bağlı östatik denet, 286, 289, 481
Buzultaş (İng.: Boulder clay), II, 76, 200, 219, 486
Buzultaş (moren), II, 235. Ayrıca bkz. Buzultaş (Boulder clay)

Büyük Okyanus/Pasifik, 256, 323, 390, 397, 402, 410, 425
Büyük Yıl, 39
Büzüşme, bkz. Yerkürenin büzüşmesi kuramı
Byerly, Perry, 339

Cairns-Smith, Alexander, 500, 509
Callaway, Charles, 484
Cambridge/Cambridge Üniversitesi, 82, 182, 273, 274, 308, 314, 354, 397, 398
Camerarius, Elias, 83
Cannon, Susan, VI, 425
Carey, Warren, 398, 407-412, 458, 498, 509-510
Carnegie Institution, Washington, 328
Carozzi, Albert, 126, 135, 136, 155-156, 261, 378, 380, 479, 510
Carozzi, Marguerite, 126, 510
Cassini, César François, 111, 478
Cassini, Jacques, 88
Cassini II., Jacques, 111
Cassini, Jean-Dominique, 478
Cause of an Ice Age (Ball), 230, 506
Cavallere, Giovanni, 344
Cecchi, Filippo, 344
Cesalpinus, Andreas, 298, 510
Challenger at Sea (Hsü), 467, 521
Chamberlin, Thomas, 234-235, 276-277, 280, 374, 377, 446-450, 452, 489, 500, 510
Chang, Heng, 494
Charles Lyell, the Years to 1841 (Wilson), 469, 538
Charpentier, Jean de, 222-223, 510
Charpentier, Johann Friedrich Wilhelm von Touissant, 166-167, 510
Chemical and Geological Essays (Hunt), 492, 521
Chorley, Richard, 467, 510
Chronology of Geological Thinking (Thompson), 463, 535
Cicero, Marcus Tullius, 30, 476, 510
Cizvit jeofizik laboratuvarları, 344, 365
Cleomedes, 34
Clerk, John, 148
Climate and Time (Croll), 230-234, 511
Cloud, Preston, 463, 510
Coğrafya [Geography] (Strabon), 28
Collins, Harry, 369, 511
Colorado/Colorado Irmağı, 240-242, 246-247
Continental Drift (Marvin), 467, 526
Controversies in Modern Geology (Müller, McKenzie, ve Weissert), 466, 527
Controversy in Victorian Geology (Secord), 466, 533
Conybeare, William, 483, 484, 511
Cope, J. C. W., 422, 511
Coppens, Yves, 498, 511
Coquand, Henri, 288, 511
Cordier, Pierre Louis Antoine, 161-162, 273, 274, 314, 511
Cornelius, Tacitus, 33
Cotta, Bernard von, 192, 307, 511
Cox, Alan, 401, 511
Cox, L. R., 169, 511
Cox, R. C., 494, 511
Craig, Gordon, 147, 480, 511
Craw, Robin, 416, 511
Croizat, Léon, 415, 417, 498-499, 511
Croll, James, 230-234, 236, 237, 486, 511
Cronstedt, Axel, 107
Crook, Thomas, 468, 511
Crosskey, Henry, 484
Crowell, John, 538
Cumberland, 170
Cumming, David, 179, 511
Cusa'lı Nicholas, 37
Cuvier, Georges, 88, 156, 174-175, 178, 197, 199-203, 204, 214, 221, 257, 258, 288, 484, 485, 511
Cuvier, Georges, ani yıkımcılık görüşü, 200-202

Çevrim izleği (cyclothem), 11, 286, 478
Çevrimli kuramlar, 41-43, 50-51, 122-123, 140-141, 162, 207, 231-234, 235-239, 260, 268, 270, 276, 277-289, 306, 317, 423-424, 429-436
Çiftçilik, 142, 480
Çin/Çin yerbilimi, 6, 29, 188, 198, 268, 280, 338, 404, 499
Çoklu işleyen varsayımlar yöntemi (Chamberlin), 489, 510

Dağlar/oluşum kuramları, 38, 58-59, 72-73, 124-125, 127-128, 134-135, 137-138, 142-143, 148, 203-205, 253-271, 272-274, 277-278, 279, 284-285, 372-373, 374-375, 377, 380-382, 404-405, 421-423, 465-467, 487
Dağların kökleri, 273-274

Dağ-oluş ve dağ-oluşlar, III, VI, VII, 259, 269, 276, 289, 488. Ayrıca bkz. Dağlar/oluşum kuramları
Dalma-batma, II, III, 368, 389, 396, 397, 401, 409, 411, 421, 458, 498
Dalrymple, Brent, 217-218, 511, 512
Dalton, John, 22, 472
Daly, Reginald, 326-327, 329-332, 380-382, 494, 512
Dana, James Dwight, 263, 264, 270, 272, 302, 305-306, 323-324, 372, 373, 377, 385, 394, 404, 422, 425, 487-488, 496, 512
Dante, Alighieri, 39, 358, 474, 512
Dark Abyss of Time (Rossi), 465, 532
Dark Side of the Earth (Wood), 403, 467, 538
Darwin, Charles, 208-209, 211, 215, 268, 304-305, 323, 324, 327, 413, 415-416, 418, 484, 485, 493, 496, 498, 512
Darwin, George, 217, 308, 512
Das Antlitz der Erde (Face of the Earth) (Suess), 267, 315, 488, 489, 535
Daubree, Gabriel Auguste, 306, 311, 312, 316, 512
Davis, William Morris, 240, 248-251, 285, 487, 513
Davy, Humphry, 254, 513
Dawson, John William, 310
Dayk, II, III, 152, 300, 491
De la Beche, Henry, 179-180, 182-183, 187, 189, 192, 259, 262, 309, 483, 487, 492
De Maillet, Benoît, 43, 134-136, 137-138, 139, 150, 153, 467, 479, 526
De natura deorum (Cicero), 30, 476, 510
De ortu et causis mineralium (Agricola), 53, 505
De re metallica (Agricola), 52, 105, 505
De rerum fossilium (Gesner), 46, 517
De rerum natura (Lucretius), 30, 472, 525
Dean, Dennis, 469, 476, 477, 494, 513
Debus, Alan, 48, 513
Dechend, Hertha von, 12, 532
Decline of the West (Spengler), 489, 534
Deizm/deist(ler), III, 141-142, 152-153, 221
Deluc, Jean-Andre, 226, 477, 513
Demir, +2 ve +3 birleşim değerli, 432, 500
Demokritos, 20, 32, 33
Deneysel yerbilim/mineraloji, 78, 160-161, 278-279, 306, 311-312, 313, 326-331, 333-336, 481
Deniz düzeyi değişimleri, 135, 136, 153, 204, 207, 225-228, 238, 268-269, 280-281, 286-288, 405, 481, 485, 488, 489. Ayrıca bkz. Östasi
Deniz kavkıları, bkz. Fosiller
Deniz dibi yayılması, II I, 397, 498
Denizbilim araştırmaları, 388-390, 497
Denize uzak kavkılar, bkz. Fosiller, denize uzak tortullarda
Denizel sekiler, 111
Denizyüzünün yükselmesi, alçalması, bkz. Deniz düzeyi değişimleri
Denkeğri profili, III, 243-245, 250, 468
Depreınbilim, 337, 369, 384
Depremölçer, XI, 338-339, 342-345, 494
Depremyazar(lar), XI, XII, 345-350, 354, 365, 494, 495
Der Aktualismus in den geologischen Wissenschaft (Guntau), 465, 518
Derin deniz sondajı
Derinlik kayaları/süreçleri, 300, 307
Descartes, René, 67, 68, 69-73, 76-77, 92, 99, 101, 122, 133, 134, 136, 139, 161, 162, 355, 513
Desmarest, Nicholas, 112, 114-115, 203, 485, 513
Desmond, Adrian, 467, 513
Desnoyers, Jules Pierre François, 181
Deville, Charles Joseph Sainte-Claire, 493
Devingencilik, III, 272, 334, 359, 377, 383, 391-392, 403, 407, 412, 413-414, 420, 495. Ayrıca bkz. Kıtaların kayması; Tabla tektoniği
Devoniyen, III, X, XI, XIII, 181, 183, 198, 466, 481, 483, 498
Devoniyen anlaşmazlığı, 183
Dewey, James, 339, 513
Dictionary of Petrology (Tomkeieff), 468, 535
Die Entstehung der Kontinente und Ozeane (Wegener), 375-376, 408, 537
Dietz, Robert, 396-397, 513
Dilinim, III, 304-305, 312
Dinamo-metamorfizm/dinamik başkalaşım, III, 313, 316-317, 492
Dinozorlar, soylarının tükenişi, 501
Diodorus, Sicilyalı, 32
Dirim, kökeni, 441-442, 499

Dirim, yerkürenin oluşumundaki rolü, 311, 424-425, 426-430, 436-437, 441-442, 451-452, 453-454, 498
Discours préliminaire (Cuvier), 484, 511
Discovery of Time (Toulmin ve Goodfield), 465, 535
Diyapir (sokulum)/diyapirizm, III, 335, 404, 409-410, 411, 494
Diyastrofizm, I, III, 286, 489
Diyorit, III, 299
Doell, Richard, 511
Doğalcı dinbilim, III, IV, 74, 202-203, 484. Ayrıca bkz. Fiziko-teoloji; Deizm
Doğrultu, IV, 166, 315
Doğrultu atımlı kırık (yırtılma), IV, 400
Doğrunun bağdaşıklığı kuramı, 368, 418, 459
Dokanak başkalaşımı, 305
Dokuchaev, Vasili, 428
Dolerit, IV. IX, 298-299, 299
Dolomit, IV, 307, 429, 478
Donegal, 336
Donovan, Arthur, 143, 513
Dott, Robert, 393, 467, 486, 488, 509, 510
Douglas, Norman ve Ngaire, 3, 514
Drifting Continents and Shifting Theories (Le Grand), 467, 524
Druse, IV, 307, 492
Du Rietz, Einar, 413, 514
Du Toit, Alexander, 383-384, 387, 405, 496
Dufrénoy, Pierre-Armand, 187, 514
Duhem, Pierre, 39, 41-42, 514
Dunn, Anthony, 510
Durağancılık [fixism], V, 272, 378, 380, 403-404, 405, 495
Dur-kalklı denge kuramı, IV, 485
Durocher, Joseph, 324, 514
Durumu (görünüşü) kurtarmak, IV, 361 Ayrıca bkz. Enstrümantalizm (araççılık)
Dutka, Jacques, 35, 514
Dutton, Clarence Edward, 240, 244, 246-247, 274-275, 277, 489, 492, 514
Dyson, Freeman, 500, 514

Earth (Jeffreys), 377, 404-405, 498, 522
Earth in Decay (Herries Davies), 468, 520
Earth Sciences History, 463
Edinburgh, 141, 146, 162, 173, 179, 300, 301-302, 312, 482
Edmonds, J. M., 482, 514
Egyed, Laszlo, 405, 408, 514
Eğim, 166
Eğretilemeler (/Metaforlar), 457
Eigen, Manfred, 500, 514
Eiszeit, bkz. Buz Devri
Eklojit, IV, 495
Eksik belirlenmiş kuramlar, IV, 228, 286, 369
Elements of Geognosy, (Jameson), 490, 522
Elie de Beaumont, Leonce, 187, 189, 223, 257-261, 264, 268-269, 403, 487, 514, 514-515
Ellenberger, François, 101, 464, 479, 515
Eltanin/Eltanin-19 profili, 402
Emerton, Norma, 468, 515
Engels, Friedrich, 501
Enstatit, IV, 432
Enstümantalizm, bkz. Araççılık
Entstehung der Alpen (Suess), 266, 426, 535
Enuma Elish, 13, 16
Eosen, XII, 181, 208
Eozoön, IV. 310-311, 426
Epikuros (Epikür), 20, 32, 33
Epoques de la nature (Buffon), 137, 509
Eratosthenes, 34-35, 39, 88
Ercker, Lazarus, 105, 515
Erdgeschichte (Neumayr), 387, 528
Eril ve dişi mineraller, vb.
Erozyon, bkz. Aşınma
Escher von der Linth, Arnold, 261-262, 378, 487, 488, 515
Eski Yunan Bilimi/Bilgisi, 18-23, 31-33, 471
Eski zaman kalıntıları (/antikalar), 85
Esmark, Jens, 486
Eş sarsıntı eğrileri, IV, 341-342
Etna, 16-17, 25, 26, 30-32, 45, 56, 57, 204-206, 214, 255-256, 485. Ayrıca bkz. *Aetna*
Etudes sur les glaciers (Agassiz), 223, 227, 505
Eukleides (Öklit), 99
Eustacy (Dott), 467, 514
Evans, J. W., 385, 515
Eve, Arthur, 217, 515
Evolution of Sedimentary Rocks (Garrels ve MacKenzie), 431-432, 433, 516

Evolution of the Igneous Rocks (Bowen), 329-330, 508
Evren (/Kozmos), 34, 37, 42, 68-69, 86, 362, 425, 475
Evrenbilim (/Kozmoloji), 92, 162, 408, 444
Evrendoğum (/Kozmogoni), 70, 92, 209, 444
Evrensel okyanus/oluşukları, 150, 153-155, 157, 172-173, 283
Evrim/evrimcilik/dönüşümcülük, 135, 208-209, 210, 211-214, 284-285, 415-416, 424, 485
Ewing, James, 345, 346, 515
Ewing, Maurice, 389, 402, 497
Exposition du système du monde (Laplace), 501, 524
Eyles, Victor, 165, 515

Fabric of Geology (Albritton), 463, 505
Faill, Rodger, 262, 515
Farey, John, 169-170, 173
Fasiyez, IV, 280, 489
Fasold, David, 473
Faul, Henry ve Carol, 464, 515
Fay(lar) bkz. Kırıklar
Feldispatlar, I, III, IV, V, VI, IX, X, XI, XII, 298-299, 303, 306, 327, 330, 334, 432, 491, 493, 499
'Felsik', XI, 491
'Femik', 328, 493
Ferrari, Graziono, 343-344, 349, 515
Feyerabend, Paul, 12, 456, 457, 515
Fiksizm bkz. Durağancılık
Finlandiya, 317, 493
Finlandiya Yerbilimsel Haritacılık Dairesi, 189, 317, 319
Fischer, A. G., 288, 515
Fisher, Osmond, 273-275, 308, 373, 496, 515
Fiziko-mitoloji, V, 17, 94, 97, 104, 175, 220
Fiziko-teoloji, V, 74, 79, 82, 85-86, 104, 123, 202, 209, 221, 460, 465
Flötz (Floetz) kayalar ve dağlar, V, VI, 116-118, 151, 180, 491
Fluviyalizm (/akarsucu yaklaşım), V, 222, 241
Flügel, Helmut, 496, 515
Foliyasyon (/yapraklanma [bantlılaşma]), V, 159, 303, 304-305, 306, 308, 313, 314, 315, 491
Forbes, James, 339-340, 344, 516
Fosil(ler), V, VI, 44, 54, 80-81, 82, 83, 84, 94-95, 109-110, 118-119, 125-127, 133-134, 154, 175-176, 198-199, 479, 483, 484, 485
Fosil, ağaç, 473
Fosiller (kavkılar), denize uzak tortullarda, 26, 43, 80, 94-95, 122, 133, 136
Fosiller, tabakaları belirleyici ayraç, 118-119, 168-169, 174-175, 183, 184-185, 198-199, 213-214, 308-309, 478, 481, 482. Ayrıca bkz. Smith, William
Fossils and Progress (Bowler), 467, 508
Foucault, Michel, 45, 149, 186, 302, 474, 481, 490, 516
Founders of Geology (Geikie), 158, 211, 294, 464, 516
Fouqué, Ferdinand André, 316, 516
Fourier, Jean Baptiste, 161-162, 516
Foyait, V, 325, 493
Frankel, Henry, 396, 496, 516
Fransa, 68, 111-114, 136-137, 159, 174, 175, 187, 189, 203, 255, 257, 259-261, 288, 297, 316
Frazer, James, 472, 516
Freiberg/Freiberg Akademisi, 63, 110, 141, 149-150, 166, 298, 301, 481
Fritscher, Bernhard, 469, 516
From Mineralogy to Geology (Laudan), 464, 468, 524
From Stone to Star (Allégre), 467, 505
Fuchs, Nepomuk von, 306-307, 516
Füchsel, Georg Christian, 94, 115, 116, 119-121, 153, 165, 177-178, 478, 481, 516

Gabro, V, 298-299, 322, 325, 495
Gahn, Johann Gottlieb, 107
Gaia (Lovelock), 437, 499, 525
Gaia/Gaia varsayımı, V, 91, 422, 431, 437-440, 442-443, 459-461, 472
Galapagos Adaları, 212
Galileo Galilei, 67
Galitzin, Boris, 349, 516
Galler, 169-170, 179, 181, 183-184, 193-195, 227-228, 262, 305
Gange-Gebürge, 116
Garnet, IV, 334
Garrels, Robert, 431-438, 441, 443, 500, 516
Gassendi, Pierre, 22, 69, 516
Gault kili, 199, 213
Gayrard-Valy, Yvette, 467, 516

Geçiş dizileri (kayalar için), V, 169-171, 180-181, 183, 491
Geçişli kırıklar, V, 399-402, 409
Geikie, Archibald, 158, 185, 189, 211, 230, 294-295, 308, 464, 479, 481, 485, 490, 492, 516
Geikie, James, 234, 516-517
Geinitz, Hans Bruno, 192
Genesis and Geology (Gillispie), 465, 517
Genetik kuramlar, yerküreye ilişkin, bkz. Yerküreye ilişkin genetik kuramlar
Geoffroy, Etienne François, 77-78, 517
Geological Section from London to Snowdon (Smith), 171, 534
Geologists and the History of Geology (Sarjeant), 463, 532
Geology in the Nineteenth Century (Greene), 465, 517
Gesner, Conrad, 46, 517
Gezegenimsi kuramı, V, 447-451
Gilbert, Grove Karl, 240, 243-245, 486, 487, 517
Gillipie, Charles, 163, 465, 517
Gillmor, Stewart, 468
Gilluly, James, 493, 517
Giovanni Arduino (Vaccari), 123, 469, 536
Glarus Kantonu (İsviçre), 487, 488
Gläser, Friedrich Gottlob, 166, 482, 517
Glen, William, 401, 454, 466-467, 501, 517
Glomar Challenger, 389
Gnays, II, V, VI, VIII, 151, 159, 198, 303-304, 305, 309, 310-311, 315, 493
Gnostisizm, V, 51
Goethe, Johann Wolfgang von, 149, 254
Gohau, Gabriel, 42, 464, 517
Golding, William, 500
Goldschmidt, Victor, 429
Gondvana, V, 372, 379, 383-384, 406, 410, 488
Goodchild, John, 493, 517
Goodfield, June, 465, 535
Gorshkov, Georgii Stepanovi, 358, 517
Gosselet, Jules, 488, 517
Gould, Stephen J., 75, 207, 208, 210, 260, 465, 467, 476, 485, 517
Gökbilimsel çevrimler, 41-42, 230-234, 235-237. Ayrıca bkz. Buzullaşma kuramı
Göktaşları, VII, 215, 452-453, 489
Gözlemlerin kuram-yüklülüğü (ya da çatışma-yüklülüğü), II, 192-195, 198, 227-228
Grabau, Amadeus, 278, 280-285, 489, 517
Granit, V, VI, 126, 144, 146, 148, 151, 159, 163, 166, 198, 254-255, 298, 299, 303-304, 305, 306-307, 314-315, 316, 317-318, 320, 321, 325, 327, 333-334, 335, 381, 430, 486, 491
Granite Controversy (Read), 321, 322, 531
Granitleşme, V, VI, VIII, 316
Granitsi damarlar, 147, 152, 307, 481
Granodiyorit, 325
Granülit, 313
Graptolitler, VI, 198, 488
Gray, Thomas, 345, 517
Great Chain of History (Rupke), 469, 532
Great Devonian Controversy (Rudwick), 466, 532
Great Geological Controversies (Hallam), 466, 519
Greene, Mott, 4, 16-17, 262, 273, 464, 465, 471, 472, 488, 517
Greenough, George Bellas, 157, 172-173
Greenly, Edward, 165, 484, 517
Gregor, B., 423, 518
Gregory XIII, Papa, 76
Gregoryen takvimi, 76
Griffith, Richard, 179, 187, 518
Griggs, David, 278-279, 284, 394, 518
Grinalit, VI, 432
Grinewald, Jacques, 423, 518
Grout, Andrew, 482
Grout, Frank, 335-336, 518
Grovak, VI, XI, 145
Growth of a Prehistoric Timescale (Berry), 466, 507
Grönland, 374, 419, 488, 497
Grundriss der Mineralogie (Mohs), 301, 527
Guettard, Jean-Etienne, 111-114, 119, 127, 165, 478, 482, 518
Guntau, Martin, 152, 465, 518
Gutenberg, Beno, 308, 352, 353-354, 356-357, 494, 518
Guthrie, William, 472, 518
Guyot, Arnold, 390, 497
Guyot'lar, VI, 390, 397, 497
Gümbel, Carl von, 189, 310-311, 518
Günahsız Biraderler, 38-39, 41

Güneş dizgesi, kökenine ilişkin kuramlar, 70-72, 75-76, 444-446
Güney Amerika, 187, 212, 257, 268, 304, 374, 413, 425, 496
Güney Amerika ve Afrika, kıyıların uyarlığı, 374, 398-399, 405, 487, 496, 497
Günöte, günberi noktalarının erkene kayışı, VI, 13, 37, 41-42, 86, 95, 229, 231-233, 236-237, 314, 474, 477, 494
Günz, Mindel, Riss ve Würm buzullaşmaları, 235, 237

Haarmann, Erich, 278, 519
Haast, Julius von, 192
Haber, Francis, 465, 476, 519
Hacking, Ian, 361, 457, 461, 495-496, 519
Hall, James, 263-264, 271, 272, 275, 487-488, 519
Hall, James (Sir), 160-161, 197, 519
Hallam, Anthony, 466-467, 488, 496, 519
Halstead, Beverly, 467, 519
Hamilton, Warren, 492, 519
Hamlet's Mill (de Santillana ve von Dechend), 12, 532
Handbuch der Mineralogie (Breithaupt), 301, 506
Haq Bilal, 287, 519
Hardenbol, Jan, 519
Harita yapımı, askeri/sömürgeciliğe ilişkin niteliği ya da bağlantıları, 179-181, 184, 187
Haritalar/harita yapımı, mineral ve taş-tabakaya ilişkin, 111-114, 119, 127-128, 129-130, 165-167
Haritalar/harita yapımı, topografyaya ilişkin, 111, 187
Haritalar/harita yapımı, yerbilimsel, 7-8, 119-121, 165-176, 178-196, 350, 426, 471, 481, 482
Harker, Alfred, 331, 491, 519
Harvey, William, 67
Hattori, I., 345
Haug, Emile, 270-272, 277, 488, 519
Haüy, Rene-Juste, 295-297, 298-299, 490, 519
Havuz (elementler havuzu), 435-436, 441
Havyar taş (/Oolit), VI, 482
Hays, James, 239, 519
Hedberg, Hollis, 479, 519
Heezen, Bruce, 389, 405, 497, 519-520
Heidegger, Martin, 496
Heim, Albert, 262, 266, 373, 378, 488, 520
Heirtzler, James, 402, 530
Hematit, VI, 432
Heckel, Philip, 489, 519
Henckel, Johann Friedrich, 62-63
Hennig, Willi, 416-417, 520
Henry IV (Shakespeare), 473
Henslow, John, 179, 484, 520
Herakleitos, 20, 21-22, 26, 472
Herculaneum, 33
Herodot, 26-27, 80, 520
Herries Davies, Gordon, 85, 179, 222, 224, 226, 227, 468, 483, 520
Herschel, John, 231, 486, 489, 520
Herschel, William, 445
Hersiniyen dağ-oluş, VI, 269, 289, 488
Hesiodos, 15-16, 472, 520
Hess, Harry, 384, 389, 396, 520
Heyne, Benjamin, 167
Hidrosfer, bkz. Suküre
Highlands (Kuzey İskoçya) tartışması, 185
Highlands Controversy (Oldroyd), 466, 529
Himalayalar, 225, 377, 379, 402, 411, 421
Hindistan, 29, 273, 350, 379, 402, 411, 488
Hindistan Haritası (Büyük), 273
Hindistan Yerbilimsel Haritacılık Dairesi, 191, 350, 488
Hipabisal kayalar, VI, 300
Hipojen kayalar, 304
Hipparkhos, 474
Hıristiyanlık, 14-15, 35-37, 73-74. Ayrıca bkz. Kutsal Kitap
Hırvatistan, 495
Histoire de la géologie (Ellenberger), 464, 515
Histoire naturelle [*Doğa Tarihi*] (Buffon), 137, 479, 509
'Historia terrae et maris' (Füchsel), 119-121, 516
Historical Survey of Petrography (Loewinson-Lessing), 468, 490, 525
History of Geology (Gohau), 464, 517
History of Geology and Palaeontology (Zittel), 464, 539
History of Geomorphology (Tinkler), 468, 535

History of the Study of Landforms (Chorley, Dunn ve Beckinsale), 467, 510
History of the Theory of Ore Deposits (Crook), 468, 511
Hochstetter, Ferdinand von, 188, 520
Hodge, Johathan, 211
Hoff, Karl ErnstAdolf von, 340
Hoffman, Friedrich, 107, 520
Holmes, Arthur, 217, 318, 382-383, 384, 496, 520
Holmes, William, 247
Holmquist, P. J., 320, 520
Holmyard, Eric, 474, 506
Homeros, 17
Hooke, Robert, 25, 43, 93-97, 103-104, 175, 477, 480, 481, 482, 496, 521
Hooker, Joseph Dalton, 499, 521
Hooykaas, Reijer, 221, 465, 521
Hopkins, William, 263, 278, 314-315, 347, 373, 521
Hornblend, IV, V, XI, XII, 298
Hot-blooded Dinosaurs (Desmond), 467, 513
Howarth, H. H., 501, 533
Howell, Benjamin, 384, 521
Howes, John, 132, 529
Hoyle, Fred, 498, 521
Hsü, Kenneth, 389, 467, 488, 495, 497, 521
Huggett, Richard, 454, 521
Hull, David, 418, 521
Humboldt, Alexander von, VI, VIII, 149, 230, 231, 257-258, 374, 425, 487, 521
Humboldt'çu bilim, VI, 425, 426
Humphries, Colin, 472
Hunt, Thomas Sterry, 307-311, 426, 431, 492, 521
Hunting the Past (Halstead), 467, 519
Huntington, Ellsworth, 285
Hutchinson, G. Evelyn, 429, 500, 521-522
Hutton kuramı, bkz. Yerküre, üstüne Hutton kuramı
Hutton, Donny, 336, 522
Hutton, James, XI, XII, 141-148, 151, 157, 197, 202, 203-204, 206, 221-222, 226, 241, 243, 245, 247, 260, 263, 267, 285, 297, 299-300, 302, 423, 465, 480, 481, 484, 485, 522

Ice Ages (Imbrie ve Imbrie), 468, 522
Ichor, VI, 318
Igneous Rocks and their Origin (Daly), 326, 512
Ihde, Don, 361-364, 522
Iliffe, Rob, 477, 522
Illustrations of the Huttonian Theory (Playfair), 241-242, 530
Imbrie, John ve Imbrie, Katherine, 223, 235, 468, 486, 522
Irons, James, 486, 522
Irvine, Neil, 403, 522
Irving, Edward, 391, 522
Işınetkinlik (/Radyoaktiflik), 217-218, 280-282, 372-373, 384, 433, 452-453. Ayrıca bkz. Yerkürenin yaşı
It Began with a Stone (Faul ve Faul), 464, 515

İbni Rüşt (Averroës), 37
İbni Sina (Avicenna), 37-38, 41, 474, 506
İkincil kayalar/dağlar, VI, 122, 124, 126, 133, 135-136, 181, 479
İklim/İklim değişiklikleri, 138-140, 207, 222-225, 229-230, 232-234
İktisadi Yerbilim Müzesi, 180
İlerlemecilik, 207, 209, 423
İlkel kayalar/dağlar, V, VI, 113, 128, 133, 135-136, 138, 144, 150-151, 303, 307, 478, 492
İlksel/ilkel okyanus, 114, 137-138, 150-151, 153, 258, 301, 306, 309
İnce kesitler, 312, 325
İndus dikişi, 411
İngiltere Yerbilimsel Haritacılık Dairesi/ İngiliz Yerbilimsel Haritacılık Dairesi, 179-181, 185-186, 189, 305, 313, 483
İrlanda, 187, 262, 336, 449, 488
İskandinavya, 153, 225, 318, 392, 488
İskoçya, 145, 153, 169, 179, 180, 184, 224, 312-313, 339, 480, 483, 488
İsveç, 107, 128, 255, 478
İsviçre, 222-223, 236, 261-262, 266, 378, 459, 474, 487
İtalya, 1, 98, 100, 103, 123, 129, 340, 344, 345, 476, 479
İzlanda, 323
İzostazi, 247, 274-275, 277, 282, 284, 373, 375, 377, 380, 385, 387, 390, 403, 489

Jacobs, J. A., 395, 522
Jaki, Stanley, 445, 465, 522

James Hutton (Dean), 469, 513
Jameson, Robert, 160, 301-302, 482, 483, 484, 490, 491, 522
Jamieson, Thomas, 227, 522
Japonya, 1, 188, 191, 192, 344-345, 347, 358, 359, 422, 501
Jeans, James, 500
Jedburgh, 145, 147
Jeffreys, Harold, 308, 354, 357, 366-368, 377, 382, 384, 396, 404-405, 413, 498, 522
Jeodezi, VI, 215-217, 273, 489
Jeognozi, VI, 153-154, 155-156, 158-159- 258-259, 481, 483
Jeokimya, bkz. Yerkimyası
Jeoloji, bkz. Yerbilim
Jeoloji, sözcüğün kökeni, 91, 437, 477
Jeomanyetik araştırmalar, 391-392, 394, 397-398
Jeomanyetik tersyüzler (yön değiştirmeler), VII, 238, 286, 392, 401-402, 497
Jeomorfoloji (Yerşekilleri bilimi), 238-251
Jeosenklinal(ler)/jeosenklinal kuramı, bkz. Yertekne/yertekne kuramı
Jevons, Frederick, 475, 522
Johns, R. K., 484, 523
Johnson, Markes, 280, 489, 523
Joly, John, 217, 281-283, 373, 382, 384, 499, 523
Jones, Jean, 480, 523
Jordan, Pascual, 405, 523
Journal of Geophysical Research, 398
Juan de Fuca Sırtı, 401
Judd, John, 169, 523
Jukes, Joseph Beete, 181
Juncker, Joachim, 62-63
Jura, VII, VIII, XII, 168, 181, 198, 213, 269, 386-387, 485
Jura Dağları, 223
Jülyen takvimi, 75-76

Kaledoniyen dağ-oluş süreci, VII, 269, 289, 488
Kalıntı mıknatıslanma, VII, 286, 390-391, 394, 398, 486
Kalıcılıkçılık, bkz. Permanentizm
Kalkan alanlar, VII, 335, 308, 380, 395. Ayrıca bkz. Kraton
Kalsit, VII, 296, 312, 432, 490-491, 492
Kalsiyum karbonat, I, VII. Ayrıca bkz. Aragonit; Kalsit; Kireçtaşı
Kambriyen, II, V, VII, IX, 181, 184-185, 209, 213, 218, 269, 422, 485
Kambriyen/Siluriyen anlaşmazlığı, 182-185, 466
Kanada, 159, 225, 308, 309, 374, 392, 394
Kanada Yerbilimsel Haritacılık Dairesi, 190
Kanarya Adaları, 255, 256
Kant, Immanuel, 339, 444, 453, 500, 501, 523
Kanyon profilleri, 244-247
Kara köprüleri, 139, 227-228, 387, 413-414. Ayrıca bkz. Biyocoğrafya; Kıstak bağlantıları
'Kara kutu'lar, 350, 365, 459, 497
Karadeniz, 35
Karbon çevrimi, 435-436, 443, 500
Karbon izotop oranları, 436, 500
Karboniferi, III, VII, X, 180-181, 257, 436, 486
Karşılıklılıklar (öğretisi), 40, 46, 474
Kay, Marshall, 265, 523
Kaya havzaları, ve onların oluşumu sorunu, 226
Kayabilim (/Petroloji), X, 291, 306, 490
Kayağantaş (/marn/sleyt), III, 303, 304-305
Keferstein, Christian, 121, 523
Kelvin, Lord, bkz. Thomson, William
Kendrick, Thomas, 338, 523
Kent arazisi, 214
Kentmann, Johannes, 474
Kepler yasaları, 87, 477
Kesitler, yerbilimsel, 100, 112-114, 116, 120, 129, 171, 177, 242, 478-479
Kıstak bağlantıları, 385-388, 392-393, 405, 479, 497, 498. Ayrıca bkz. Biyocoğrafya; Kara köprüleri
Kıtalar, eklenmeyle büyüme, 393, 395, 421-422
Kutupların devinimi (gezinmesi), 94-96, 391-393, 419-420
Kıtaların kayması, VII, X, 239, 272, 283, 284, 359, 371, 374-379, 382-386, 387, 391-393, 396, 404-405, 486, 496. Ayrıca bkz. Devingencilik; Tabla tektoniği
Kimyasal çözümleme, 105
Kimyasal evrendoğum, 59-63
Kimyasal sınıflandırma, kayalar ve mineraller, 292-293, 294-295, 300-302, 490

Kimyasal yerbilim, VII, 308-311, 426, 431-432
King, William, 310, 523
Kingsley, Charles, 484
Kircher, Athanasius, 28, 48, 56, 68, 122, 161, 523
Kireçli toprak, 63, 106
Kireçtaşı, VII, 126, 127-128, 151, 160, 303, 307, 309-310, 426, 429, 435-436, 439-440, 476
Kirk, Geoffrey, 472, 523
Kirwan, Richard, 152, 220, 523
Kladistik, VII, 416
Klaproth, Martin, 108
Klasik dönem (Foucault), 149, 302
Klorit, VII, 432
Knott, Cargill, 345, 351
Koehne, Wilhelm, 187, 484, 523
Kondritler, VII, 453
Konveksiyon, bkz. Yerküre içindeki konveksiyon akımları
Kosmos (Cosmos) (Humboldt), 230, 425, 487
Kozmogoni, bkz. Evrendoğum
Kozmoloji, bkz. Evrenbilim
Kozmos, bkz. Evren
Köken merkezleri kuramı, 415
Kömür, VII, 128, 138, 151, 298, 429, 433, 435-436
Köpekbalığı dişleri, 98-99
Köppen, Wladimir, 237, 239
Krakatoa, 16
Kraton, VII, 265-266, 392-393. Ayrıca bkz. Kalkan bölgeler
Kretase, VII, VIII, XII, 181, 182, 199, 213-214, 269, 288
Kristaller/Kristalbilim (/Kristalografi), 77-79, 99-101, 294-297, 490. Ayrıca bkz. Sınıflandırılma, kristaller
Kristallerin sınıflandırılması, bkz. Sınıflandırma, kristaller
Kronos, 16, 472
Kuhn, Bernard, 222
Kuhn, Thomas, 33-34, 154, 159, 265, 274-275, 371-372, 467, 471, 496, 523
Kukla, George, 238
Kurak bölge topografyası, 245
Kurze Klassifikation (Werner), 150, 481, 537
Kutsal Kitap, Kutsal Kitap'a göre Zaman çizelgesi/ Süredizin, VIII, 14-15, 23, 24-25, 29, 36-37, 39, 59, 73-76, 87, 103-104, 110, 122-123, 142, 200-201, 476, 479
Kuvars/kuvars kayası, III, V, VII, 60-61, 106, 151, 298-299, 303, 306, 309, 334, 490, 491, 493, 499. Ayrıca bkz. Silika
Kuvaterner kayaları/tabakaları/ devri, VII, 124, 181
Kuyrukluyıldız(lar), 134, 137, 444, 500
Kükürt izotop oranı, 435
Kükürt, çevrimi, 432-433, 435, 443, 500
Küresel burkulma, Carey kuramı, 409-412

La Condamine, Charles-Marie, 88
La géochimie (Vernadsky), 428-429, 536
Lacroix, Alfred, 316
Lactantius, Firmianus, 36
Lakatos, Imre, 407, 523
Lakolit(ler), VII, 245, 486, 487
Lamarck, Jean Baptiste, 423-425, 523-524
Lambert, Johann Heinrich, 486
Lamont Laboratuvarı, 389, 404, 405
Landeck, 254
Landes, Kenneth, 392, 524
Langenheim, Ralph, 489, 524
Lapides sui generis, 80
Laplace, Pierre Simon de, 161-162, 444-446, 451-453, 500-501, 524
Lapo, A. V., 469, 499, 524
Lapworth, Charles, 181, 185, 313, 492, 524
Larochelle, A., 401, 527
Latour, Bruno, 466, 524
Laudan, Larry, 467, 524
Laudan, Rachel, 155, 170-171, 464, 468, 496, 524
Lav, 212, 114-115, 203-204, 255-256, 298-300, 478. Ayrıca, bkz. Bazalt; Etna; Magma; Yanardağ(lar)
Lav gölleri, üstüne Hopkins kuramı, 314-315, 373, 492
Lavoisier, Antoine Laurent, 105, 108, 112-114, 165, 175, 424, 478, 524
Lavrasya, VII, 383-384, 406, 410, 496
Lavrensiyen, 308, 309, 496
Lawrence, Philip, 481, 524
Le Fèvre, Nicholas, 50-51, 524
Le Grand, Homer, 467, 496
Le Mascrier, Jean Baptiste, 135
Le Pichon, Xavier, 389
Le Roy, Edouard, 427, 499
Leclerc, Georges-Louis, bkz. Buffon, Comte de

Lees, George, 392, 524
Legends of the Earth (Vitaliano), 464, 537
Lehmann, Inge, 354-355, 360, 366, 494, 524
Lehmann, Johann Gottlob, 94, 116-118, 128-129, 153, 177, 478, 479, 481, 524
Lehmann, Johannes Georg, 313, 524
Lehrbuch der Mineralogie (Naumann), 493, 528
Leibniz, Gottfried Wilhelm, 132-134, 137, 139, 161, 162, 355, 476, 479, 524-525
Leonardo da Vinci, 43-45, 476, 478, 525
Lerman, Abraham, 436, 500, 516
Lettres sur les roches de Jura (Marcou), 386-387, 526
Leukippos, 20
Leverett, Frank, 235
Leybenzon, Leonid, 352
Lhwyd, Edward, 81, 85, 525
Life as a Geological Force (Westbroek), 467, 538
Limnolojik itiraz, VIII, 226
Linnaeus, Carolus (Linne, Carl von), 99, 292-294, 478, 481, 490, 525
Lister, Martin, 80, 85, 94, 525
Litoloji (Taşbilim), VIII, 479
Litoloji, harita yapımının temeli olarak, 165-167, 171
Litosfer, bkz. Taşküre
Lizbon depremi, 338
Loewinson-Lessing, F. Y., 468, 490, 493, 525
Logan, Robert, 18, 525
Logan, William, 310
Loksodromizm, VIII, 257
London Encyclopaedia, 302-303, 491, 506
Londra Yerbilim Topluluğu, 157, 172, 174, 175, 182, 392, 482
Lonsdale, William, 181
Lord Kelvin and the Age of the Earth (Burchfield), 465, 509
Lossen, Karl, 313, 525
Love dalgaları, VIII, 494
Love, Augustus Edward, 525
Lovelock, James, V, 431, 437-440, 442-443, 459-461, 499, 500
Lös, VIII, 198, 297, 486
Lucan, 33
Lucilius, 31
Lucretius, 30, 32, 33, 472, 525
Ludwig, C., 493, 525
Lugeon, Maurice, 378, 525
Lugg, Andrew, 228, 525
Lyell, Charles, IX, 62, 197, 202-210, 221, 224-225, 228, 255-256, 260, 261, 263, 267, 285, 304, 334, 372, 385, 430, 444, 464-465, 475, 479, 485, 487, 525
Lyell, çevresel belirlenimcilik, 207
Lyell, Darwin üzerinde etkisi, 208-209, 210-212
Lyell, iklim değişikliği kuramı/buzullaşma olgusu, 207, 224-225, 228
'Lyell on Etna' (Rudwick), 485
Lyell, tabakabilimsel dikme kesit, 181, 208
Lyell, tekdüzenlilik, 125, 205-209, 215, 216
Lyell, Tersiyer'in altbölümleri, 181, 208
Lyell ve başkalaşım, 297, 304
Lyell ve Etna, 204-205, 214, 255-256, 485
Lyell, Katherine, 261, 525

Macchina della terra (Morello), 464, 527
Macculloch, John, 179-180, 192, 526
Macelwane, J. B., 355-356, 526
Mackenzie, Frederick, 431, 526
MacLaren, Charles, 227, 526
Maclure, William, 167, 187, 526
Madde kuramı, 18-22, 472, 476, 490
Madencilik, 29, 104-105, 108-109, 110-111, 120-121, 129-130, 134, 148-149, 479
Mafik (demir ve magnezyum içerikli), VIII, X, XI, 229, 327, 420
Magma/magmacılar/magmacılık, VIII, 143-144, 148, 159, 163, 260-261, 263, 266, 298-300, 305-307, 314, 316, 317-318, 321, 322, 323-324, 330-336, 399, 403, 408-409, 423, 426, 430, 433
Magmacılık/magmacı, VIII, 322, 333-334
Magma ayrımlaşması, VIII, 323, 324, 325, 331, 334, 493
Magma sokulumu (/oyuntusu/oyulgusu/özümlemesi), VIII, IX, 327, 333, 380, 493
Making of Geology (Porter), 466, 530
Makrokozmos/Mikrokozmos benzeşimi, 44, 67, 142-143, 423
Mallet, Robert, 340-342, 390, 494, 526
Malta, 98
Mandeville, Desmond, 474, 506
Manilius, 33

Manto, bkz. Yerküre, mantosu
Maples, Christopher, 489, 509
Marain, Jean Jacques Dortous de, 137
Marcou, Jules, 386-387, 526
Marduk, 13-14, 456
Marggraf, Andreas Sigismund (Siegmund), 63, 107, 526
Margulis, Lynn, 431, 437
Mark, Kathleen, 488, 526
Mars, 440
Marsh, Bruce, 335, 526
Marsilius, Inghen'li, 43
Martin, Benjamin, 477
Marvin, Ursula, 467, 496, 526
Massif Central (Fransa), 1, 114, 203, 255
Mason, Ronald, 394, 526
Mason, Shirley, 463, 526
Mass-extinction Debates (Glen), 466, 517
Mather, Kirtley, 463, 526
Mather, William, 487
Matthew, William Diller, 285, 526
Matthews, Drummond, 397-398, 399, 401, 497
Maupertuis, Pierre, 88
Maxwell, A. E., 389, 531
McCartney, Paul, 179, 525
McConnell, Anita, 343, 525
McIntyre, Donald, 511
McKenzie, Frederick,
McKenzie, Judith, 527
McKerrow, W. S., 489
McMahon, David, 481, 526
Meaning of Fossils (Rudwick), 467, 532
Meissen, 63, 106
Mekanik Felsefe, VIII, 68-69, 75-76, 103-104, 476
Melville, C., 494, 526
Menard, William, 389, 397, 467, 497, 526
Mendeleyev, Dimitri, 428
Mercanlar, mercan kayaları/adaları, 211-212, 238, 425, 440, 485, 488, 498
Mermer, 160, 305, 478
Merriam, D. F., 478
Merrill, George, 192, 484, 526
Mezozoik, II, VI, IX, 118, 124-125, 181, 271, 420, 479. Ayrıca bkz. İkincil kayalar/dağlar
Messene'li Euhemeris, 477
Metamorphoses (Ovid), 25-26, 96, 529
Metasomatizm (başkalaşma), VIII, 320, 492
Meteorlar, bkz. Göktaşları
Meteorologica (Aristoteles), 28, 41, 51-52, 54, 474, 506
Metrodorus, 32
Meyerhoff, Arthur ve Howard, 404, 526
Michell, John, 339, 527
Michel-Levy, Auguste, 316, 317, 516, 527
Migma/Migmacılık/Migmacılar/Migmatit/ Migmalaşma, IX, 163, 311, 316-321, 322, 332, 333-334
Mika, III, V, IX, 298, 303, 306, 327, 491, 499
Mikroskop ve kayabilim (/petroloji), III, IX, 311-313, 492
Milankoviç, Milutin, 236-239, 287, 288, 527
Milne, John, 345, 347, 365, 494, 527
Milton, Richard, 484, 527
Mineralbilim (/mineraloji), 289, 291-292, 424. Ayrıca bkz. Minerallerin büyümesi/oluşum kuramları
Minerallerin büyümesi/oluşum kuramları, 28, 37-39, 51-52, 54-55, 59-61, 68-69, 77-79, 99-100, 292-295, 296-297, 299-301, 309-310, 323-324, 328-332. Ayrıca bkz. Kristaller/Kristallografi
Minerallerin dış özellikleri, 149-150, 292-293, 294-295, 300, 301-302
Minerallerin sınıflandırılması, bkz. Sınıflandırma(lar), mineraller
Mineralia (Albertus Magnus), 51, 505
Minos Uygarlığı, 16
Miscellaneous Discourses Concerning the Dissolution and Changes of the World (Ray), 81, 531
Mısır, 26, 298, 473, 481
Mit[masal/söylence](ler), V, IX, 4, 7, 8-18, 22-27, 28, 97, 132, 175, 409, 410-411, 455-459, 471, 472, 477, 501
Miyosen, XII, 181, 182, 208
Mobilizm, bkz. Devingencilik
Mohole projesi, 361, 495
Mohorovicic, Andrija, 355-356, 365, 495, 527
Mohorovicic süreksizliği, XIII, 356, 357-358, 390, 397, 495
Mohs, Friedrich, 301, 491, 527
Mohs'un sertlik basamakları, 301, 491
Molécules/particules intégrantes, 79, 296-297, 490-491

Mollan, Charles, 179, 520
Monnet, Antoine-Grimoald, 112
Montefiore, Hugh, 442, 527
Moore, Raymond, 286, 527
Morello, Nicoletta, 464, 527
Morley, Lawrence, 398, 401, 527
Moro, Antonio Lazzaro, 122-123, 479, 527
Moulton, Forest, 446, 452, 527
Mrazec, L., 494, 527
Mundus subterranea (Kircher), 56-59, 523
Murchison, Roderick, 181, 182-186, 187, 188, 214, 483, 527-528
Murphy, Brendan, 420-421, 499, 528
Musa yerbilimi, VIII
Muskovit, VIII. Ayrıca bkz. Mika
Müller, Daniel, 466, 527
Müslüman dünyası/Müslümanlar, 35, 37-39, 55, 188
Myers, Bradley, 492, 519

Nabız atışları kuramı, bkz. Yerküre, 'nabız atışları' kuramı
Nance, Damian, 420-421, 499, 528
Napoli, 167, 204, 340
Napoli Depremi, 340-341
Natural History [*Doğa Tarihi*] (Plinius), 33, 45, 530
Natural History of Oxfordshire (Plot), 83-84, 530
Natural Knowledge in Preclassical Antiquity (Greene), 464, 517
Natural Law and Divine Miracle: the Principle of Uniformity in Geology, Biology and Theology (Hooykaas), 465, 521
Nature, 398
Nature of the Stratigraphical Record (Ager), 468, 505
Naumann, Karl (ya da Carl) Friedrich, 192, 493, 528
Neandertal İnsanı, 210
Necker, Louis Albert, 179, 528
Needham, Joseph, 338, 528
Nefelin, VIII
Nelson, Gareth, 417, 528
Nelson, T. H., 538
Nelson, W. John, 489
Neptüncülük/Neptüncü(ler), IX, 148, 154, 157-159, 254-255, 297, 306, 324. Ayrıca bkz. Yerküreye ilişkin Werner kuramı; Yeni-Wernercilik/Yeni-Neptüncülük
Neuchâtel, 223, 378
Neumayr, Melchior, 387, 488, 528
New Text-book of Geology (Dana), 487-488, 512
Newton, Isaac, 22, 67, 82, 85-86, 94, 104, 137-138, 139, 205-206, 476, 477, 485, 528
Nicol, William, IX, 312, 528
Nicol Prizması, III, IX, X, 312, 492
Nicolson, Marjorie Hope, 254, 528
Nil, 26, 34
Nitelik-katıcı (/Özellik-katıcı) ilkeler, XII, 55, 62, 68, 295, 475
Niyagara Çağlayanı, 214, 485
Normal kırık (fay), IX, 400
North From the Hook: 150 Years of the Geological Survey of Ireland (Herries Davies), 468, 520
Novalis ya da Hardenberg, Friedrich von, 149
Nuh'un Gemisi, 23, 26, 74, 472-473

O'Brien, Charles, 310, 528
Obsidyen, bkz. Volkan camı
Ocean of Truth (Menard), 467, 526
Oedipus chymicus (Becher), 59, 506
Ofitik doku, IX
Ojit, II, IV, V, IX, 298, 327
Oksijen, havakürede özgür, 432
Okyanus akıntıları, 135
Okyanus-ortası sırtları, 390, 392, 396, 397-398, 399, 400, 409
Oldham, Richard, 191, 350, 365, 494, 528
Oldroyd, David, 45, 55, 96-97, 107, 128, 132, 145, 182, 185, 193, 339, 404, 466, 471, 475, 476, 477, 478, 482, 528-529, 539
Oligosen, XII, 181
Olivin, II, IV, V, VII, IX, X, 327, 453, 493
Oluşuk(lar)/formasyon(lar), IX, 154, 156, 174
Omalius d'Halloy, Jean Baptiste d', 181, 529
On Purpose (Birch), 442, 507
Oolitik kireçtaşı, bkz. Havyar taş
Oparin, Alexandr Ivanovich, 500, 529
Opdyke, Neil, 420, 529
Opticks (Newton), 476
Orbigny, Alcide d', 187
Order of Things (Foucault), 45, 149, 186, 516

Ordovisiyen, V, IX, X, XI, 181, 185, 483, 488
Oreskes, Naomi, 377, 496, 529
Oresme, Nicholas, 42
Origin of Life (Oparin), 500, 529
Origin of Species (Darwin), 213, 214, 512
Origin of the Earth (Chamberlin), 446, 510
Origins of Life, 500
Origins of the Science of Crystals (Burke), 468, 509
Orojeni bkz. Dağ-oluş
Oroklinal, IX, 498
Ortaçağ, 37-38, 67, 362-363
Ospovat, Alexander, 159, 529
Ospovat, Dov, 485, 529
Our Wandering Continents (Du Toit), 383-384, 514
Ovidius, 25-26, 29, 32, 96, 221, 473, 529
Owen, Hugh, 498, 529
Oxford, 81, 96, 169, 203, 482, 484
Oxford Üniversitesi Basımevi, 476
Oynak başkalaşım [Dislocation metamorphism], 313
Oyulgu (/oyuntu/sokulum/özümleme), VIII, IX, 327, 333. Ayrıca bkz. Magma sokulumu (oyuntusu/oyulgusu/özümlemesi)

Öhemerizm [Euhemerism], IX, 97
Ön-alan ve arka-alan, IX, 267-268
Öncel akaçlama, 26-27, 243, 245-246, 249-250, 473
'Örtülü bilgi', 360, 362, 471
Östazi, IX, 269, 280-289, 486. Ayrıca bkz. Deniz düzeyi değişmeleri
Ötektik nokta/ötektik karışımlar, IX, 329-331
Özler, 55

Page, Leroy, 221, 529
Paisley, Peter, 31, 529
Paleetiyolojik bilim, IX, 6
Palassou, Pierre Bernard, 166, 529
Paleomanyetizma, 286-287, 397-398, 401-402, 407-408, 419-420. Ayrıca bkz. Kalıntı mıknatıslanma
Paleontoloji, IX
Paleozoik, II, VII, X, XI, 118, 124-125, 181, 281, 479, 485
Pallas, Peter Simon, 125-128, 130, 479, 489, 529
Pallasit, X, 283, 489
Palmieri, Luigi, 343, 530
Panama Kıstağı, 385, 414
Panenteizm, 442
Pangaea, X, 283, 375-376, 383, 406, 408, 417, 420
Panteizm, 442
Panthalassa, X, 420-421
Pantokrator, X, 39-40
Paracelsus (Hohenheim'lı Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus), 47-48, 59, 460, 475, 530
Paris Gözlemevi, 111
Paris/Paris bölgesi, yerbilimsel tarihi, 156, 174-175
Parmenides, 20-22
Pasifik, bkz. Büyük Okyanus
Penck, Albrecht, 235-236, 238-239, 530
Peneplen, bkz. Yontukdüz
Peridotit, VII, X, XI, 299, 325, 453, 495
'Permanentizm' (kalıcılıkçılık)/'Fiksizm' (durağancılık), X, 272, 276, 372, 385, 387, 404-405
Permiyen, X, XII, XIII, 181, 199, 419-420, 436, 481, 483
Permiyen buzullaşması, 228-229, 233, 419-420
Perraudin, Jean-Pierre, 222, 486
Perrey, Alexis, 340
Perry, Edward, 433-435
Petersburg, 116, 125
Petrografi, X, 291, 297, 490
Petrojenez, X, 298-299, 303, 304-334
Petroloji, bkz. Kayabilim
Petrunkevich, Alexander, 429
Pettijohn, F. J., 489
Phaedo (Platon), 27, 530
Phillips, John, 169, 181, 479, 482, 530
Philosophical Magazine, 230
Philosophy of Geohistory (Albritton), 463, 505
Physica subterranea (Becher), 59-61, 506-507
Physics of the Earth's Crust (Fisher), 274, 496-497, 515
Pierre d'Ailly, 43
Pindaros, 33
Pireneler, 166
Pirit, X, 432, 435-436, 479
Piroksen, I, II, III, IV, VII, IX, X, XII, 299, 327, 334, 453, 493
Pirotechnia (Biringuccio), 105, 507
Pythagoras, 25-26

Pitcher, Wallace, 336, 530
Pitman, Walter, 402, 530
Plajioklaz, X
Plastik özellik (/süneklik), 80
Platnick, Norman, 417, 528
Platon (/Eflâtun), 27, 30, 32, 221, 285, 475, 530
Platonculuk, 36, 47, 61
Playfair, John, 197, 203, 241, 245, 247, 484, 530
Pleyistosen, VII, X, 181, 228, 238
Pleyistosen buzullaşması, 228, 233, 234-236, 237-239, 419
Plimer, Ian, 474
Plinius, Genç, 33, 530
Plinius, Yaşlı, 31, 32, 33-34, 45, 46, 98, 104, 298, 530
Pliyosen, XII, 181, 208
Plot, Robert, 80, 83-84, 94, 530
Plotinos, 473
Plütonculuk/plütoncu(lar), X, 122-123, 297, 309, 325-327
Poisson, Simeon Denis, 231, 486
Polanyi, Michael, 360, 530
Polarize ışık mikroskobu, III, IX, X, 312, 492
Pompei, 33
Popper, Karl, 18, 159, 471, 472, 530
Porfir, X, 126, 151, 298, 303
Porter, Roy, 208, 466, 508, 530
Pott, Johann Heinrich, 63, 106, 530
Powell, John Wesley, 240-243, 250, 530
Pozitivizm, X, 264-265
Pozzuoli, 204, 207, 488
Pratt, John Henry, 273, 530
Prekambriyen, I, II, VI, X, 181, 193, 217, 306, 309-310, 419, 428, 432, 439, 483
Prentiss, Joseph, 143, 513
Prévost, Constant, 125, 487, 530
Principia (Newton), 138, 205-206, 528
Principia philosophiae (Descartes), 69, 513
Principles of Geology (Lyell), 205, 210, 211, 224, 297, 304, 444, 484, 525
Probierbüchlein, 104, 478, 534
Prodromus [Önsöz] (Steno), 99, 102, 104, 477, 534
Progress and its Problems (Laudan), 467, 524
Propilit, XI, 324, 493
Protestanlık, 73-74, 75-76
Protogaea (Leibniz), 133, 137, 479, 524-525
Ptolemaios (/Batlamyus), IV
Puy de Dôme, 255
Püskürük kayalar, II, VII, 114-115, 123, 295-296, 297-302, 318-320, 326-327, 491. Ayrıca bkz. Bazalt; Granit; Magma; Yanardağ(lar)
Püskürük kayalar, oluşum sırası, 151, 302-304, 323-327, 328-335
Pyne, Stephen, 247, 530

Quaestiones naturales (Seneca), 29, 533

Radice, Betty, 530
Radyoaktiflik, bkz. Işınetkinlik
Raff, Arthur, 394, 526
Raisin, Catherine, 193-195, 508
Raleigh dalgaları, XI, 494
Raleigh, Walter, 75, 476, 530
Ramsay, Andrew, 226, 530
Rankin, G. A., 533
Rappaport, Rhoda, 112, 478, 530-531
Raven, John, 472, 523
Ray, John, 81-82, 220, 531
Rayleigh, Lord, bkz. Strutt, John
Read, Harold Herbert, 321, 322, 332, 466, 493, 530, 531
Réaumur, René Antoine de, 78, 531
Rebeur-Paschwitz, Ernst von, 347, 531
Reform, 37, 73
Reinhardt, Olaf, 339, 531
Reliquiae diluvianae (Bukland), 484, 509
Report on the Geology of the Henry Mountains (Gilbert), 486, 517
Réseau pentagonal (pentagonal ağ), Elie de Beaumont'un kuramı, 260-261, 268-269
Revelle, Roger, 389, 531
Revolution in the Earth Sciences (Hallam), 467, 519
Révolutions de la mer (Adhémar), 229, 505
Rhythm of the Ages (Grabau), 280, 517
Richter, Charles Francis, 357, 518
Richthofen, Ferdinand von, 188, 324-325, 493, 531
Ristoro d'Arezzo, 39, 41, 51, 474, 531
Riyolit, XI, 299, 324-325, 333
Road to Jaramillo (Glen), 467, 517
Robinson, Andrew, 477, 488, 507
Roeder, D. H., 538
Roger, Jacques, 137, 469, 479, 531
Rogers, G. S., 494, 531
Rogers, Henry, 190, 262, 266, 312, 531

Rogers, William, 190, 262, 266, 531
Rohault, Jacques, 77, 531
Romantizm (duyguculuk), 254, 425
Romé d'Isle, Jean Baptiste, 101, 295, 490, 531
Ronov, A. B., 500, 531
Rosen, Donn, 417, 528
Rosenbusch, Heinrich (Harry), 317, 325, 327, 532
Rossi, Paolo, 465, 532
Rothé, E., 494, 532
Rouelle, Guillaume François, 113
Rousseau, Jean-Jacques, 254
Rowney, Thomas, 310, 523
Rönesans, 43-47, 103-104, 362, 460, 478
Rudwick, Martin, 8, 157, 181, 204, 208, 211, 466, 467, 483, 485, 491, 532
Runcorn, Stanley Keith, 390-393, 532
Rupke, Nicolaas, 469, 484, 532
Rusya, 403-404
Rutherford, Ernest, 217, 218, 532
Rutten, M. G., 399

Saat düzeniyle çalışan evren, 68
Safranov, U. S., 450
Saksonya, 141, 148, 153-154, 158, 166, 172, 313
Salgılar (kuramı), 53
'Salik' malzeme, XI, 328, 493
Salisbury, Rollin, 446
Sanayi Devrimi, 178
Santillana, Giorgio de, 12, 532
Santorini (/Thera), 16, 144, 472
Sarjeant, William, 463
Sismik/sismik dalgalar (/sarsıntı dalgaları), VI, XI, XII, 339, 342-344, 347, 350-358, 359
Sarton, George, 484, 532
Sartorius von Waltershausen, Wolfgang, 323-324, 532
Satürn, 445
Saussure, Horace Benedict de, 254, 261, 477, 480
Scenes from Deep Time (Rudwick), 197, 532
Schardt, Hans, 378
Scheele, Carl Wilhelm, 107, 532
Scheidt, Christian, 134
Schidlowski, M., 500, 532
Schimkat, Peter, 484
Schimper, Karl, 223
Schneer, Cecil, 463, 533
Schröter, Johann Samuel, 121, 533
Schuchert, Charles, 265, 387, 393, 395, 422, 533
Schwarzbach, Martin, 469, 533
Schweig, Max, 493
Schwinner, Robert, 382, 533
Science and Creation (Jaki), 465, 522
Science in Action (Latour), 466, 524
Scientific Reinterpretation of Form (Emerton), 468, 515
Scott, H. I., 487, 533
Scripps Institute, 389, 404, 496
Scrope, George Poulett, 197, 203-204, 206, 305, 317, 485, 533
Secord, James, 184, 466, 483, 533
Sederholm, Jacob Johannes, VI, 316, 317-318, 320, 333, 483, 533
Sedgwick, Adam, 174, 181, 183-184, 208, 254, 484, 487, 498, 533
Seismological Journal of Japan, 345
Seller/Nuh Tufanı/Tufanlar, III, 13, 23-25, 26-27, 41, 76-77, 78-79, 80-83, 101-104, 117, 134, 172, 202, 208, 219-221, 472-473, 476, 484. Ayrıca bkz. Ani yıkım/ani yıkımcılık
Seneca, 29, 31-32, 33, 473, 533
Senklinal, bkz. Yerteknesel
Serapis Tapınağı, 204, 488. Ayrıca bkz. Pozzuoli
Serpantin, 126, 151, 302-303
Shackleton, N. J., 519
Shakespeare, William, 473, 484
Shapley, H., 501, 533
Sheets of Many Colours: The Mapping of Ireland's Rocks (Herries Davies), 468, 520
Shepard, Charles, 302, 533
Shepard, Francis, 286
Shepherd, E. S., 493, 533
Shmidt, Otto, 450-453, 501, 533-534
Short History of Vertebrate Palaeontology (Buffetaut), 467, 509
Sial, XI, 283, 377, 380, 396, 489
Siccar Sivrisi, 145-146, 197
Sicilya, 25, 30, 204
Siderit, XI, 432
Sidney, 246, 249, 314, 486
Siegfried, Robert, 513
Silis/Silisyum dioksit, I, XI, 63, 106, 299, 300-301, 328, 334, 432. Ayrıca bkz. Kuvars
Siluria (Murchison), 184, 527

Silurian System (Murchison), 184, 527
Siluriyen, V, IX, X, XI, 145, 181, 183-184, 185, 198, 213, 259
Sima, XI, 283, 377, 379, 380, 396, 489
Sınıflandırma/Sınıflandırmalar, VII, 38, 52-53, 54-55, 149-150, 292-295, 299, 480-481, 490
Sınıflandırmalar, kayaları, 54-55, 295-300, 302-304, 491
Sınıflandırmalar, kristalleri, 78-79, 292-297, 490
Sınıflandırmalar, minarelleri, 38, 52-53, 54-55, 85, 149-150, 292-296, 300, 301-302
Sınıflandırmalar, toprakları, 52-53, 54-55, 104-106
Sisco, A. G., 534
Sismik tabakabilim, 286, 288, 390, 489-490
Sismograf, bkz. Depremyazar
Sismoloji, bkz. Deprembilim
Sıvı ayrılması (zeytinyağı gibi), XIII, 324, 325-326
Siyenit, XI, XII, 151, 198, 298, 299, 302, 473, 493
Sleyt, bkz. Kayağantaş (/marn)
Sloss, Lawrence, 289, 534
Smith, C. S., 534
Smith, William, 168-174, 178-179, 187, 199, 308, 482, 534
Snider-Pellegrini, Antonio, 374, 534
Socolow, Arthur, 484, 534
Sohon, F. W., 356, 526
Sokrates-Öncesi düşünürler, 18-22, 472
Sokulma (sokulum), bkz. Diyapir
Sorby, Henry Clifton, 312, 534
Soret, Charles, 326, 493, 534
Soret ilkesi, XI, 326, 329, 493
Source Book in Geology (Mather ve Mason), 463, 526
Spengler, Oswald, 489
Sproul, Barbara, 14, 471, 534
Stafford, Robert, 184, 186, 534
Stahl, Georg Ernst, 62, 68, 475
Stegagno, Giuseppe, 125, 478, 534
Steno, Nicolaus, 80, 93, 97-104, 118, 121, 134, 143, 154, 293, 297, 477-478, 480, 490, 534
Stewart, John, 496, 534
Stille, Hans, V, 265, 488, 534
Stoacılar/Stoacılık, XI, 29, 36, 47, 48, 51, 68, 436, 473, 475
Story of Fossils (Gayrard-Valy), 467, 516
Strabon, 28-29, 32, 534
Strachey, John, 478, 534
Stromatolitler, 439
Stromboli, 256
Strutt, John (Lord Rayleigh)
Su, ana madde olarak, 18-20, 47-50
Su, yerbilimsel değişim etkeni olarak, 26, 131-132, 133, 134-136, 137-138, 141, 142-143, 150-152, 219-220, 221-222, 244-251, 306-310, 320, 333-334, 403, 479. Ayrıca bkz. Neptüncülük; Yeni-Wernercilik/Yeni-Neptüncülük
Suess, Eduard, IX, 23-24, 41, 266, 267-269, 270, 271, 277, 315, 372, 374, 378-379, 383, 410, 426-427, 473, 488, 489, 492, 535
Suküre, 426, 433, 448
Süperpozisyon ilkesi, bkz. Üst üste yerleşim ilkesi
Sweet, Jessie, 160, 535
Syênê, 298, 473
Symonds, William, 484
System of Mineralogy (Dana), 302, 512

Şifa Kitabı (İbni Sina), 474
Şist(ler), VIII, XI, 127, 151, 159, 198, 303-304, 309, 312-313, 317-318, 478
Şistus (grovak), XI, 145, 146

T haritaları, yerkürenin, 474
Tabakabilim/Tabakabilimsel dikme kesit, VI, XI, 101, 118, 119, 124-125, 129, 154, 156, 181, 182-183, 200-201, 213-214, 268-269, 277, 286-288, 436, 478, 479, 483
Tabakalanma, 99-102, 114-121, 247, 304-305
Tabakalar, 99-102, 120, 121, 144-145, 213-214
Tabakaların organik artıklara göre tanımlanması, 119, 213-214
Taban düzeyi/derinlemesine aşındırma, XI, 241, 245-246, 250, 276
Tabla tektoniği kuramı, I, III, XI, 7-8, 91-92, 272, 289, 333, 334, 371-372, 381-382, 387, 396-405, 411, 415-416, 417-418, 419-423, 429-430, 431, 440-441, 453-454, 457-458, 461, 496. Ayrıca bkz. Kıtaların kayması; Devingencilik
Tabla tektoniği kuramı için kuraldışılık, 458, 498

Tanna (Vanuatu), 1-3, 25, 456, 471, 474, 485
Tanrı, III, 15, 39, 75, 82-83, 141-142, 221, 338-339, 460-461, 473-474
Targioni-Tozzetti, Giovanni, 299, 480, 535
Tarihsel kuramlar, 110-111
Tasarımı temel alan düşünüş, 30, 74, 81-82, 141-143, 339
Taş oluşturan su kuramı, 53, 58, 78
Taşküre, XI, 356, 397, 426, 433, 448
Taşlar, kökenine ilişkin kuramlar/nitelikleri, 51-52, 54-55, 60-61, 63-64, 77-78, 80
Taylor, Frank Bursley, 374, 388, 535
Taylor Kenneth, 140, 165, 475, 535
Taylor T. Griffith, 285, 535
Teilhard de Chardin, Pierre, 427-428, 499, 535
Tekdüzenlikçi(ler)/Tekdüzenlilik, XI, 125, 201-202, 205-210, 214-215, 216-217, 268, 306, 447-448, 484, 485
Tektonosfer, XII
Tekvin (Eski Antlaşma'nın birinci kitapçığı), 13, 14, 23, 36, 73-74, 104, 133, 471
Tek-yöncülük, III, 140, 200
Telliamed (de Maillet), 134-136, 137, 526
Temel gnays, 483
Tempest (Shakespeare), 484
Termier, Henri ve Genevieve, 405, 535
Termier, Pierre, 316-317, 535
Ters kırıklar, XII, 359, 400
Tersiyer yaşlı kayalar/tabakalar/ devir, II, V, XII, 124, 126, 181, 182, 198, 208-209, 324-325, 479
Tertiary History of the Grand Cañon Region (Dutton), 246, 514
Tetis, XII, 272, 379, 383, 410, 411, 488
Thackray, John, 483, 535
Thales, Milet'li, 18-20, 33
Tharp, Marie, 497, 535
Theogony [*Theogonoia*] (Hesiodos), 15-17, 471, 520
Theories of the Earth and Universe (Carey), 408, 510
Theory of the Earth (Hutton), 147, 222, 480-481, 492, 522
Thompson, Susan, 463, 535
Thomson, William (Lord Kelvin), 215-217, 274, 347, 373, 413, 486, 523
Thuringia, 113-119, 121, 128, 153, 178
Tilt Boğazı, 146-147, 152, 481
Time's Arrow Time's Cycle (Gould), 465, 517
Tinkler, Kenneth, 468, 535
Titius, J. D., 501
Tohum kuramı, 48, 49, 67, 135
Tohum-tektoniği (/embriyotektonik), IV, 378
Tomkeieff, Sergei, 468, 491, 493, 535
Tomografi, XII, 360
Topaz, 151, 303
Topley, William, 484, 535
Topografya haritası yapımı, 187. Ayrıca bkz. Haritalar
Toprak, temel maddelerden biri olarak, 53, 105-106, 475
Torrens, Hugh, 173, 482, 535
Tortul kayaların sınıf olarak ortaya çıkışı, 491
Tortulanma çevrimi, XII, 429-436, 500
Tortullar/Tortulanma/tortul kayalar/tortulbilim, 113, 121, 138, 174, 175-176, 297, 430-431, 489. Ayrıca bkz. Tortulanma çevrimi
Toscana, 98, 102-103, 123
Toulmin, Stephen, 465, 535
Tournefort, Joseph Pitton de, 63, 535
Toward a History of Geology (Schneer), 563, 533
Traces of Bygone Biospheres (Lapo), 469, 524
Trakit, XII, 255, 298, 324, 493
Traité de géologie (Haug), 270, 519
Traité élémentaire de chimie (Lavoisier), 105, 524
Transform, bkz. Geçişli kırıklar
Transmutasyon (değişinim), bkz. Evrim
Trap, XII, 151, 303, 491
Treatise on Mineralogy (Mohs), 301, 527
Treatise on Ores and Assaying (Ercker), 105, 515
Treatise on the External Characteristics of Minerals (Jameson), 490, 522
Tria Prima Kuramı, 47, 51, 60, 475
Triyas, VIII, XII, XIII, 117, 171, 181, 198, 436, 481, 483
Tsunami, 24, 472
Tufan, bkz. Taşkın
Turner, Anthony, 96, 535
Tuttle, Orville Frank, 303-304, 535
Tuz, denizdeki derişikliği, 439
Tuz, Kükürt ve Cıva kuramı, XII, 47-48, 55, 60, 474-475

Türlerin kökeni, Lyell'in görüşü, 208-209, 211-212
Türleşme, 414
Tyndall, John, 234

Udden, Johan August, 285, 536
Ulrich, Edward, 280, 536
Ural Dağları, 126-128, 377, 402
Us(s)her, James, 75-76, 80, 85, 476, 536
Ussing, N. V., 493
Uymazlık/uymazlıklar, XII, 122-123, 145, 241-242, 288, 423, 478, 486

Üst üste yerleşim (/süperpozisyon) ilkesi, XII, 101-103, 143-144, 154, 235, 478. Ayrıca bkz. Steno

Vaccari, Ezio, 123, 469, 480, 536
Vadiler, oluşumu ve biçimleri, 39-40, 225-226, 244-251, 482
Vail, Peter, 287-289, 519, 536
Vail eğrisi, 287
Van der Gracht, W. A. J. M. van Waterschoot, 385, 536
Van Helmont, Johann Baptista, 49-50, 520
Vauquelin, Nicholas, 108
Venetz, Ignace, 222-223, 486, 536
Vening Meinesz, Felix, 388-389, 390, 396, 497, 536
Verae causae (gerçek nedenler), 206
Vernadsky, George, 429
Vernadsky, Vladimir Ivanovich, 427-430, 436-437, 451, 499, 500, 536
Verona, 120, 123
Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen (Lehmann), 116, 524
Vezüv, 31, 33, 256, 343
Vico, Giambatista, 465
Vikariyans biyocoğrafyası, XII, 414-147, 498, 499
Vindiciae geologicae (Buckland), 203, 509
Vine, Frederick, 397-398, 399, 401-402, 497, 536
Vinogradov, Alexandr Pavlovich, 499, 500, 536
Virgilius, 31
Virlet d'Aoust, Pierre Theodore, 492, 537
Vitaliano, Dorothy, 4, 464, 471, 537
Vogel, Klaus, 406
Volkan camı, XII, 300
Voltaire, François Marie Arouet de, 135, 338
Volterra, 477
Von Kalbe, Ulrich, 478
Vulkancı(lar)/Vulkancılık, XII, 159-161, 162-163, 255, 256-257, 297, 300-301, 323-324, 326-327, 481
Vulkancı-Neptüncü çatışması, 151-153, 158-161, 162-163, 173, 322, 464, 468-469, 481
Vulkanismusstreit und Geochemie (Fritscher), 469, 516

Wadati, Kiyoo, 358-360, 495, 497, 537
Waite, Arthur, 475, 530
Wallace, Alfred Russel, 415, 499, 537
Wallace Çizgisi, 415
Wallerius, Johan Gottschalk, 298, 491, 537
Walther, Johannes/Walther yasası, XII, 280, 489, 537
Wang Ling, 338, 528
Wanless, Harold, 285-286, 537
Waterston, Charles, 160, 511, 535
Watt, James, 143
Webster, John, 51, 537
Webster, Thomas, 175-176, 178, 537
Wedel, Georg Wolfgang, 475
Wegener, Alfred, X, 283, 359, 374-377, 378, 382, 385, 387, 396, 405, 407-408, 412-413, 418, 420, 486, 497, 537. Ayrıca bkz. Kıtaların kayması; Devingencilik
Wegmann, C. E., 321, 537
Wegmann, Eugène, 153, 227, 378, 537
Weissert, Helmut, 527
Weller, Marvin, 285-286, 537
Wells, A. Kingsley, 484, 537
'Werner ışınımı', 157
Werner kuramı, bkz. Yerküreye ilişkin Werner'in kuramı
Werner, Abraham Gottlob, V, VI, IX, XII, 62-63, 110, 119-121, 129, 141, 147, 148-161, 166, 175, 176, 180-181, 254-255, 257-258, 283, 294-295, 298, 301-302, 306, 309, 464, 481, 482, 483, 537-538
Wertenbaker, William, 497, 538

Yalın toprak(lar), 61-64, 104-106, 106-108
Yanardağ(lar)/yanardağ olgusu, 1-3, 16-17, 25, 26, 30, 31, 33, 44-45, 56, 57, 114-115, 122-123, 126-127, 132,

143, 151-152, 162, 203-204, 255-256, 304-305, 397, 403, 478, 485, 496. Ayrıca bkz. Etna
Yang Jing-Yi, 404, 539
Yapay-Aristoteles, 32
Yapraklanma, bkz. Foliyasyon
Yaradan, bkz. Tanrı
Yaratılış, 14-15, 35-37, 85, 101, 102, 122
Yaratılış söylenceleri, 1-4, 14-17, 35-37, 455-456, 471, 472
Yarık vadiler, XIII, 390, 405, 420, 497, 498
Yasur Dağı, 1-3
Yaşlı Kırmızı (Alacalı) Kumtaşı, V, XIII, 120, 145, 167, 181, 183, 481, 483
Yeni Kırmızı (Alacalı) Kumtaşı, XIII, 117, 181
Yeni Zelanda, I, 182, 198, 225, 354, 414, 416
Yeni-Platonculuk, 36, 47, 51, 68, 473-474
Yeni-Wernercilik/Yeni-Neptüncülük, 288-289, 306-311, 312, 426, 431-432, 487
Yerbiçimlerinin evrimi, 241-251
Yerbilim, 5-10, 89, 91-93, 139-141, 152-153, 202-203 ve *birçok yerde*
Yerbilim dizgelerinin belirlenişi, 181
Yerbilim haritaları, bkz. Haritalar/harita yapımı
Yerbilim, bir tarihsel bilim olarak, XIII, 91-92, 103, 110-111, 113-114, 115-116, 117-118, 121, 127-128, 139-140, 154-155. Ayrıca bkz. Yerbilim, tarihselleştirmeci; Yerküre, tarihi ve tarihsel/tarihselleştirmeci
Yerbilim, tarihselleştirmeci (/karşılaştırmalı tarih yazımı), XIII, 110, 115-116, 174, 175-176, 178, 258, 482
Yerbilim, paleetiyolojik bilim olarak, 6
Yerbilimci(ler), yerküre tarihçileri olarak, 110-111, 113-114, 115-116, 117-118, 121, 122-123, 127-128, 139-140, 155-156
Yerbilimin 'görsel dili', 8
Yerbilimsel haritacılık kurumları (çeşitli ülkelerde), 187-192
Yerçekimi ölçmeleri (gravimetri), 388-389, 390
Yerçekiminde sapmalar, 389
Yerkabuğu, I, III, XI, XIII, 72-73, 133, 152-153, 172-173, 272-273, 274, 280-282, 284-285, 286-287, 307, 312-313, 314-315, 354-355, 356, 373, 401-402, 410-411, 494, 495. Ayrıca bkz. Taşküre
Yerkabuğunun dikey devinimleri, 211-212, 255, 256-257, 264-266, 267, 272, 278-279, 330-331, 371-372. Ayrıca bkz. İzostazi
Yerkabuğunun yanal devinimleri, 261-262, 263, 265, 266-268, 272, 278-280, 312-313, 391-393, 396-398
Yerkabuğu-okyanus fabrikası (Garrels), 432-435
Yerkemer, I, XIII, 263, 488
Yerkimyası, 309-311, 423, 431-436
Yerküre/gökler/mineraller, organizma(lar) ya da canlı varlık(lar) olarak, 29-30, 44-45, 46-48, 51-52, 58-60, 63-64, 108, 439-440, 460-462
Yerküre üstüne tümel düşünceler, bkz. Gaia
Yerküre, bir dizge olarak, 433-443
Yerküre, bir makine olarak, 144, 204, 282, 429-430
Yerküre, büzüşme kuramı, 259-260, 262-263, 265, 266-267, 268-269, 274-276, 306, 372, 373, 380, 392-393, 405
Yerküre, 'nabız atışları' kuramı, 276, 289, 448-449
Yerküre, nabız atışı kuramı, 280-283, 448-449
Yerküre, su öncelikli kuramlar, bkz. Migma; Yeni-Neptüncülük; Neptüncülük; Su, yerbilimsel değişim etkeni olarak; Werner, Abraham Gottlob; Yerküreye ilişkin Werner'in kuramı
Yerküre, tarihi ve tarihsel/tarihselleştirmeci anlatıları, I, XIII, 94-95, 103, 110, 114-115, 117-118, 121, 122-123, 126, 127-128, 129-130, 154-155, 172-173, 174, 175-176, 178, 210, 268-269, 409-410, 429, 462, 482
Yerküre, yaşam etkinliği için 'rahat' bir yer olarak, 143, 201, 437-440, 499
Yerküre, kabuğunun düşey devinimleri, 209-210, 211-212, 224-225, 227-228, 257-259, 260-261, 263-264, 265-266, 267, 270, 273-275, 277, 278-279, 330-331, 371-372, 385-389, 485, 487, 488, 495
Yerküre, kabuğunun yatay devinimleri, bkz. Yerkabuğunun yanal devinimleri
Yerküreye dıştan çarpmalar, 451-454, 481
Yerküreye ilişkin Becher'in kuramı, 59-61

Yerküreye ilişkin Buffon'un kuramları, 137-140
Yerküreye ilişkin çevrimsel kuramlar, 29, 41-42, 50, 140, 141-143, 234, 259-260, 276-289
Yerküreye ilişkin Descartes'ın kuramı, 69-73, 87-88
Yerküreye ilişkin fiziko-teolojik anlatılar, 81-83, 103-104, 122-123, 208-209
Yerküreye ilişkin genetik kuramlar, XIII, 154-156, 308-311
Yerküreye ilişkin Hutton'ın kuramı, 141-148, 162, 203-204, 256, 299, 300, 305, 315-316, 317-318, 320, 325-326, 426, 480, 481
Yerküreye ilişkin Leibniz'in kuramı, 133-134
Yerküreye ilişkin Lyell'ın kuramı, 206-209, 214-215, 260, 267, 270, 304, 372, 496
Yerküreye ilişkin masallar/destanlar, 4, 5-7, 22-27, 29, 175, 221, 455-458, 461, 472
Yerküreye ilişkin Platon'un görüşü, 27-28, 32
Yerküreye ilişkin Werner'in kuramı, 151-155, 172-173, 177-178, 180-181, 183, 258, 297-298, 301-303, 306, 481, 490, 491
Yerkürenin biçimi, VI, 19-20, 36, 87-88, 94-95, 111, 216, 267, 272-274, 314, 337-338, 377-378, 381, 388-389, 474, 476, 477, 489
Yerkürenin boşlukta yüzmesi, 19
Yerkürenin büyüklüğü, 35
Yerkürenin çekirdeği, 351-353, 354-355, 356, 405, 452, 495
Yerkürenin dönmesi/dönme hızı, 216, 405, 419-421, 447-448, 488, 494, 498
Yerkürenin genişlemesi kuramı, 387, 405-411, 457, 498
Yerkürenin ısısı, 57-58, 143, 160-162, 212, 215-217, 280-281, 373, 384, 432-433, 452-453
Yerkürenin içi(/karnı), 32, 57, 58-59, 122-123, 137-138, 143, 160-161, 278-279, 314-315, 323-324, 325-326, 337-338, 344-345, 347-348, 352, 353-361, 365-366, 368, 373, 380-381, 405, 409, 441, 453, 460-461, 481, 492, 495
Yerkürenin iç çekirdeği, 354-355, 357-359, 405
Yerkürenin içindeki basınç, 357
Yerkürenin içindeki boşluklar, 31, 57, 133, 134, 138, 139, 267
Yerkürenin içindeki konveksiyon akıntıları, 278, 377, 381-384, 396, 402-403, 440, 497
Yerkürenin içindeki rüzgârlar, 30-31
Yerkürenin içindeki sarsıntı dalgaları, XII, 350-357, 360-361, 364-365, 494
Yerkürenin haritasının çıkarılması, 8, 111, 129-130, 165-176, 178-180, 187-196, 257, 258, 297, 426, 482, 483
Yerkürenin kökeni, 131-132, 133, 136, 137-138, 444-448, 479
Yerkürenin mantosu, 354-355, 356, 357-358, 361, 396, 405, 410, 440, 441, 453-454, 494, 495
Yerkürenin mıknatıs özelliği, VII, 286, 390-392, 394, 397-398
Yerkürenin sıcaklığı, 162, 211-212. Ayrıca bkz. Yerkürenin ısısı
Yerkürenin sıvı içi/çekirdeği, 57, 351-353, 357-358, 365-366, 372, 373, 405
Yerkürenin soğuması, 133, 137-140, 162, 215, 223-225, 258-260, 265, 274-275, 285, 314, 372, 380, 422-423
Yerkürenin 'düz'lüğü kuramı, 19, 36, 474
Yerkürenin yaşı, 36-37, 73-74, 80, 85-86, 135, 140, 142, 152, 197, 199-201, 203-205, 209-210, 214-218, 221, 476, 479-480, 486
Yerkürenin yörüngesinin biçimi, 231-233, 438, 477
Yersarsıntıları, IV, 26-27, 29-30, 94-95, 162, 337-356, 390
Yersarsıntılarına ilişkin Hook'un kuramı, 94-97, 481, 496
Yertekne(ler)/Yerteknesel/Tekneleşme kuramı, IX, XIII, 263-266, 270, 271-272, 284, 320, 333, 379-380, 381, 392-393, 395, 396, 421-422, 440, 487, 488, 495
Yoder, Hatton, 490, 539
Yol süresi (sarsıntı dalgaları için), 351, 365-368, 494
Yontukdüz, 250, 487
Yuvarcıl felsefe, 70-73, 99, 476. Ayrıca bkz. Descartes; Mekanik felsefe
Yükselti kraterleri kuramı, XIII, 255-256, 265-266, 487
Yüzen buzullar kuramı (buzullaşma olgusunu açıklarken), 224

Zittel, Karl von, 464, 539
Zoeppritz, Karl, 353, 495, 538
Zöllner, Friedrich, 344, 539

Bir bilim dalı olarak, değişik alanlarda bağlar kurabilmektedir yerbilim. Bu nedenle kökleri, milattan çok önce yaşamış insanların yapıtlarında aranabilmektedir, bulunabilmektedir. Çok sayıda önde gelen bilim insanının çalışmalarının ve çabalarının sonuçlarına dayanan kapsamlı bir araştırmanın ürününü tutmaktasınız elinizde. Bu kitabı okuyunca, şöyle düşünebilirsiniz: "Daha hangi şekillere girecektir yerküre, insan düşüncesinde?"



ISBN 975-403-316-1



Fiyatı: 11.000.000 TL (KDV DAHİL)

Basılı fiyatından farklı satılamaz