

Keyifli Okumalar Dileriz

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

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

VLADIMIR VERNADSKI • BİYOSFER

Vladimir Vernadski

Biyosfer

İngilizce'den çeviren: Onur Küçükarslan



Yordam Kitap

Vladimir İ. Vernadski (1863-1945)

1863 yılında St. Petersburg’da doğdu. Yaptığı pek çok çalışmayla modern mineraloji, jeokimya ve ekoloji bilimlerinin kurucusu olarak bilinmektedir. Sovyetler Birliği’nin bilimsel çalışmalarında çok sayıda önemli görevde yer alan Vernadski, 1943’te Stalin Ödülü’ne layık görüldü. “Biyosfer” kavramını yeniden yorumlayarak onu bugün kullanılan içeriğine kavuşturdu. 1926 yılında yayınlanan *Biyosfer* ile bilim dünyasında oldukça ses getirdi.

Onur Küçükarslan

Orta ve lise öğrenimini Avusturya Lisesi’nde, lisans ve yüksek lisans eğitimini Boğaziçi Üniversitesi Felsefe Bölümü’nde tamamladı. Bilgi Üniversitesi’nde araştırma görevlisi olarak çalıştı. 1999 yılından bugüne *Cumhuriyet*, *Radikal*, *soL*, *Gelenek* ve pek çok süreli yayında edebiyat, siyaset kuramı, sanat ve bilim felsefesi ile sinema üzerine makaleler yazdı. Hayatını ve çalışmalarını 2013’ten bu yana Barselona’da sürdürmektedir.

Orijinal adı:

Biosphere

Rusçadan İngilizceye Çeviren: David B. Langmuir

Copernicus, New York, 1998

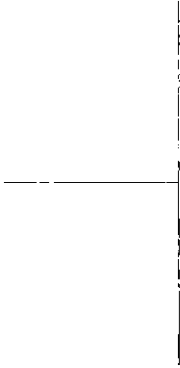


İngilizceden Çeviren:
Onur Küçükarslan

Yordam Kitap: 399 • Biyosfer • Vladimir I. Vernadski
ISBN 978-605-172-499-7 • Çeviri: Onur Küçükarslan
Kitap Editörü: Ümit Şenesen • Düzeltme: Cemre Cemri
Kapak ve İç Tasarım: Savaş Çekiç • Sayfa Düzeni: Gönül Göner
Birinci Basım: Ekim 2021
© Yordam Kitap, 2020

Yordam Kitap Basın ve Yayın Tic. Ltd. Şti. (Sertifika No: 44790)
Çatalçeşme Sokağı Gendaş Han No: 19 Kat: 3 34110 Cağaloğlu - İstanbul
Tel: 0212 528 19 10 • W: www.yordamkitap.com • E: info@yordamkitap.com
www.facebook.com/YordamKitap • www.twitter.com/YordamKitap
www.instagram.com/yordamkitap

Baskı: Pasifik Ofset (Sertifika No: 44451)
Cihangir Mah. Güvercin Cad. No: 3/1
Baha İş Merkezi A Blok Kat: 2
34310 Haramidere / İstanbul
Tel: 0212 412 17 77



BİYOSFER

İÇİNDEKİLER

SUNU / <i>Onur Küçükarslan</i> .	9
YAZARIN FRANSIZCA BASKIYA ÖNSÖZÜ	17
YAZARIN RUSÇA BASKIYA ÖNSÖZÜ	19
BİRİNCİ BÖLÜM	
KOZMOS'TA BİYOSFER	23
Kozmik Enerjinin Dönüşüm Bölgesi Olarak Biyosfer	31
Ampirik Genelleme ve Hipotez	36
Tamamen Olgulardan Çıkarılan Ampirik	
Bir Genelleme Doğrulama Gerektirmez	40
Biyosferde Canlı Madde	42
Organizmaların Çoğalması	
ve Canlı Maddedeki Jeokimyasal Enerji	48
Fotosentetik Canlı Madde	64
Biyosfer Mekanizmasında Yaşamla İlgili Bazı Düşünceler	81
İKİNCİ BÖLÜM	
YAŞAMIN ALANI	89
Biyosfer: Dünyanın Zarfı	91
Biyosferdeki Birinci ve İkinci Dereceden Canlı Maddeler	109
Yaşamın Sınırları	123
Biyosferde Yaşamın Sınırları	129

Hidrosferde Yaşam	140
Hidrosferdeki Canlı Konsantrasyonların ve Filmlerin Jeokimyasal Döngüleri	151
Karada Canlı Madde	162
Hidrosferdeki İnce Canlı Katmanları ve Konsantrasyonları ile Karadakiler Arasındaki İlişki	169
EK I: VLADİMİR İVANOVİÇ VERNADSKİ (1863-1945) BİYOGRAFİK BİR KRONOLOJİ	173
EK II: VERNADSKİ’NİN İNGİLİZCE YAYINLARI	183
KAYNAKÇA	184

SUNU¹



Nasıl ki Batı toplumları Albert Einstein, Gregor Mendel ve Charles Darwin isimlerine aşına ise, tüm Sovyet halkları da modern mineraloji, jeokimya ve ekoloji bilimlerinin kurucusu Vladimir İvanoviç Vernadski'yi (1863-1945) tanır. Moskova'daki Vernadski Bulvarı, Kiev'de Vernadski anısına dikilmiş anıt, 1943 yılında Stalin Ödülü'ne layık görülen bu devrimci bilim insanına Slav coğrafyasında duyulan saygının örnekleridir.

Churchill'in "demir perde" olarak andığı ideolojik duvar ve Soğuk Savaş döneminin antikomünist histerisi, sosyalist ülkelerde üretilen çığır açıcı bilimsel ve felsefi bilginin Batı Avrupa'ya ve ötesine taşınmasına engel oldu. Uzun süren bu trans-Avrupa bariyeri, Vernadski'nin devrimci bilimsel eserlerinin neredeyse 21. yüzyıla kadar Batı dillerine çevrilmemesinin temel sebebi-
dir.² Bugün bilim tarihi açısından önemi rahatlıkla Darwin ile kıyaslanan Vernadski'nin az tanınmışlığı, antikomünizmin bilim dünyası üzerindeki sansürünün ve genel olarak Rusofobinin üzücü örneklerinden biridir. Diğer taraftan, nasıl ki tüm dünyada kabul görmüş periyodik cetvelin yaratıcısının bir Sovyet bilim insanı olduğu pek dillendirilmiyorsa, Vernadski'nin fikirleri de kendisine atfedilmese dahi farklı kanallardan yaygınlaşmış ve kabul görmüştür.

1 Lynn Margulis'in İngilizce baskıdaki notları kaynak alınmıştır.

2 Vernadski'nin temel eseri *Biyosfer* ancak 1997'de İngilizceye çevrilmiştir.

Biyosfer terimi, yerkürenin üzerinde yaşamın ortaya çıktığı alanı tanımlamak için ilk olarak Viyanalı jeolog Eduard Seuss tarafından önerilmiş (1885)³ ve farklı bilim insanları tarafından farklı anlamlarda kullanılmış olsa da terimin bugün kabul edilen tanımı Vernadski'nin *Biyosfer* kitabında inşa edilmiştir.

Vernadski'nin biyosfer kavramı üç ampirik genellemeye dayanıyor:

1. Yaşam bir küresel gezegende ortaya çıkar. Vernadski, Dünya'nın müstakil bir küre olduğu olgusunun gerçek sonuçlarını tarihte ilk defa ortaya koyan bilim insanıdır.

2. Yaşam jeolojiyi kurar. Yaşam herhangi bir jeolojik kuvvet değildir; o, jeolojik kuvvetin ta kendisidir. Esas itibarıyla Dünya'nın yüzeyindeki tüm jeolojik özellikler canlılar tarafından koşullanır, bu nedenle de Vernadski'nin *Biyosfer*'inin konusudur.

3. Canlı maddenin gezegensel etkisi zamanla genişler. Canlı madde tarafından dönüştürülen kimyasal cevherlerin sayısı ve oranı ile, canlı madde tarafından yaratılan kimyasal tepkimeler artar, böylelikle Dünya'nın daha büyük parçaları biyosfere içerilir.

Vernadski'nin tanımladığı, aslen canlı maddenin fizikiğidir. Onun görüşünde yaşam, yerçekimi ve ışık hızı gibi sabitlere uyan evrensel yasalarla anlaşılabilir bir kozmik olgudur. Vernadski'nin kavramsal devrimi, yaşam olgusunu Dünya gezegeninin biyokimyasal benzersizliğinin merkezine oturtmasıdır.

Vernadski'nin tarihsel önemi, yöntemsel ve kavramsal zenginliğinin tıpkı Darwin'de olduğu gibi çığır açıcı olmasından kaynaklanıyor. Darwin'in canlı maddenin zamansal evrimini, Vernadski'nin ise canlı maddenin mekânsal yani jeolojik evri-

3 <https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Biosphere>.

mini sistematize ettiğini söyleyebiliriz. Darwin ve Vernadski, aynı zamanda bilim felsefesinin de devrimci karakterleridir. Nitekim Vernadski biyosfer kavramını salt ampirik biyojeokimyasal gözlemleri üzerine değil aynı zamanda bilim felsefesi çalışmaları üzerine kurmuş; dönemin büyük bilim insanları gibi o da “büyük” meseleler hakkında kendi felsefi sistemini inşa etmeye çalışmıştır. Vernadski’nin bilim felsefesine yaptığı belki de en önemli katkı, *Biyosfer*’de önerdiği “ampirik genelleme” kavramıdır.

Kendisini “kozmetik gerçekçi” olarak niteleyen Vernadski, bilim, teknoloji ve enerjinin evrensel, barışçı ve uygarlaştırıcı gücüne de vurgu yapmıştır. Vernadski, enerji bilimini ve biyolojik evrimi insanın ekzosomatik (vücut dışı) evrimine uyarlamaya çalışan metafizik düşünürler karşısında materyalizmi savunmuş, insan merkezci (antroposentrik) biyosfer tasarımlarına karşı da doğanın ekonomisinde yaşam merkezci (biyosentrik) bir yönelimi temsil etmiştir.

Vernadski, “Doğada küçük veya büyük yoktur,” diyor. Dünya bugün bize küçük gözüküyorsa, bu evrimleşen biyosferdeki bilinçli yaşamın⁴ dışavurumu olan insanın gücü arttığı içindir. Mikroorganizmaları da içeren biyota; litosfer, hidrosfer ve atmosfere kıyasla oldukça küçük bir biyokütle oluştursa da canlı maddenin doğanın ekonomisindeki rolü çok büyüktür. Vernadski’ye göre biyosfer sadece “Dünya’nın yüzeyi” değildir; biyolojik zamanın başlangıcından bugüne gezegenimizi dönüştüren küresel dinamik sistemin ta kendisidir. Uzun bir süre biyosferin herhangi bir uzantısı olan insan ise, bilinçli sosyo-ekonomik etkinliği ile Tarım Devrimi’nden başlayarak Sanayi

4 Vernadski, geç dönem eserlerinde biyosferdeki bilinçli yaşam alanını “noosfer” olarak tanımlayacaktır. Ona göre bilinçli insan etkinliği Sanayi Devrimi sonrasında biyosferi muazzam bir güçle ve hızla dönüştürmüş, yeni bir jeolojik çağın da önünü açmıştır.

Devrimi'nden bugüne katlanan bir şekilde biyosferin ve bu geri dönüşü olmayan dönüştürücü faaliyetin temel aktörüdür.

Biyoloji bilimleri ve gezegen bilimleri, 20. yüzyılın başındaki bilimsel devrimler ve buluşlar sayesinde baştan aşağı dönüştü. Mühendislikten doğan termodinamik bilimi; fizyoloji, biyokimya ve daha sonraları ekoloji ile ilişki kurdu, içsel ve dışsal enerji kaynaklarının etkisi altında evrimsel bir sistem olarak Dünya algısının doğuşunda çok önemli bir rol oynadı. Dünya sistem bilimi Vernadski döneminde yeni doğuyordu, ancak *Biyosfer*'in yazarı, çağından çok daha ileride düşünüyordu.

Vernadski'nin düşünceleri Batı bilimine ancak savaş sonrasında biyojeokimya, jeomikrobiyoloji, ekosistem, ekoloji ve “çevresel kimyasal döngüler” benzeri melez çalışmalar üzerinden girdi. Bugün karbon, sülfür ve hidrojen akışının hidrosfer, litosfer, atmosfer ve biyotada gözlemlenmesi ve ölçülmesi, Vernadski tarafından icat edilen düşünce sistematiğine dayanmaktadır.

Diğer taraftan Dünya ve gezegen bilimlerinin ürettiği bilimsel bilginin değeri, bilim tarihçileri ve bilim felsefecileri tarafından büyük ölçüde ihmal edilmiştir. Bütünlükçü biyosfer fikrine dair tereddütlerin, ağırlıklı olarak Batılı ana akım bilimin mekanistik-indirgemeci karakterinden kaynaklandığını söyleyebiliriz. Pek çok bilim insanı biyosfer terimini sadece biyotayı ifade etmek için kullanmış, modern pek çok biyolog ve biyokimyager, ekoloji ve biyosfer kavramlarını göz ardı etmiştir. Bir diğer “büyük bilim”, nükleer çağımızın çağdaş jeokimya bilimi de “bütünü” görmeyi reddetmiştir. Nitekim dört kutu şeması (atmosfer, hidrosfer, litosfer, biyosfer) bugün halâ baskın jeokimyasal ve jeofiziksel paradigmayı temsil etmektedir.

İndirgemecilik, tek bir bilimsel alanda aşırı uzmanlaşma ve şubelere ayrılma, bilimsel bilgi üretimini bugün dahi sistematik

bir biçimde paralize ediyor. Vernadski, bilimsel bilginin üretken işbölümünü değil, bilimsel bilginin şubeleşmesini, özellikle de geçmişin büyük doğa bilimcileri (natüralistler) tarafından paylaşılan doğanın bütünlüğü fikrinden vazgeçilmesini eleştiriyordu. Vernadski'nin 18. ve 19. yüzyıl büyük doğa bilimcilerinin izini süren bütünlükçü (holistik) çerçevesi, termodinamiğin anti-mekanizmini ve yeni atomizmi birleştirerek, Sovyetler Birliği'ndeki sistemler düşüncesine de kaynaklık etti. Nitekim Vernadski *Biyosfer*'de, "Kozmos modelimizin her daim termodinamik bir bileşeni olmalıdır," diyordu. Vernadski'nin daha 1929'da, Schrödinger'den önce düştüğü şu notu da takdir etmeliyiz: "Fizik teorileri kaçınılmaz olarak temel yaşam olgusuyla meşgul olmalıdır."

Vernadski aynı zamanda enerji biliminin canlı dünya üzerindeki etkilerine, ekolojik sınırlarına ve ekonomik olanaklarına vurgu yapmıştır. Bu açıdan Vernadski'nin yöntemi, biyolojik örgütlenme, doğanın düzeni, doğanın ekonomik dengesi, ekonomik büyümenin doğal sınırları, otomatik sistemler, denge süreçleri, durağanlık durumu ve jeokimyasal döngülere ilişkin güncel tartışmalara da temel oluşturmaktadır. İlk olarak *Biyosfer*'de ifadesini bulan bu bilimsel kavramlar ve yöntemler, insanlığın ve misafiri olduğu gezegenin ortak geleceğini anlamlandırmak için hâlâ temel bilimsel kaynak niteliğindedir.⁵

Batılı kapitalist ülkelerde küresel "çevreci" hareketin doğuşu, hareketin 1972 yılında Birleşmiş Milletler Stockholm toplantısında uluslararası ölçekte tanınması ile damgalandı. UNESCO tarafından 1968'de Paris'te düzenlenen "Biyosfer Konferansı"nın izleyen yıllarda, "İnsan ve Biyosfer" problematiği Batı toplumları için yakıcı bir tema haline gelmiş, farkında olsak da olmasak da, Vernadski tarafından daha 1920'lerde ortaya atılan soru,

5 Marx'ın geliştirdiği "gezegenin sahibi değil misafiri olarak insan" kavramsallaştırması, modern ekoloji okumalarının felsefi temelini oluşturur.

görüş ve tespitlerin gözden geçirilmesini zorunlu kılmıştır. Çelişkili bir biçimde, çevreci hareketin doğuşunda biyosfer teriminin oldukça belirsiz bir şekilde “çevre” veya “ekosfer” kavramlarıyla ikame edilmiş ve “organizmaların küresel katmanına” indirgenmiş olduğuna tanıklık ediyoruz. Bu terimlerin Vernadski’nin önerisine kıyasla bayağı ve dar kavramsallaştırmalar olduğu açıktır.

Birinci kuşak Batılı çevreciler Vernadski’nin daha 1920’lerde tanımladığı kavramları henüz “yeniden keşfederken”, Sovyet ekolog, meteorolog ve klimatologlar küresel çevre sorunlarını 1930’lardan başlayarak geniş bir eksen de tartışmıştır. “Çevre bilinci” sadece bilimsel ölçekte değil toplumsal ölçekte de güçlüdür, nitekim gönüllü “doğayı koruma dernekleri” 30’lu yılların sonlarında Sovyet ülkesinde en çok katılımcısı olan toplumsal örgütlenme pratiklerinden biridir. Hızlı bir sanayileşme süreci yaşayan ülkede çevre politikalarının ve Baykal Gölü örneğinde olduğu gibi yapılan bir dizi hatanın yüksek sesle tartışıldığını, bu tartışma sürecinin sonunda dünyadaki ilk geniş kapsamlı ağaçlandırma ve “korunmuş alan” projelerinin Stalin döneminde hayata geçirildiğini hatırlatmak mümkün. Vernadski ve öğrencilerinin Bilimler Akademisi’nde temsil ettiği bütünlükçü anlayışın ülkedeki kimi mekanist-indirgemeci eğilimleri bilimsel argümanlarla ve yapıcı bir üslupla dönem dönem eleştirdiği de unutulmamalı. Bu gelenekten ve ülkedeki köklü ekoloji ve kozmoloji bilimlerinden beslenen Sovyetler Birliği’nin, “koşulsuz silahsızlanma” ilkesine ve İkinci Dünya Savaşı sonrasındaki nükleer savaş karşıtı politikalarına denk düşen kapsamlı bir çevre bilinci ve küresel ekoloji programını savunduğunu görüyoruz. Bu program Sovyetler Birliği’nin 1977 anayasasına da girmiş, sosyalist toplumun kolektif ve küresel hedefi olarak

ifade edilmiştir.⁶ 1970’lerde ve 1980’lerde küresel çevre sorunlarına dair birçok Sovyet yayını Vernadski’yi modern biyosfer teorisinin kurucusu olarak övmektedir. Uluslararası ölçekte tanınan Sovyet meteorolog Mikhail Budyko, 1970’lerin başlarında küresel ısınma sorununu ilk defa kamuoyunun gündeme taşımış,⁷ Vernadski’nin biyosferinin evriminin iklimsel sonuçları üzerinde durmuştur. 70 sonrasında Sovyet felsefe ve bilimkurgu edebiyatı alanlarında “sosyalist hümanizm” olarak adlandırabileceğimiz okumaların da Vernadski’den etkilendiği söylenebilir. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda, Vernadski’den başlayarak ve bir bütün olarak Sovyet ekoloji okulunun, göz ardı edilmiş güçlü bir bilimsel, felsefi, sosyolojik ve politik-programatik miras bıraktığı kabul edilmelidir. Bugün Vernadski’nin, özellikle sosyalist *Monthly Review* dergisinin editörü John Bellamy Foster’ın çabaları sayesinde Marksist ekoloji literatüründe önemli bir referans olarak tanınması sevindiricidir.

Biyosfer’in sadece ekoloji, jeoloji, bilim tarihi ve felsefesi ile ilgilenenler için değil, gezegenimizin güncel ve yakıcı sorunlarına yönelik politik-programatik arayış içerisinde olanlar için de temel bir kaynak olacağına inanıyoruz. Son olarak, kitabın sonundaki kısa kronolojide⁸ renkli bir tarihsel figür olan Vernadski’nin Liberal Parti milletvekilliğinden Marie Curie ile ahbablığına, İç Savaş dönemindeki kargaşada Lenin’in özel emri

6 Diğer taraftan aynı dönemde, “beyaz eşya tüketiminde ABD’yi geçmenin komünizme varma eşiği” olduğu gibi bilimsel sosyalizme dışsal mekanist-indirgemeci anlayışlar da yüksek sesle dile getirilebilmiştir. İdeallerine yabancılaşan, önderlik yeteneğini yitiren liderliğin bu ve benzeri ideolojik sapmaları ile Çernobil benzeri trajediler, sosyalist toplumun ekoloji biliminin ilkelerini, bilimsel ve uluslararası politik arenada 70 yılı aşkın bir süre için, tutarlı, ısrarlı ve giderek daha gelişkin ve yaratıcı bir biçimde savunmuş olduğu gerçeğine gölge etmemelidir.

7 Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), <https://public.wmo.int/en/about-us/awards/international-meteorological-organization-imo-prize/mikhail-ivanovich-budyko>.

8 Jacques Grinevald tarafından derlenmiştir.

ile kollarından Sovyetler Bilimler Akademisi'nin inşasına küçük öyküler bulacaksınız, hatırlatalım.

İlk baskısının 100. yılını kutlamaya hazırlanırken, yaşam dengemizin ne kadar da hassas olduğunu hepimize hatırlatan karantina günlerinde büyük Sovyet bilim insanı Vernadski'nin temel eserini dilimize kazandırmak heyecan verici! Keyifli okumalar...

Onur Küçükarslan
Eylül 2021, Barselona

YAZARIN FRANSIZCA BASKIYA ÖNSÖZÜ



Bu kitap 1926'da Rusça yayınlandıktan sonra, Fransızca bas-kısı gözden geçirilerek Rusça metinle uyumlu şekilde yeniden yayınlandı. Metin, aynı koleksiyondan 1924'te basılan, Rusça tercümesi henüz yayınlanmış ve Almanca tercümesi kısa bir süre sonra yayınlanacak olan "La Géochimie" [Jeokimya] adlı makalenin devamını oluşturuyor.

Burada gönderme yapılan kaynaklar birkaç adetle sınırlıdır. Diğerleri için lütfen "La Géochimie" makalesine bakınız. Burada tartışılan sorunlara birçok makalede değinilmiştir. Bunlardan en önemlileri, her ikisi de Fransızca olan "Revue générale des Sciences" (1922-1925) ve "Bulletins of the Academy of Sciences of the USSR in Leningrad" (St. Petersburg) (1826-1927) makaleleridir.

Bu kitabın amacı, doğa bilimcilerin, jeologların [yerbilimci-lerin] ve her şeyden önce biyologların dikkatini, yaşam ile geze-genin kimyasal olguları arasındaki ilişkilerin niceliksel olarak araştırılmasının önemine çekmektir.

Hipotezlere [önsavlara] başvurmadan tamamen deney-sel temellere dayanmaya gayret ederken, kendimi elimdeki oldukça az sayıdaki kesin gözlem ve deneylerle sınırladım. Nicel olarak ifade edilen çok sayıda deneysel olgunun müm-kün olduğunca kısa bir sürede toplanması gerekmektedir.

Biyosferdeki yaşam olgusunun önemi netleştiğinde, bu çok uzun sürmeyecektir.

Bu kitabın amacı bu konuya dikkat çekmektir. Bunun göz ardı edilmeyeceğini umuyorum.

V. İ. Vernadski

Aralık 1928

YAZARIN RUSÇA BASKIYA ÖNSÖZÜ



Jeoloji üzerine sayısız çalışmadan hiçbirisi, biyosferi bir bütün olarak ele almak konusunda yeterli değildir. Bu çalışmadakinin aksine, hiç kimse biyosferi gezegenin en üstündeki bölgenin, yer kabuğunun mekanizmasının biricik düzenli tezahürü olarak görmemiştir.

Pek az bilim insanı biyosferin sabit yasalara tabi olduğunu fark etti. Dünya'daki yaşam tesadüfi bir olgu olarak görüldüğünden, mevcut bilimsel düşünce, yaşamın, karasal süreçlerin her bir adımı üzerindeki etkisini kavrayamamaktadır. Jeologlar, gezegenin kozmik çevre ile buluştuğu, yaşamı sarmalayan bir kabuk olan biyosferin oluşumu ile Dünya'daki yaşamın gelişimi arasında bir ilişki olmadığını varsaymışlardır.

Tarihsel olarak jeoloji, önemsiz sebeplerden kaynaklanan bir olaylar yığını, *bir tesadüfler zinciri* olarak görülmüştür. Elbette, jeolojik olayların *gezegensel olgular* olduğu ve bu olaylara hükmeden yasaların yalnızca Dünya'ya özgü olmadığı fikri dikkate alınmamaktadır. Geleneksel uygulama şekliyle coğrafya, Dünya'nın yapısının uyum içindeki parçalardan oluşan bir bütün olduğu ve bölünmez bir mekanizma olarak incelenmesi gerektiği fikrinden yoksundur.

Kural olarak jeoloji, yalnızca yaşamla bağlantılı olayların detaylarını incelemektedir. Bu detayların ardındaki *mekaniz-*

ma bilimsel bir olgu olarak kabul edilmez. Bu tür mekanizmaların belirtileri ile çevrili olmalarına rağmen, yeterince dikkatli olmayan araştırmacılar bunları sık sık görmezden gelmektedir.

Bu metinlerde, yaşam olgusunun jeolojik önemine dair farklı bir görüş sunmaya çalıştım. Hiçbir hipotez kurmayacak, deneysel genellenmenin sağlam zemininde kalmaya çalışacağım. Böylece yaşamın ve gezegensel süreçlerin jeolojik belirtilerini kesin ve tartışılmaz olgular temelinde tasvir edeceğim.

Bununla birlikte, bilimde deneysel genelleme yöntemine, doğa bilimcilerin temel keşiflerini oluşturan genellemelere aykırı görünen, uzun zamandır jeolojik düşüncenin bir parçası olan üç önyargıyı atlayacağım.

Yukarıda sözü edilen önyargılardan biri, jeolojik olguların, karmaşıklık ve sayıları nedeniyle esasen kör ve belirsiz olan *sebeplerin rastlantısal sonuçları* olduğudur.

Bu önyargı, sadece kısmen dünyanın belirli felsefi-dinî yorumlarıyla ilgilidir; temel olarak ampirik [görgül] bilginimizin eksik mantıksal çözümlemesine dayanır.

Diğer iki önyargı, jeolojinin ampirik ilkelerine yabancı köklerden sızmıştır. Birincisi, *yaşamın bir başlangıcının olduğu varsayımıdır* – jeolojik geçmişin belli bir aşamasında yaşamın başlangıcı ya da *biopoesis*¹. Mantıksal bir gereklilik olarak kabul edilen bu görüş, dinî ve felsefi kurgular şeklinde bilime nüfuz etmiştir. Bir sonraki önyargı, şartların şu anda araştırılabilecek olanlardan açıkça farklı olduğu *gezegensel evrimin jeoloji öncesi evrelerine* önemli bir rol atfetmektir. Özellikle, bir sıvı-akkor ya da akkor halindeki gaz evresinin kesin olduğu varsayılmaktadır. Bu düşünceler, felsefenin ve evrendoğumun (*cosmogony*) erken gelişim aşamalarında jeolojiye sızmıştır.

1 Canlı maddenin, kendileri canlı olmadığı halde kendi kendini üretebilen karmaşık organik moleküllerden türemesi. Yaşamı başlattığı varsayılan süreç. –çev.

Bu fikirlerin mantıksal sonuçları çağdaş jeolojiye uygulandığında aldatıcı, zararlı ve hatta tehlikeli olur.

Gelin tüm deneysel gerçekleri, gezegenin tüm bölümlerini bölünmez bir bütün halinde birleştiren *bütünsel bir mekanizma* açısından ele alalım. Ancak o zaman, bu düşünce ile yaşamın jeolojik etkileri arasındaki mükemmel benzerliği algılayabiliriz. Burada mekanizmanın varlığı hakkında tahminde bulunmayacağım, ama onun deneysel gerçeklere karşılık geldiğini ve bilimsel analizden çıkarıldığını göstereceğim. Mekanizmaya bütünüleyici üye olarak dâhil edilen, yaşamın tezahür alanı olan biyosferdir.

Ne yaşamın başlangıcını ne kozmik gezegen şartlarının jeolojik olgular üzerindeki etkisini, ne de erken magmatik evrenin varlığını varsaymak için yeterli deneysel kanıt bulabildim. Dahası bu kavramları geçerli bilimsel genellemeler açısından işe yaramaz ve sınırlayıcı buluyorum. Gerçeklere dayandırılmayan felsefi ve evrendoğumsal [kozmogonik] hipotezler terk edilmeli ve yenileri aranmalıdır.

Bu kitabı oluşturan iki makale, “Kozmos’ta Biyosfer” ve “Yaşamın Alanı”, yukarıda sunulan bakış açısıyla bağlantılı ama bağımsız eserlerdir. Onları yazma ihtiyacı, yazar tarafından 1917’den beri gerçekleştirilen biyosfer çalışmaları sonucunda ortaya çıktı.

Bu çalışma ile ilgili olarak üç makale yazdım: “Canlı Madde”, “Canlı Maddenin Yapısı” ve “Element Sisteminin Jeokimyası Tarihinde Canlı Madde”. Bunları yayına hazırlamak için zamanım olmadı, ancak daha sonraki bir tarihte yapmayı umuyorum.

BİRİNCİ BÖLÜM

KOZMOS'TA BİYOSFER



Doğada her şey uyum içerisinde,
Sonsuza dek sürececek bir ahenk...
F. Tyutçev, 1865

1

Dünya'nın yüzeyi, uzaydan bakıldığında diğer tüm gök cisimlerinden farklı, emsalsiz bir görünüm sunar. Gezegeni kozmik ortamdan ayıran bu yüzey *biyosferdir*. Temel olarak Güneş ışınları sayesinde görünürlük kazansa da, uzaydan sadece çok küçük bir kısmını gözlerimizle görebileceğimiz sınırsız sayıda ışımaya maruz kalır. Geniş bir dalga boyu aralığını kapsayan bu ışınların çeşitliliğini ve önemini kavramaktan henüz uzağız.

Anlayışımız boşluklarla doludur, ama gelişkin alıcılar onların varlığı ve çeşitliliği hakkındaki bilgimizi hızla genişletmektedir. Bu ışınlar, boş kozmik bölgeleri geometrinin ideal uzamından kesinlikle farklı kılmaktadır!

Işımlar, kozmik ortamdaki maddi cisimleri ve değişimleri açığa çıkartır. Bir kısmı, hal değişimleri üzerinden enerji olarak ortaya çıkar ve kuantaya yığılırlar, elektronlar ve yüklerin hareketlerine işaret eder. Bir bütün olarak hareketsiz kalabilen yığınlar, ayrı elementlerin hareketlerini kontrol eder.

Aynı zamanda, hemen hemen dalgalarla aynı hızda hareket eden ve yığınların farklı parçalarının değişimlerinden meydana gelen taneciklerin ışınları da mevcuttur (en çok çalışılmış olanları elektronlardır). Her iki ışın da güçlü enerji çeşitleridir ve maddi cisimler içerisinde geçtiklerinde gözlemlenebilir değişimlere sebep olur.

2

Şimdilik, parçacık ışımlarının biyosferdeki jeokimyasal olgular üzerindeki etkilerini yok sayabiliriz ama enerji hallerinin

değişiminden kaynaklanan ışımaları her zaman dikkate almamız gerekir. Bunlar, çeşitlerine ve dalga boylarına göre ışık, ısı veya elektrik olarak ortaya çıkarlar ve gezegenimizdeki dönüşümleri üretirler.

Bu ışınlar, dalga boyunda bilinen 40 oktavlık (10^{-8} cm'den kilometrelerce uzunluğa kadar) bir menzili kapsar – görünür tayf bir oktavdır. Bu muazzam aralık bilimsel buluşlarla sürekli olarak genişlemektedir ama bu 40 oktavlık menzilin yalnızca ufak bir kısmı kozmosa dair bakışımızı değiştirmiştir.

Kozmostan gezegenimize düşen ışımlar sadece dört buçuk oktavı oluşturur. Diğer oktavların Dünya'nın yüzeyine ulaşamamasını, yukarı atmosferde emilime uğramalarıyla açıklıyoruz.

En çok bilinen ışımlar bir oktavı ışık ışınları, üç oktavı kızılötesi ısıma ve yarım oktavı morötesi olmak üzere Güneş'ten gelir. Son yarım oktav şüphesiz Güneş'ten gelen morötesi ışımanın çok ufak bir kısmıdır, nitekim çoğu stratosferde alıkoyulmaktadır.

3

Bu şiddetli kozmik güç, gezegenimize yeni bir karakter kazandırır. Dünya'ya çarpan bu ışımlar biyosfere, yaşamsız gezegensel yüzeylere yabancı özellikler kazandırır ve böylece Dünya'nın yüzeyini dönüştürür. Bu ışımlar tarafından etkinleştirilen biyosferdeki madde, Güneş enerjisini biriktirip yeniden dağıtır ve sonunda onu Dünya'da iş görme yetisine sahip serbest enerjiye dönüştürür.

Dünya'nın dış katmanı bu nedenle sadece maddenin alanı olarak değil, enerjinin alanı ve gezegenin dönüşümünün kaynağı olarak da görülmelidir. Büyük ölçüde, dışsal kozmik güçler Dünya'nın yüzeyini şekillendirir ve sonuç olarak, biyosfer tarihsel olarak gezegenin diğer parçalarından farklılık kazanır. Bu biyosfer, olağanüstü bir gezegensel rol oynar.

Biyosfer, yeryüzü süreçlerinin sonucu olduğu kadar, *Güneş'in yaratımıdır*. Yeryüzü yaratıklarını, özellikle de insanı Güneş'in çocukları olarak gören antik dinsel sezgiler, dünyevi varlıkları madde ve enerjinin kör ve tesadüfi oyunundan doğan yaratıklar olarak görenlerin öğrettiğinden çok daha yakındır gerçeğe. Dünyadaki yaratıklar yaygın ve kompleks süreçlerin sonucudur ve sabit yasaların hüküm sürdüğü ve tesadüflere yer vermeyen uyum içerisindeki kozmik mekanizmanın temel bir parçasıdır.

4

Bu sonuca biyosferdeki maddeyi kavrayışımız ile ulaşıyoruz – bu, maddenin Dünya üzerinde etkisi olan kozmik güçlerin doğrudan dışavurumu olduğuna dair çağdaş kanıtların derinden etkilediği bir kavrayıştır.

Bu, çoğu belki de uzaydan kozmik toz veya meteor şeklinde düşen biyosferdeki maddenin dünya dışı kökeninin bir sonucu değildir. Bu yabancı madde, atomik yapısı açısından yeryüzüne ait sıradan maddeden ayırt edilemez.

Yeryüzü olguları alanına giriş yapmadan önce duraksamalıyız, çünkü bu gezegendeki maddenin fark edilmeyen karakteri hakkındaki görüşlerimiz, jeolojiye dair kavrayışımızı çökerten büyük bir dönüşüm geçiriyor.

Dünyevi madde ve dışsal kozmik madde arasındaki yapısal özdeşlik sadece biyosfer ile sınırlı değildir, ancak tüm yer kabuğuna, yani 60-100 kilometre derinliğe ulaşan ve en dıştaki kısmında biyosferle arayüze sahip taş küreye kadar genişler.

Gezegenin daha derin kısımlarındaki madde, farklı bir kimyasal bileşime sahip olmakla beraber aynı özdeşliği gösterir. Ancak bu bölgelerdeki madde, ufak miktarlarda bile olsa Dünya'nın kabuğuna nüfuz etmemektedir ve biyosfer çalışmalarında göz ardı edilebilir.

5

Kabuğun kimyasal bileşimi uzun süredir saf jeolojik sebeplerin sonucu olarak görüldü. Bu, suların (kimyasal ve çözücü), atmosferin, organizmaların, volkanik patlamaların vs. devinimlerine başvurularak açıklanmaya çalışıldı; jeolojik süreçlerin ve kimyasal elementlerin özelliklerinin değişmediği varsayımına dayandırıldı.

Bu açıklamalar ile önerilen başka ve daha karmaşık açıklamalar çeşitli sorunlar ortaya koydu. Bileşimin Dünya'nın bugünkünden çok farklı olduğu antik dönemlerin kalıntısı olduğu varsayıldı. Kabuğun, ergimiş kütlelerin soğuyarak katılaşmasını düzenleyen kimyasal yasalara uygun olarak gezegenin bir zamanlar ergimiş kütlelerinin Dünya'nın yüzeyinde biçimlenmiş bir volkanik cüruf olduğu kabul edildi. Hafif elementlerin egemenliğini açıklamak için kabuğun şekillenmesinden önceki kozmik dönemlere gönderme yapıldı. Nebuladan² fırlatılmış ergimiş bir kütle olarak biçimlendiği dönemde, ağır elementlerin Dünya'nın merkezine yakın toplandığı düşünüldü.

Bütün bu teorilerde, kabuğun bileşimi salt jeolojik olguların sonucu olarak görüldü. Kabuğun bileşimindeki kimyasal değişimler düşük sıcaklıklarda etkin jeolojik süreçlere atfedildi, kabuğun bileşimindeki izotopik değişimler ise yüksek sıcaklıklardaki süreçlerle açıklandı.

6

Bu açıklamalar, yıldızların kimyasal bileşiminin önceden tahmin edilemeyen karmaşıklıkta, çeşitlilikte ve düzende belirlendiğini gösteren güncel sonuçlarla uyum içerisindeki yeni kurumsallaşmış yasalarla kati surette çelişmektedir.

Dünyanın ve özellikle kabuğunun bileşimi, salt jeolojik olguları aşan sonuçlar barındırmaktadır. Bunları anlamak için

2 Nebula: Bulutsu yıldız topluluğu. -çev.

ilgimizi tüm kozmik maddenin bileşimine ve kozmik süreçlerde atomun dönüşümüne çevirmeliyiz. Bu kurgusal alanda yeni kavramlar hızla birikmektedir. Ancak karşılaştırmalı olarak pek az kuramsal çözümleme yapılmıştır ve doğruluğu ispat edilebilir çıkarsamalar nadiren kesindir. Yine de bu olguların muazzam önemi ve beklenmedik sonuçları göz ardı edilemez. Bu olguların üç boyutu, bir ön tartışmaya açılabilir: 1. kabuktaki elementlerin Mendeleyev'in periyodik tablosundaki olağandışı konumları; 2. bunların karmaşıklığı; 3. dağılımlarının tekdüze olmayışı.

Çift atomik sayılı elementler yer kabuğunda baskın konumdadır. Bunu bilinen jeolojik sebeplerle açıklayamıyoruz. Buna ek olarak bu olgu, incelemelerimize el altında olanak veren tek dünyadışı cisimler olan göktaşlarında daha belirgindir.

Diğer iki boyut bundan da daha anlaşılmaz gözükmektedir. Bunları bilinen jeolojik yasalar ve nedenlerle açıklama çabası iyi bilinen gerçeklerle açıkça çelişmektedir. Dünyadışı elementlerin sabit izotopik bileşimleri bir yana, onların karmaşıklığının aksi kanıtlanamaz gerçekliğini dahi açıklayamıyoruz. Kökenleri ve tarihlerindeki muazzam farklılığa rağmen, farklı göktaşlarındaki izotopik oranların aynı olduğu gösterilmiştir.

Eski görüşlerin aksine, Dünya'nın bileşimine hükmeden yasaları salt jeolojik olgularla veya sadece Dünya'nın tarihinin "aşamaları" ile açıklamak olanaksız hale gelmektedir. İkinci açıklama, gezegenimizin derinliklerindeki bölümlerle göktaşlarının bileşimi arasında bir benzerlik olmadığı gibi, ne yer kabuğundaki ne de derinliklerindeki kayalarda, hafif elementlerle yoğun demirlerin, göktaşlarında olduğu gibi, bir aradalığı söz konusu olmadığından çökmektedir. Elementlerin, Dünya'nın nebuladan şekillendiği sırada, en ağırları merkezde olmak üzere ağırlıklarına göre dağıldığı hipotezi gerçeklerle örtüşme-

mektedir. Bunun açıklaması, ne tek başına jeolojik ve kimyasal olgularda, ne de Dünya'nın tarihi tek başına ele alındığında bulunabilmektedir. Kökenleri derinliklerde yatmaktadır ve kozmosun tarihinde, belki de kimyasal elementlerin yapısında aranmalıdır.

Soruna ilişkin bu görüş, yeni ve beklenmedik bir biçimde, yer kabuğu ile Güneş ve yıldızların bileşimi arasındaki benzerlikle doğrulanmıştır. Kabuğun ve Güneş'in dış katmanlarının bileşiminin benzerliği Russell tarafından 1914'te işaret edilmiş ve yıldızların tayfına dair son çalışmalarda benzerlikler belirgin hale gelmiştir. Cecilia H. Payne ağır yıldızsal elementleri miktarlarına göre çoktan aza şu şekilde sıralıyor: Silisyum, sodyum, magnezyum, alüminyum, karbon, kalsiyum, demir (yüzde birden fazla); çinko, titanyum, mangan, kromyum, potasyum (binde birden fazla).

Bu model açıkça yer kabuğundaki sıralamaya denk düşüyor: Oksijen, silisyum, alüminyum, demir, kalsiyum, sodyum, potasyum, magnezyum.

Yeni bir çalışma alanından elde edilen bu sonuçlar, derinlemesine farklı gök cisimlerinin kimyasal bileşimlerindeki çarpıcı benzerliğe dikkat çekiyor. Bu, Dünya'nın, Güneş'in ve yıldızların dış parçaları arasında gerçekleşen maddi alışverişle açıklanabilir. Göktaşlarının ve Dünya'nın iç kesimlerinin bileşimi Dünya'nın örtüsününkinden açıkça farklı olduğundan, daha derin bölümler farklı bir görüntü çizmektedir.

7

Bu nedenle Dünya'nın, özellikle de biyosferin bileşimini kavrayışımızda büyük değişikliklere tanık oluyoruz. Sadece gezegensel veya dünyevi bir olguyu değil, atomların kozmik tarihteki yapılanmasını, dağılımını ve evriminin dışa vurumunu algılıyoruz.

Bu olguları açıklayamıyoruz ama en azından, bugüne kadar dünyevi kimyanın kendini sınırladığı olgunun etkinlik alanından farklı bir yöntemle işlenebileceğini anlıyoruz. Gözlemlenmiş gerçeklere farklı bakarak, sorunun çözümünü *nerede* arayacağımızı ve bu arayışın nerede faydasız olacağını biliyoruz. Kozmosun yapısı kendisini gezegenimizin dış derisinde veya üst yapısında dışavuruyor. Biyosfer hakkında ancak onu kozmik mekanizmanın bütünü ile birleştiren bağı dikkate alarak bilgi sahibi olabiliriz.

Bu bağ hakkında, tarihin pek çok olgusunda kanıt bulabiliyoruz.

Kozmik Enerjinin Dönüşüm Bölgesi Olarak Biyosfer

8

Biyosfer, kozmik ışımaları elektriksel, kimyasal, mekanik, termal [ısı] ve diğer aktif enerji biçimlerine dönüştüren bir dönüştürücüler bölgesi olarak kabul edilebilir. Yıldızlardan yayılan ışımlar biyosfere girer, ama bu toplamın sadece önemsiz bir kısmını yakalar ve algılarız; bu kısım neredeyse sadece Güneş'ten gelir. Kozmosun en uzak bölgelerinden kaynaklanan ışmanın varlığından şüphe edilemez. Yıldızlar ve bulutsular sürekli olarak belirli bir ışıma yayar ve her şey Hess tarafından atmosferin üst bölgelerinde keşfedilen delici ışmanın, Güneş sistemi sınırlarının ötesinde, belki Samanyolu'nda, bulutsularda veya Mira Ceti tipi yıldızlarda ortaya çıktığını göstermektedir. Bunun önemi bir süre daha belli olmayacaktır ama bu delici kozmik ışıma biyosferin karakterini ve mekanizmasını belirlemektedir.

Güneş ışımalarının dünyadaki süreçler üzerindeki etkisi, biyosferin hem karasal hem de kozmik bir mekanizma olarak görülmesi için kesin bir temel sağlar. Güneş, biyosfere nüfuz ederek Dünya'nın çehresini tamamen dönüştürdü; bu da Güneş'ten

gelen ışınları yeni ve çeşitli enerji biçimlerine çevirerek gezegenimizin tarihini ve kaderini değiştirdi. Biyosfer de büyük ölçüde bu ışımanın ürünüdür.

Morötesi, kızılötesi ve görünür dalga boylarının oynadığı önemli roller günümüzde iyi bilinmektedir. Biyosferin bu üç Güneş titreşimi sistemini dönüştüren kısımlarını da tanımlayabiliriz, fakat bu dönüşümün mekanizması aklımızın henüz sadece kavrayabildiği bir zorluk ortaya koyar. Bu mekanizma, bizim de ayrılmaz bir parçasını oluşturduğumuz sınırsız çeşitlilikteki doğal renkler, biçimler ve hareketlerle gizlenmiştir. İnsan düşüncesinin doğanın göze karmakarışık gelen görünümünde tek ve eksiksiz bir mekanizmanın ana hatlarını kavraması binlerce yüzyıl sürdü.

9

Biyosferin bazı kısımlarında, Güneş ışıınım sistemlerinin üçü birden aynı anda dönüştürülür; diğer kısımlarda, işlem çoğunlukla tek bir spektral [görüngesel] bölgede yer alabilir. Her zaman doğal cisimler olan dönüştürücü aygıtlar, morötesi, görünür ve termal ışınlar söz konusu olduğunda kesinlikle farklıdır.

Morötesi Güneş ışıınının bir bölümü tamamen, bir bölümü ise kısmen, atmosferin seyreltik üst bölgelerinde, yani stratosferde ve belki de daha yüksek ve atomlar açısından daha fakir olan “serbest atmosfer”de emilir. Kısa dalgaların atmosfer tarafından durdurulması veya “emilmesi”, enerjilerinin dönüşümüyle ilgilidir. Bu bölgelerdeki morötesi ışıma, elektromanyetik alanlarda, moleküllerin ayrışmasında, çeşitli iyonlaşma olaylarında ve yeni molekül ve bileşiklerin oluşumunda değişikliklere neden olur. Radyan [ışınır] enerji, bir yandan çeşitli manyetik ve elektriksel etkilere, diğer yandan, dikkate değer kimyasal, moleküler ve atomik süreçlere dönüşür. Bunları kuzey ışıkları (*aurora borealis*), yıldırım, karanlık gecelerde gökyüzünün ay-

dınlatılması, aydınlık bulutlar ve diğer üst atmosferik olaylar şeklinde gözlemleriz. Radyoaktif, elektrik, manyetik, kimyasal ve spektroskopik olayların bu gizemli dünyası sürekli hareket halindedir ve hayal edilemeyecek kadar çeşitlidir.

Bu olgular yalnızca Güneş'in morötesi ışıınının sonucu değildir. Daha karmaşık süreçler de söz konusudur. Biyosfere giren dört buçuk oktav dışındaki tüm Güneş enerjisi biçimleri (§2) "korunur"; yani yeni karasal olaylara dönüşür. Büyük ihtimalle bu, Güneş tarafından yayılan parçacıkların (elektronlar dâhil) güçlü kuvvetleri ve yerçekimi tarafından Dünya'ya çekilen madde parçacıkları, kozmik tozlar ve gaz kütleleri gibi yeni enerji kaynakları için de geçerlidir. Bu olguların Dünya tarihindeki rolü yeni yeni tanınmaya başlamıştır.

Bunlar başka bir enerji dönüşümü biçimi olan canlı madde için de önemlidir. 180-200 nanometreden daha kısa veya daha uzun dalga boyuna sahip dalgalar zararlı olmamasına rağmen bu aralıktaki dalga boyları her türlü organizmayı tahrip eder ve tüm yaşam biçimleri için ölümcüldür. Stratosfer tüm bu yıkıcı dalgaları alıkoyar ve böylece Dünya yüzeyinin alt katmanlarını, yaşam alanını korur.

Işımanın bu karakteristik emilimi, ozonun varlığı ile ilgilidir (serbest oksijenden oluşan ozon tabakası (§115) – bizzat kendisi de yaşamın bir ürünüdür).

10

Morötesi ışımanın önemi henüz tanınmaya başlanmış olsa da, radyan Güneş ısısı veya kızılötesi ışımanın rolü uzun zamandan beri bilinmektedir ve Güneş'in jeolojik ve jeokimyasal süreçler üzerindeki etkisine ilişkin çalışmalar açısından özellikle dikkat çekicidir. Güneş'in termal radyasyonunun mekanik, moleküler (buharlaşıma, bitkilerin terlemesi vb.) ve kimyasal enerjiye dönüşümünün ve radyan Güneş ısısının, yaşamın var-

lığı için önemi tartışılmaz. Etkileri her yerde belirgindir – organizmaların yaşamında, rüzgâr ve okyanus akıntılarının hareket ve etkinliğinde, deniz dalgalarında, kayaların tahribi ve buzulların hareketinde, nehirlerin oluşumu ve hareketlerinde, kar ve yağmurun muazzam eserinde...

Biyosferin sıvı ve gaz kısımlarının, ısı biriktiricisi ve ısı dağıtıcısı olarak oynadıkları rolün değeri ise tam olarak kavranmamıştır. Atmosfer, deniz, göller, nehirler, yağmur ve kar bu süreçlere etkin olarak katılmaktadır. Dünya'nın okyanusları bir ısı düzenleyicisi olarak görev yapar, iklim ve mevsimlerin kesintisiz değişimlerinde, yaşam süreçlerinde ve yeryüzünde gerçekleşen sayısız olayda kendisini hissettirir. Suyun moleküler karakteri tarafından belirlenen özel termal özellikleri, okyanusun gezegenin ısı bütçesinde bu kadar önemli bir rol oynamasını sağlar.

Okyanus, yüksek özgül ısısı nedeniyle hızla ısınır ama güçsüz ısı iletkenliği nedeniyle biriken ısıyı yavaşça verir. Işımadan emilen ısıyı buharlaşma yoluyla moleküler enerjiye, kendisine nüfuz eden canlı madde yoluyla kimyasal enerjiye, dalgalar ve okyanus akıntıları aracılığıyla mekanik enerjiye dönüştürür. Nehirlerin ve hava kütlelerinin ısıtılması ve soğutulmasıyla birlikte diğer meteorolojik olaylar da benzer kuvvet ve ölçektedir.

11

Biyosferin temel enerji kaynakları, kimyasal süreçlerinde yalnızca dolaylı bir etkiye sahip olan morötesi ve kızılötesi spektral bölgelerde bulunmaz. Güneş'in radyan enerjisini biyosferin aktif kimyasal enerjisine dönüştüren, canlı madde, yani dünyadaki canlı organizmaların toplamıdır.

Canlı madde, fotosentez yoluyla sayısız yeni kimyasal bileşim yaratır ve biyosferi, yeni moleküler sistemin kalın bir tabakası olarak inanılmaz bir hızla genişletir. Bu bileşikler, biyosferin termodinamik alanındaki serbest enerji bakımından zengindir.

Bununla birlikte bu bileşiklerin çoğu kararsızdır ve sürekli olarak daha kararlı biçimlere dönüştürülür.

Bu tür transformatörler, temelde farklı bir mekanizma aracılığıyla kısa ve uzun Güneş ışınlarının dönüşümü alanında yer alan karasal maddeyle keskin bir tezat oluştururlar. Morötesi ve kızılötesi ısımanın dönüşümü, ısımanın kendisinden tamamen bağımsız olarak oluşan atomik ve moleküler maddeler ile etkilere girmesi yoluyla gerçekleşir. Diğer yandan fotosentez, *bizzat kendisinin yarattığı* karmaşık, özgül mekanizmalar vasıtasıyla gerçekleşir. Bununla birlikte fotosentez yalnızca, bu dalga boylarındaki enerjiyi aktif karasal enerjiye dönüştüren morötesi ve kızılötesi süreçler aynı anda meydana gelirse devam edebilir.

Canlı organizmalar, biyosferin hem içinde hem de dışında, yer kabuğundaki diğer tüm atomik, iyonik veya moleküler sistemlerden farklıdır. Canlı organizmaların yapıları hareketsiz [*inert*] maddelere benzemektedir, sadece daha karmaşıktır. Bununla birlikte, canlı organizmaların biyosferin kimyasal süreçlerini etkilediği değişimler nedeniyle, canlı yapılar basitçe hareketsiz madde yığınları olarak kabul edilmemelidir. Çoğalmalarında ortaya çıkan enerjik karakteri, hareketsiz (ve geçmişte canlı) maddenin moleküler yapısının durağan kimyası ile jeokimyasal olarak karşılaştırılmaz.

Canlı maddenin kimyasal mekanizmaları hâlâ bilinmemekle birlikte, canlı maddede enerjik bir olay olarak kabul edilen fotosentezin, belirli bir kimyasal ortamda ve ayrıca biyosferinkinden farklı bir termodinamik alanda gerçekleştiği açıktır. Canlı maddenin termodinamik alanı içinde kararlı halde bulunan bileşikler, organizmanın ölümüyle biyosferin termodinamik alanına girip serbest enerji kaynağı haline geldiklerinde kararsız hale gelirler.³

3 Bir organizma içindeki olguların alanı ("canlıların alanı"), termodinamik ve kimyasal olarak "biyosfer alanından" farklıdır.

Ampirik Genelleme ve Hipotez

12

Jeokimyasal bir bağlamda gözleendiği üzere, yaşamın enerjik olgularının anlaşılması, yukarıda belirtildiği gibi gözlemlenen gerçeklere uygun bir açıklama sağlar. Ancak biyolojik bilğimiz ile karşılaştırıldığında, *hareketsiz maddeye* ilişkin bilğimizle ilgili olarak kayda değer belirsizlikler bulunmaktadır. Fizik bilimlerinde, biyosfer ve yer kabuğunun yapısıyla ilgili uzun zamandır doğru olduğu düşünülen fikirleri terk etmek zorunda kaldık. Ayrıca uzun süre önce kabul edilmiş ama salt jeoloji ile sınırlı açıklamaları da reddetmek zorunda kaldık (§6). Mantıksal ve bilimsel olarak gerekli görünen kavramların aldatıcı olduğu kanıtlandı. Bu kavramsal yanılgıları düzeltmek, söz konusu olayları kavrayışımızı beklenmedik şekilde etkiledi.

Yaşamın araştırılması daha da büyük zorluklarla karşı karşıyadır, çünkü bilime yabancı felsefi ve dinî kavramlar bu alanın temel ilkelerine, bilimin diğer tüm dallarından daha fazla sızmıştır. Felsefi ve dinî soru ve sonuçlar canlı organizma ile ilgili fikirlerde sürekli olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alandaki en özenli doğa bilimcinin vardığı sonuçlar, yüzyıllar boyunca, doğaları gereği bilime yabancı olan kozmolojik [evrenbilimsel] kavramların sisteme dâhil edilmesinden etkilenmiştir. (Bu durumun kozmolojik kavramları daha az değerli veya daha az derin kılmadığı da belirtilmelidir.) Sonuç olarak, büyük biyoloji sorularını incelerken diğer alanlarda uygulanan bilimsel araştırma yöntemlerine uymak son derece zorlaşmıştır.

13

Yaşamın vitalist [dirimselci] ve mekanik temsilleri, bilimsel gerçeklere dayanan çıkarımlar olmayan felsefi ve dinî fikirlerin

iki yansımasıdır. Bu temsiller, yaşama ilişkin olayların incelenmesini engellediği gibi ampirik genellemeleri de altüst eder.

Vitalist temsillerin yaşama ilişkin olaylar hakkında getirdiği açıklamalar kozmos için birleşik bir teori kurmamıza yarayan modellere, bilimsel genelleştirmelere yabancıdır. Bu tür temsillerin karakteri, içerikleri bilimsel alana taşıdığı anda onları işe yaramaz hale getirir.

Öte yandan, canlı organizmalardaki salt fizikokimyasal kuvvetlerin basit oyununa odaklanan mekanik temsiller de bilimde ilerleme için aynı derecede ölümcüldür. Bu temsiller varacağı sonuçları sınırlandırarak bilimsel araştırmaları engeller, tahmine dayalı varsayımsal yapıları işin içine sokarak bilimsel anlayışı gölgeler. Başarılı varsayımlar bilimin ilerleyişindeki tüm engelleri hızla ortadan kaldıracaktır ama tahmine dayalı varsayımsal yapılar ve bunların uygulanması bilimin incelediği gerçekliğe yabancı soyut felsefi yapılarla yakından ilişkili olmuştur. Bu yapılar aşırı basitleştirilmiş analitik yaklaşımlara yol açmış ve bu nedenle olayların karmaşıklığı kavramını tahrip etmiştir. Tahminde bulunmaya dayalı varsayımsal yapılar, bugüne dek yaşam anlayışımızı geliştirmedir.

Bilimsel araştırmalarda bu tür açıklamaları reddetme ve yaşama ilişkin olguları yalnızca ampirik süreçler üzerinden inceleme eğiliminin güçlenmesini olumlu değerlendiriyoruz. Bu eğilim veya yöntem, yaşamı açıklamanın, yaşama bilimin modeller ve hipotezlerden inşa ettiği bir yapı olarak soyut kozmosumuzda bir yer tahsis etmenin olanaksızlığını kabul eder.

Şu anda, yaşam olgusuna yalnızca ampirik bir şekilde, yani temelsiz hipotezlere başvurmadan başarılı bir şekilde yaklaşabiliriz. Ancak bu şekilde, bilinen fizikokimyasal kuvvetler alanını genişleterek canlı olguların yeni yönlerini keşfedebilir veya bilimsel evrenimizin yapısı hakkında yeni bir ilke, aksiyom veya

fikir ortaya koyabiliriz. Bu yeni ilkeleri veya kavramları kesin olarak kanıtlamak veya bilinen aksiyomlardan türetmek mümkün olmayacaktır. Ama, kozmos anlayışını atomlar dünyasına bağlamış radyoaktivite anlayışı gibi, yaşam olgularını kozmos görüşümüze bağlayan yeni hipotezler geliştirmemizi sağlayacaktır.

14

Biyosferin canlı organizması bugün, bilinen fizikokimyasal sistemlere tamamen indirgenemeyen özel bir birim olarak ampirik olarak çalışılmalıdır. Gelecekte bu kadar indirgenip indirgenemeyeceği henüz net değildir. İmkânsız gibi görünmüyor ama ampirik bir yaklaşım benimserken başka bir olasılığı unutmamalıyız. Belki de birçok bilimci tarafından ortaya konulan bu problem tamamen hayalidir. Bugün anlaşıldığı üzere tüm canlı formlarının fizik ve kimya kanunları tarafından yönetildiğine dair benzer şüpheler, çoğu zaman biyoloji alanında da ortaya çıkmaktadır.

Jeolojik bilimlerde, biyolojide olduğundan bile daha ampirik bir zeminde durmalı, vitalist ve mekanik yapılardan titizlikle kaçınılıyız. Bu noktada jeokimya özellikle önemlidir, çünkü canlı madde ve organizma kütleleri onun başlıca unsurlarıdır ve her adımda bizi canlı olgularla karşı karşıya getirir.

Canlı madde biyosfere evrende biricik ve olağandışı bir karakter kazandırır. Jeolojik tarihlerinin aşılmaz dağlarıyla ayrılmış olmalarına rağmen, canlı ve hareketsiz madde türleri birbiri üzerinde karşılıklı bir etkide bulunurlar. Bu farklı biyosferik maddelerin farklı olgu kategorilerine ait olduğundan ve birbirlerine indirgenemeyeceğinden hiç kuşku duyulmamıştır. Canlı ve hareketsiz madde arasındaki görünürdeki bu daimi fark, zamanı gelince belki de tamamen tesis edilebilecek bir aksiyom

[belit] olarak kabul edilebilir.⁴ Şu anda kanıtlanamıyor olsa da, bu ilke, doğa bilimlerinin en büyük genellemelerinden biri olarak kabul edilmelidir.

Böyle bir genellenenin ve bilimdeki çoğu ampirik genellenenin önemi çoğu zaman göz ardı edilir. Alışkanlık ve felsefi yapıların etkisi, onları bilimsel hipotezlerle karıştırmamıza neden olur. Canlı olgularla uğraşırken, derinden kök salmış ve zararlı alışkanlıklardan kaçınmak özellikle önemlidir.

15

Ampirik genellemeler ve bilimsel hipotezler arasında büyük bir fark vardır. Bu ikisi oldukça farklı kesinlik dereceleri sunar. Her iki durumda da, sonuçlara ulaşmak için çıkarımlardan yararlanılır. Bu sonuçlar da gerçek olguların incelenmesiyle doğrulanır. Jeoloji gibi tarihsel bir bilimde, doğrulamalar bilimsel gözlem yoluyla gerçekleşir.

İki durum farklıdır, çünkü ampirik bir genelleme tümevarımsal bir araştırma programının bir parçası olarak toplanan olgular üzerine kurulur. *Böyle bir genelleme, olgusal sınırların ötesine geçmez ve ulaşılan sonuçlar ile doğanın temsilleri arasındaki uzlaşmaları göz ardı eder.* Bu açıdan ampirik bir genelleme ile bilimsel olarak yerleşmiş bir olgu arasında fark yoktur. Bizi burada ilgilendiren, bunların doğa görüşümüzle karşılıklı uzlaşmaları değil, aralarındaki çelişkilerdir. Bu tür çelişkiler *bilimsel bir keşif için uygun bir ortam oluşturacaktır.*

İncelenen olguların belirli özellikleri, ampirik genellemeler için özel öneme sahiptir. Bununla birlikte, diğer tüm özelliklerin etkisi her zaman hissedilir. Ampirik bir genelleme, herhangi bir hipotez tarafından desteklenmeden uzun süre bilimin bir

4 Günümüzde matematiksel aksiyomlarla ilgili düşüncelerimizde meydana gelen değişim, doğal bilimlerdeki aksiyomların yorumunu etkilememelidir. Sonuncusu eleştirel felsefi düşünce tarafından daha az ayrıntılı olarak incelenmiştir ve bilimsel bir keşif ortaya koyar.

parçası olabilir. Bu haliyle, ampirik genelleme anlaşılmaz olmayı devam ederken, doğa anlayışımız üzerinde çok büyük ve faydalı bir etki yaratmaktadır.

Fakat zamanı geldiğinde yeni bir ışık bu genellemeyi aydınlatığında o, bilimsel hipotezlerin yaratılması için bir alan haline gelir, evrene ilişkin taslağımızı dönüştürmeye başlar ve değişikliklere uğrar. Daha sonra çoğunlukla, ampirik genellenmenin, varsayımları gerçekten içermediği ya da içeriğinin çok daha zengin olduğu ortaya çıkar. Moseley'in 1915'teki keşfinden sonra bilimsel hipotezler için genişletilmiş bir alan haline gelen D. J. Mendeleyev'in periyodik kimyasal elementler sistemi genellemesinin (1869) tarihi bu bakımdan çarpıcı bir örnektir.

16

Bir hipotez veya teorik yapı, tamamen farklı bir yolla düzenlenmiştir. Bir olgunun temel özelliklerinin tekil veya küçük bir kısmı göz önünde bulundurulur, gerisi göz ardı edilir ve bu temelde olgunun bir temsili yapılır. Bilimsel bir hipotez, dayandığı olguların daima ötesine (sıklıkla çok ötesine) geçer. Gerekli sağlamlığı elde etmek için doğanın diğer baskın teorik yapılarıyla olası bütün bağlantıları kurmalı ve *bunlarla çelişmemelidir*.

Tamamen Olgulardan Çıkarılan Ampirik Bir Genelleme Doğrulama Gerektirmez

17

Sunacağımız açıklama, hipotezler veya teorilerle değil yalnızca bilinen olgularla desteklenen ampirik genellemelere dayanıyor. Aşağıdakiler başlangıç ilkelerimizdir:

1. Tüm jeolojik dönemlerde (mevcut dönem de dâhil olmak üzere) hiçbir abiyojenez (kendiliğinden türeme) izine rastlanmamıştır.

2. Jeolojik zaman boyunca, hiçbir azoik (yaşamdan yoksun) jeolojik dönem gözlemlenmemiştir.
3. Bundan şu sonuçlar çıkar:
 - a) Mevcut canlı madde, tüm eski jeolojik çağlardaki canlı madde ile genetik olarak bağlıdır.
 - b) Tüm bu zaman boyunca karasal çevrenin koşulları canlı maddenin varlığını desteklemiştir ve bu koşullar her zaman için bugünkü gibi olmuştur.
4. Tüm jeolojik dönemlerde, canlı maddenin çevre üzerindeki kimyasal etkisi önemli ölçüde aynı kalmıştır. Aynı yüzeysel aşınma süreçleri bu süre zarfında Dünya yüzeyine etkide bulunmuştur. Hem canlı maddenin hem de yer kabuğunun kimyasal bileşimleri bugünküyle yaklaşık olarak aynı olmuştur.
5. Yaşamın birbirine bağladığı atomların sayısının değişmediği ve küresel canlı madde kütlesinin jeolojik zaman boyunca neredeyse sabit kaldığı, yüzeysel aşınma süreçlerinin değişmemiş olmasından anlaşılabılır. Sadece sabit ortalama ile ilgili hafif dalgalanmalara ilişkin bulgulardan söz edilebilir.
6. Hangi olgu göz önünde bulundurulursa bulundurulsun, organizmalar tarafından serbest bırakılan enerji esas olarak (ve belki de tamamen) Güneş ışınımıdır. Organizmalar, kabuk kimyasının Güneş enerjisi ile düzenlenmesinde aracıdır.

18

Bu ampirik genellemeler bilimin karşılaştığı pek çok sorunun, özellikle de felsefi sorunların araştırma alanımıza ait olmadığı sonucuna varmamızı sağlar, çünkü ampirik genellemelerden türetilmezler ve formülasyonları için hipotez gerektirmezler. Örneğin, dünyadaki yaşamın başlangıcı ile ilgili problemleri düşünün (eğer bir başlangıç söz konusu ise). Bunlar arasında, hem Dünya'nın geçmişinde cansız bir dönemin, hem

de bazı varsayımsal kozmik dönemler boyunca abiyojenezin kozmogonik modelleri bulunur.

Bu tür problemler, baskın bilimsel ve felsefi bakış açıları ve kozmogonik hipotezlerle o kadar yakından ilişkilidir ki, mantıksal gereklilikleri genellikle tartışılmaz. Ancak bilim tarihi bu sorunların bilim dünyasında değil din ve felsefe alanlarında ortaya çıktığını göstermektedir. Bu, söz konusu problemler yerleşik olgularla ve ampirik genellemelerle, yani bilimin gerçek alanıyla karşılaştırılırsa açıkça görülebilir. Bu bilimsel gerçekler, biyojenezin problemleri yadsıma ile çözülsün ve yaşamın her zaman var olduğuna, hiçbir canlı organizmanın hareketsiz maddeden kaynaklanmadığına ve azoik⁵ dönemlerin Dünya üzerinde hiçbir zaman var olmadığına kanaat getirecek olsak bile değişmeden kalacaktır. Sadece mevcut kozmogonik hipotezleri yenileriyle değiştirmek ve bilimsel düşüncedeki ilerlemelerle sorgulanan bazı felsefi ve dinî bakış açılarına yeni bilimsel ve matematiksel incelemeleri uygulamak gerekli olacaktır. Bu daha önce modern kozmogoni içerisinde gerçekleşmiştir.

Biyosferde Canlı Madde

19

Yaşam sadece biyosferde var olur. Organizmalar yalnızca yer kabuğunun ince dış tabakasında bulunur ve her zaman için etraftaki hareketsiz maddeden açık ve kesin bir sınırla ayrılır. Canlı organizmalar asla hareketsiz madde tarafından üretilmemiştir. Yaşamı, ölümü ve bozunumu sırasında bir organizmanın atomları biyosfer içerisinde tekrar tekrar dolaşıma girer, fakat canlı madde her zaman için yaşamın kendisinden doğar.

Dünya yüzeyindeki atomların önemli bir kısmı yaşamda birleşmiştir ve sürekli hareket halindedir. Milyonlarca farklı

5 Azoik: Yaşam belirtisi olmayan. -çev.

bileşik sürekli olarak, dört milyar yıl önceki ilk Arkeen'den⁶ bu yana özünde değişmeden devam eden bir süreçte yaratılmaktadır.

Yeryüzündeki hiçbir kimyasal kuvvet, canlı organizmaların toplamından daha sabit olmadığından, uzun vadede hiçbirisi daha güçlü değildir. Bilgimiz arttıkça biyosferdeki kimyasal olayların yaşamdan asla bağımsız olamayacağına daha fazla ikna olduk.

Bütün jeolojik tarih bu görüşü desteklemektedir. En eski Arkeen yatakları, yaşamın varlığının dolaylı göstergelerini sunar. Eski Proterozoik kayalar ve belki de Arkeen kayaları bile, canlıların fosil kalıntılarını korumuştur. C. Schuchert gibi bilim insanları, Arkeen kayalarını yaşam açısından zengin Paleozoik, Mezozoik ve Cenozoik kayalarla ilişkilendirmekte haklıydı. Arkeen kayaları kabuğun bilinen en eski erişilebilen kısımlarına karşılık gelir ve yaşamın çok eski zamanlardan beri en az 1,5 milyar yıl önce var olduğunu kanıtlar. Dolayısıyla Güneş enerjisi o zamandan beri gözle görülür biçimde değişmiş olamaz. Bu çıkarım, Harlow Shapley'in ikna edici astronomik varsayımları ile doğrulanmaktadır.

20

Yaşamın sona ermesi durumunda, bununla bağlantılı büyük kimyasal süreçlerin hem biyosferde, hem de muhtemelen kabukta son bulacağı açıktır. Üst kabuktaki tüm mineraller – serbest alümino silisli asitler (killer), karbonatlar (kireçtaşları ve dolomitler), hidratlı demir ve alüminyum oksitler (limonitler ve boksitler) ve yüzlerce başkaları sürekli olarak yaşamın etkisi ile yaratılır. Yaşamın yokluğunda, bu minerallerdeki elementler hemen yeni koşullara karşılık gelen yeni kimyasal gruplar oluşturacaklardır. Önceki mineral biçimleri kalıcı olarak kaybol-

6 Arkeen: Yaşam biçimlerinin ilk ortaya çıktığı dönem. –çev.

cak ve yer kabuğunda yeni kimyasal bileşiklerin sürekli üretimi için gerekli enerji bulunmayacaktır.

Kimyasal bir eylemsizlik olarak sabit bir denge kalıcı hale gelecektir. Bu denge yalnızca zaman zaman ve belirli noktalarda (örneğin, gaz sızıntısı, termal kaynaklar ve volkanik püskürmeler gibi) dünyanın derinliklerinden gelen madde tarafından etkilenecektir. Ama ortaya çıkan yeni maddeler, nispeten hızlı bir şekilde, yer kabuğunun cansız koşullarına uygun kararlı moleküler biçimleri benimseyecek ve koruyacaklardır.

Dünya'nın derinliklerinden kaynaklanan madde için binlerce çıkış kapısı olmasına rağmen, bunlar Dünya yüzeyinin enginliğinde kaybolur. Volkanik püskürmeler gibi tekrarlayan işlemler bile karasal zamanın sonsuzluğunda algılanamaz olurlar.

Yaşamın ortadan kalkmasından sonra, karasal tektonikteki değişiklikler Dünya yüzeyinde yavaşça meydana gelecektir. Zaman ölçeği, yaşadığımız yıllar ve yüzyıllardan oldukça farklı olacaktır. Değişim, atomik sistemlerin radyoaktif başkalaşım-ları gibi, yalnızca kozmik zaman ölçeğinde algılanabilecektir.

Biyosferdeki sürekli güçler (Güneş'in ısısı ve suyun kimyasal etkisi) bu tabloyu nadiren değiştirecektir, çünkü yaşamın tükenmesi serbest oksijenin yok olmasına ve karbonik asidin belirgin bir düzeyde azalmasına yol açacaktır. Bu nedenle, mevcut şartlar altında biyosferdeki hareketsiz madde tarafından sürekli olarak soğurulan ve canlı madde tarafından eşit miktarda yerine tekrar konan yüzeyin değişiminin ana özneleri ortadan kalkacaktır.

Su, biyosferin termodinamik koşulları altında güçlü bir kimyasal maddedir çünkü yaşamsal süreçler bu "doğal" *vadoz* suyun (§89) kimyasal olarak aktif odaklar, özellikle mikroskobik organizmalar açısından zengin olmasına neden olur. Bu su, içinde çözünmüş oksijen ve karbonik asit tarafından değiştirilir. Bu bileşenler olmadan su, biyosferin geçerli sıcaklık ve basın-

cında kimyasal olarak etkisizdir. Hareketsiz gaz halindeki bir ortamda, Dünya'nın yüzü, ay veya üzerimize düşen metalik meteorlar ve kozmik toz parçacıkları gibi hareketsiz ve kimyasal olarak pasif olacaktır.

21

Böylece yaşam, gezegenimizin yüzeyindeki kimyasal eylemsizliği kuvvetli ve sürekli olarak bozar. Yaşam, doğanın renklerini ve biçimlerini, hayvanların ve bitkilerin işbirliğini, uygar insanlığın yaratıcı emeğini yaratır ve aynı zamanda yer kabuğunun çeşitli kimyasal süreçlerinin bir parçası olur. Kabukta, yaşamın etkisinin belirgin bir şekilde gözlenmediği ve kimyanın yaşamın rolünü gözler önüne sermediği hiçbir kimyasal denge yoktur.

Dolayısıyla yaşam yer kabuğunun dışsal ya da tesadüfi bir olgusu değildir. Kabuğun yapısına sıkı sıkıya bağlıdır, onun mekanizmasının bir parçasını oluşturur ve bu mekanizmanın varlığı için en önemli işlevleri yerine getirir. Yaşam olmasaydı, yer kabuğu mekanizması var olamazdı.

22

Tüm canlılar biyosfer mekanizmasında bir bütün olarak kabul edilebilir ama yaşamın sadece bir kısmı, *yeşil bitki örtüsü*, yani klorofil taşıyıcıları, Güneş ışığını doğrudan kullanır. Klorofil, fotosentez yoluyla, parçası olduğu organizmanın ölümünün ardından biyosferin termodinamik alanında kararsız hale gelen kimyasal bileşikler üretir.

Tüm canlı dünya, yaşamın bu yeşil kısmına doğrudan ve sağlam bir bağla bağlıdır. Klorofil içermeyen hayvan ve bitki maddesi, yeşil yaşamın ürettiği kimyasal bileşiklerden gelişmiştir. Muhtemel bir istisna ototrof [kendibeslek] bakteriler olabilir ama bu bakteriler bile bir şekilde yeşil bitkilere geçmişindeki genetik bir bağla bağlıdır. Bu nedenle, canlı doğanın bu kısmını, Güneş enerjisinin aktif gezegen kuvvetlerine dönüştürülmesin-

den sonra ortaya çıkan bir gelişme olarak düşünebiliriz. Serbest kimyasal enerjinin merkezi olarak hayvanlar ve mantarlar, daha da güçlü değişim unsurları haline gelen azot bakımından zengin maddeleri biriktirir. Ölümünden sonra, kararlı oldukları termodinamik alanı terk edip biyosferin termodinamik alanına girdiklerinde enerjileri ayrışma yoluyla da serbest kalır.

Bir bütün olarak canlı madde –canlı organizmaların toplamı (\$160)– bu nedenle Güneş ışığının dönüştürülmesi yoluyla biyosferde serbest kimyasal enerji biriktiren eşsiz bir sistemdir.

23

Yeşil organizmaların morfolojisi [biçimbilimi] ve ekolojisi üzerine uzun zaman önce yapılan araştırmalar, bu organizmaların en başından beri bu kozmik işlev için uygun hale geldiğini açıkça ortaya koydu. Seçkin Avusturyalı botanikçi I. Wiesner bu sorunu derinlemesine araştırdı ve bir süre önce ışığın yeşil bitkiler üzerinde ısıdan çok daha güçlü bir etkiye bulunduğunu belirtti: “Işığın plastik bir maddeymiş gibi onların kalıbını çıkardığı söylenebilir.”

Önemli bir ampirik genelleme bu noktada ortaya çıkar ve bugün aralarında bir seçim yapmamız olanaksız olan karşıt görüşlere dikkat çeker. Bir yandan yukarıdaki olguyu, canlı organizmaya ait iç dinamikler yardımıyla, örneğin organizmanın Güneş ışınımının tüm enerjisini toplayacak şekilde kendisini uyarladığını varsayarak açıklamaya çalışıyoruz. Öte yandan bu açıklama, aydınlatılmış yeşil organizma hareketsiz bir kütle olarak kabul edilerek, Güneş ışığının etkisi altındaki organizmanın dışında aranıyor. Gelecekteki çalışmalarda çözüm, muhtemelen her iki yaklaşımın bir araya getirilmesinde aranmalıdır. Şimdilik ampirik genellenmenin kendisi çok daha önemlidir.

Güneş’in ışığı ile yeşil yaratıklar âlemi arasındaki sıkı ilişki, koşulların Güneş ışığının taşıdığı enerjiyi dönüştürmek için her

zaman yeşil bir bitki ile karşılaşmasını sağladığına dair ampirik gözlemle kanıtlanmıştır. Normalde, Güneş ışığının tamamının enerjisi dönüştürülür. Enerjinin bu dönüşümü, canlı maddenin bir *özelligi*, biyosferdeki *işlevi* olarak düşünülebilir. Eğer yeşil bir bitki işlevini yerine getiremiyorsa bu anormal durum için bir açıklama bulunmalıdır.

Gözlemlerden elde edilen temel çıkarım, bu sürecin tamamen kendiliğinden gerçekleşmesidir. Bu süreç belirli canlı yapı ve biçimler tarafından bu amaç için uyarlanmış yeşil bitkiler ve aydınlatıcı Güneş ışığı dışında hiçbir etkenin yardımı olmadan düzenlenir. Böyle bir dengenin yeniden kurulması ancak büyük kuvvetlerin zıtlığı durumunda mümkün olabilir. Dengenin yeniden kurulması zamanın geçişiyle de bağlantılıdır.

24

Doğanın gözlenmesi, biyosferdeki bu mekanizmanın belirtilerini sunar. Onun ihtişamını ve anlamını düşünelim. Dünya'daki kara parçaları tamamen yeşil bitki örtüsüyle kaplıdır. Çöl alanları bir istisnadır, ancak bütün içinde göz ardı edilebilir. Uzaydan bakıldığında, Dünya'daki karalar yeşil görünmelidir, çünkü ışığı yakalayan ve dönüştüren yeşil aygıt, üzerine düşen Güneş ışığı gibi aralıksız olarak dünyaya yayılmıştır.

Canlı madde –bir bütün olarak alındığında organizmalar– Dünya'nın tüm yüzeyine gaza benzer bir şekilde yayılır; çevredeki ortamda ya yolundaki engellerden kaçınarak ya da onların üstesinden gelerek belirli bir baskı oluşturur. Zaman içerisinde, canlı madde tüm dünyayı kesintisiz bir örtü gibi örter. Bu örtü yalnızca dış kuvvetler onun kuşatıcı hareketlerine müdahale ettiğinde bölünür.

Bu hareket, *organizmaların* Güneş'in radyasyonu ile ilişkili belirli bir yoğunlukla ve kesintisiz bir biçimde *çoğalmasından* kaynaklanır.

Yaşamın aşırı değişkenliğine rağmen, Güneş enerjisinin yeniden üretimi, büyümesi ve karasal kimyasal enerjiye dönüşümü olgusu sabit matematik yasalarına tabidir. Gök cisimlerinin hareketlerinde aşına olduğumuz hassasiyet, ritim ve ahenk, bu atom ve enerji sistemlerinde de gözlemlenebilir.

Organizmaların Çoğalması ve Canlı Maddedeki Jeokimyasal Enerji

25

Bütün canlı maddelerin bir özelliği olan *çoğalma* yoluyla yayılma, biyosferde yaşamın en önemli tezahürüdür ve bu temel fark ile yaşamı ölümden ayırırız. Bu, yaşam enerjisinin biyosfer ile birleşmesinin bir aracıdır. Bu olgu, eğer aşılamaz bir engelle karşılaşmazsa yaşamın tüm boşluğu kaplayacak şekilde *her yerde olmasıyla* görünür olur. Gezegenin tüm yüzeyi yaşamın alanıdır ve eğer herhangi bir kısmı çoraklaşırsa, kısa sürede canlılar tarafından yeniden işgal edilir. Gezegenin tarihinde yalnızca kısa bir aralığı temsil eden her jeolojik dönemde, organizmalar geliştirdi ve başlangıçta kendileri için ölümcül olan koşullara adapte oldular. Böylece, yaşamın sınırları jeolojik zamanla genişliyor gibi gözükmemektedir (§119, 122). Her koşulda, jeolojik tarihin bütününde yaşam, mümkün olan tüm alanları işgal etme ve kullanma eğilimindedir.

Yaşamın bu eğilimi açıkça ona içkindir. Örneğin bir kum yığını veya bir buzulun yerçekimi kuvveti ile dağılmasında görüldüğü gibi bir dış kuvvetin göstergesi değildir.

Yaşamın yayılması, iç enerjinin –yaşamın gerçekleştirdiği kimyasal eylemin– bir işaretidir ve gazın yayılmasına benzer. Yerçekiminden değil, bileşenindeki parçacıkların ayrı enerjik hareketlerinden kaynaklanır. Gezegenin yüzeyinde canlı maddenin yayılması, çoğalarak biyosferde yeni alanlar işgal eden

yeni organizmaların neden olduğu kaçınılmaz bir harekettir. Bu yayılım, biyosferdeki yaşamın özerk enerjisidir ve kimyasal elementlerin dönüşümü ile onlardan yeni maddeler yaratılması sayesinde bilinir. Bu enerjiye, *biyosferdeki yaşamın jeokimyasal enerjisi* diyeceğiz.

26

Canlı organizmaların çoğalmasından kaynaklanan kesintisiz hareket amansız ve şaşırtıcı bir matematiksel düzen içinde gerçekleşir. Bu, biyosferin en karakteristik ve temel özelliğidir. Kara yüzeylerinde oluşur, tüm hidrosfere [suküreye] nüfuz eder ve troposferin [alçak havakürenin] her seviyesinde gözlenebilir. Hatta canlı maddenin iç kısmına bile parazit şeklinde nüfuz eder. Yıllarca süren devasa bir jeokimyasal emek sergiler ve gezegenimize Güneş enerjisinin nüfuz etmesinin ve dağıtılmasının aracını sağlar.

Böylece yalnızca maddeyi taşımakla kalmaz, aynı zamanda enerjiyi iletir. Maddenin çoğalmayla taşınması böylece *sui generis* [kendine özgü] bir süreç olur. Bu, Dünya'nın yüzeyindeki maddenin, hareketin gerçekleştiği ortamdan bağımsız olarak sıradan ve mekanik bir yer değiştirmesi değildir. Çevre, elektros-tatik çekim kuvvetlerinin neden olduğu, maddenin hareketinde meydana gelene benzer bir sürtünmeyle bu harekete direnir. Ama yaşamın hareketi çevreye daha derinden bağlıdır, çünkü bu yalnızca hareket eden madde ile içinde hareket ettiği ortam arasındaki gaz alışverişi yoluyla gerçekleşebilir. Gaz alışverişi ne kadar yoğunsa hareket de o kadar hızlı olur. Gaz alışverişi durduğunda hareket de durur. Bu alışveriş organizmaların *solu-masıdır* ve göreceğimiz gibi çoğalma üzerinde güçlü, kontrolcü bir etkisi vardır. Bu nedenle çoğalma hareketi, biyosferin mekanizmalarında büyük jeokimyasal öneme sahiptir ve solunum gibi, Güneş ışıınının bir tezahürüdür.

27

Bu hareket, sürekli olarak etrafımızda gerçekleşiyor olsa da, biçimlerin, renklerin ve hareketin güzelliği ve çeşitliliği gibi doğanın bize sunduğu genel sonuçlar dışında onu fark etmeyiz. Faunası ve bitki örtüsüyle tarla ve ormanları, yaşamın bolluğuyla gölleri, denizleri ve toprağı sanki hareket yokmuşçasına izleriz. Bu hareketlerin dinamik dengesinin durgun sonucunu görürüz ama bunları ancak nadiren doğrudan gözlemleyebiliriz.

Bir anlığına, bu kadar önemli ama görünmez bir rol oynayan, canlı doğanın yaratıcısı bu hareketin örnekleri üzerinde duralım. Zaman zaman, yüksek bitki yaşamının yerel olarak sınırlı alanlarda kaybolduğunu gözlemliyoruz. Orman yangınları, bozkır yangınları, sürülmüş veya terk edilmiş tarlalar, yeni oluşmuş adalar, katılaşmış lav akımları, volkanik tozla kaplı veya buzullar ve akarsu havzaları tarafından yaratılan topraklar, kayaların üzerindeki liken ve yosunların oluşturduğu yeni toprakların tümü, bir süre için belirli yerlerde çim ve ağacın olmadığı durumları yaratan olaylara örnektir. Ancak bu durum uzun sürmez. Yaşam hızla yeşil çimenler ve ardından ağaçlarla kaplı bitki örtüsü ile geri döner. Yeni bitki örtüsü kısmen dışarıdan, rüzgârlar veya hareketli organizmalar tarafından taşınan tohumlarla ama bazen de yüzyıllarca toprakta gizli kalan tohum deposu üzerinden yeniden gelişir.

Örselenmiş bir ortamda bitki örtüsü gelişiminin tohuma gereksinimi olduğu açıktır. Bundan daha kritik olan şeyse çoğalmanın jeokimyasal enerjisidir. Dengenin kurulma hızı, yüksek yeşil bitkilerin jeokimyasal enerji iletiminin bir fonksiyonudur.

Dikkatli bir gözlemci, bu yaşam hareketine şahit olabilir. Hatta tarlalarını ve açık alanları ona karşı korurken baskısını hissedebilir. Bir ormanın bozkır üzerindeki etkisinde ya da tundradan bir ormanı zapt etmek için hareket eden bir liken

kütlesinde, Güneş enerjisinin gerçek hareketinin gezegenimizin kimyasal enerjisine nasıl dönüştüğünü görüyoruz.

28

Eklembacaklılar (böcekler, keneler ve örümcekler), karadaki hayvanların ana bölümünü oluşturur. Tropikal ve subtropikal bölgelerde, sosyal böcekler (karıncalar ve termitler) baskın bir rol oynamaktadır. Belirli bir şekilde meydana gelen çoğalmanın jeokimyasal enerjisi (\$37), yüksek yeşil bitkilerin enerjisinden sadece biraz daha düşüktür.

Termit yuvalarında, on binlerce ve bazen yüz binlerce bireyden sadece bir tanesi üreme gücüne sahiptir. Bu, hayatı boyunca durmadan yumurta bırakan ve on yıl veya daha uzun süre buna devam edebilen ana kraliçedir. Ana kraliçenin milyonlarca yumurta üretebildiği, bazı kraliçelerinse tıpkı bir saat gibi dakika da altmış yumurta bıraktığı söyleniyor.

Sürülerde çoğalma aynı zamanda, neslin bir kısmının yeni ana kraliçeyle birlikte kurucu koloninin hava kapsama alanının dışındaki bir yere uçup gitmesiyle de meydana gelebilir. İçgüdüler matematiksel bir kesinlikle, yumurtaların işçiler tarafından korunmasına, sürülerin uçuşuna ve zamansız ölüm durumunda yaşlı olanın yerine yeni bir anne kraliçenin geçmesine hizmet eder. Muhteşem kesinlikteki yasalar, yumurta sayısı, oğul verme sıklığı, bir oğuldaki birey sayısı, bireysel böceklerin büyüklüğü ve ağırlığı, Dünya yüzeyindeki termitlerin çoğalma oranı gibi miktarların ortalama değerlerini yönetir. Bu değerler, termit hareketi ve genişlemesi üzerinden jeokimyasal enerjinin iletim hızını koşullandırır. Bu miktarları tanımlayan sayısal sabitleri bildiğimizde, termitler tarafından çevre üzerinde uygulanan baskıyı sayısal olarak ifade edebiliriz.

Gıda stoklarını termitlerden korumak zorunda olan insanların iyi bildiği üzere, bu baskı çok yüksektir. Eğer termitler,

Çevrelerinde herhangi bir engelle, özellikle karşıt yaşam biçimleriyle karşılaşmamış olsaydı, yalnızca birkaç yıl içinde 5×10^8 kilometrekarelik bir alana yayılıp biyosferin tüm yüzeyini işgal edebilirdi.

29

Bakteriler canlılar arasında benzersizdir. 10^{-4} - 10^{-5} cm boylarıyla en küçük organizmalar olmalarına rağmen en yüksek üreme oranına ve en büyük çoğalma gücüne sahiptirler. Her biri 24 saat içinde birçok kez bölünür ve en özel olanlar bölünmeler arasında ortalama 22-23 dakika arayla günde 63-64 kez bölünebilir. Bu bölünmelerin düzenliliği, bir dişi termitin yumurtlamasına veya bir gezegenin Güneş'in etrafındaki dönüşüne benzer.

Bakteriler sıvı veya yarı sıvı bir ortamda yaşar ve en çok hidrosferde görülür. Büyük bir kısmı da toprakta ve diğer organizmaların içerisinde yaşar. Çevresel engeller olmasaydı, çok miktarda kimyasal enerji içeren karmaşık kimyasal bileşiklerden büyük miktarlarda yaratabilir ve bunu akılalmaz bir hızda yapabilirlerdi. Bu üremenin enerjisi o kadar müthiştir ki, bakteriler 36 saatten daha kısa bir sürede tüm dünyanın yüzeyini vücutlarından oluşan ince bir katmanla kaplayabilir. Yeşil imenler veya böcekler için bunu yapmak birkaç yıl veya bazı durumlarda yüzlerce gün sreabilir.

Okyanuslarda, bir mikronkp hacminde neredeyse küresel bakteriler yaşar. Böylece bir santimetreküp, 10^{12} bakteri içerebilir. Az önce bahsedilen çoğalma oranında, bu sayı, tek bir bakteriden başlayarak yaklaşık 12 saatte tamamlanacaktır. Aslında, bakteriler her zaman için, izole bireylerden ziyade topluluklar halinde var olurlar ve bir santimetrekp çok daha hızlı doldururlar.

Çoğalma sürecinin belirtilen hızı, uygun koşullarda gerçekleşir. Bakteriyel artış hızı sıcaklıkla düşer ve bu orandaki düşüş tam olarak tahmin edilebilir.

Bakteriler, suda çözünen gazlarla etkileşime girerek solunum yapar. Bir santimetreküp su, Loschmidt'in sayısından ($2,7 \times 10^{19}$) çok daha küçük oranlarda gaz molekülü içerir ve bakteri sayısı bağlandıkları gaz moleküllerinin miktarını aşamaz. Bu nedenle, organize varlıkların çoğalması solunum ve maddenin gaz halinin özellikleriyle sınırlıdır.

30

Bu bakteri örneği, biyosferde çoğalma sürecinden kaynaklanan hareketi ifade etmenin başka bir yoludur. Dünya tarihinin, okyanusların tüm gezegeni kapladığı dönemini hayal edin. (Bu sadece jeologlar tarafından hatalı şekilde kabul edilen bir varsayımdır.) E. Suess, bu “evrensel denizi” veya Panthalassa'yı Arkeen dönemine atfeder. Burası, hiç şüphesiz, en eski Paleozoik tabakalarında gözle görülür izleri bulunan bakterilerin yaşam alanıydı. Arkeen yataklarına ait minerallerin ve özellikle aralarındaki bağlantıların karakteri, jeolojik incelemeye uygun en eski tabaka olan Arkeen tabakalarını oluşturan tortul maddenin tamamında bakteri bulunduğunu kesin olarak ortaya koymaktadır. Evrensel denizin sıcaklığı uygun olsaydı ve çoğalmalarının önünde herhangi bir engel bulunmasaydı, her biri 12^{-12} cm^3 hacmindeki küresel bakteriler dünyanın $5,1 \times 10^8$ kilometreka-relik yüzeyinde otuz altı saatten daha kısa bir süre içerisinde kesintisiz bir deri oluşturacaklardı.

Bakteriler tarafından şekillenen geniş ince katmanlar biyosferde sürekli olarak gözlenir. 1890'lı yıllarda Profesör M. A. Egounov serbest oksijen yüzeyinin sınırında (yaklaşık 200 metre derinde) kükürt bakterilerinden oluşan ve muazzam bir alanı kaplayan bir filmin varlığını göstermeye çalıştı. N.M. Knipkovitch'in 1926'daki seferi sırasında Profesör B. I. Isachenko'nun araştırması bu sonuçları doğrulamamıştı; ancak olgu yine de biyojeokimyasal olarak dinamik diğer alanlarda

daha küçük bir ölçekte görülebilir. Bir örnek, Kildin Adası'nda yer alan Miortvoi Gölü'ndeki (Ölü Göl), tortu-su arayüzünün mor bakteri tabakası ile kaplı olduğu tatlı su ile tuzlu su arasındaki bağlantıdır.

Plankton⁷ gibi biraz daha büyük diğer mikroskobik organizmalar, aynı olguya daha açık bir örnek teşkil ediyor. Okyanus planktonu binlerce kilometrekarelik bir alanı hızla filmle kaplayabilir.

Bu süreçlerin jeokimyasal enerjisi, yaşamsal enerjinin Dünya yüzeyine aktarım hızı olarak ifade edilebilir. Bu hız, söz konusu türlerin çoğalmasının yoğunluğu ile orantılıdır. Eğer türler Dünya'nın tüm yüzeyini doldurabilseydi, jeokimyasal enerjileri mümkün olan en uzun mesafeyi, yani (ekvatorun uzunluğuna eşit) büyük Dünya çemberini aşardı.

Fischer'in bakterileri, Suess'in Panthalassa okyanusunda bir film oluşturacak olsaydı, enerjilerinin büyük bir daire boyunca aktarım hızı yaklaşık 33.000 cm/sn olacaktı. Bu bir bakteri ile başlayan çoğalmanın Dünya etrafındaki ortalama hareket hızını ifade eder. Buradan hareketle Dünya'nın çevresinde atılacak bir "turun" 36 saatten biraz daha az sürede tamamlanacağı anlaşılıyor.

Erişebileceği maksimum mesafe boyunca *yaşam iletim hızı*, her bir homojen yaşam maddesinin her türü veya cinsi için özgül olan karakteristik bir sabit olacaktır. Bu sabiti, yaşamın jeokimyasal aktivitesini ifade etmek için kullanacağız. Söz konusu sabit, hem çoğalmanın, hem de gezegenin boyutları ve özellikleri tarafından tanımlanmış sınırların karakteristik özelliğini ifade eder.

31

Yaşam iletim hızı, sadece bireysel organizmaların veya onları oluşturan canlı maddenin özelliklerinin değil, aynı zamanda

7 Plankton: Su içindeki besin zincirinin en ufak ve ilkel yaratıkları. -çev.

biyosferde gezegensel bir olgu olarak çoğalmalarının bir ifadesidir. Gezegenin büyüklüğü, bu tür araştırmaların ayrılmaz bir parçasıdır. *Ağırlık* kavramı ile bir benzerlik taşır. Örneğin Dünya'daki bir organizmanın ağırlığı Jüpiter'de farklı olacaktır. Benzer şekilde, Dünya üzerindeki yaşam iletim hızı, farklı bir çapa sahip Jüpiter'de aynı organizma için gözlemlenen hızdan farklı olacaktır.

32

Çoğalmaya ilişkin olgular biyologlar tarafından fazlaca ihmal edilmiş olsa da bu olgularla ilgili neredeyse fark edilmemiş bazı genellemeler, tekrarlanmalarıyla açıkça ortaya çıkmıştır. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. *Tüm organizmaların çoğalması, geometrik dizilerde ifade edilebilir.* Böylece,

$$2^{nD} = N_n$$

Burada n , çoğalmanın başlamasından bu yana geçen gün sayısını; D , dizinin sabit oranını (bölünerek çoğalan tek hücreli organizmalar örneğinde 24 saat içinde oluşan kuşaktaki birey sayısı); ve N_n , n günde oluşturulan bireylerin sayısını ifade eder. D , her homojen canlı madde (veya tür) için karakteristik olacaktır. Dizi sonsuz kabul edilir. Bu formülde n ve N_n sınırsızdır.

2. Sonsuz büyüme için bu potansiyel yine de biyosferde sınırlıdır, çünkü *canlı maddenin yayılması eylemsizlik yasasına tabidir.* Çoğalma işleminin yalnızca dış kuvvetler tarafından engellendiği ampirik olarak kanıtlanmış kabul edilebilir. Düşük sıcaklıklarda yavaşlar ve yiyecek, solunacak gaz veya yeni doğanlar için yer kalmadığında zayıflar veya durur.

1858'de Darwin ve Wallace, bu fikri, aynı problemi çalışan C. Linnaeus, G. I. I. Buffon, A. Humboldt, C. G. Ehrenberg, ve K. E. Baer gibi doğa bilimcilere benzer bir biçimde formüle etti-

ler. *Eğer çeşitli dış engellerle karşılaşmazsa her organizma tüm dünyayı kaplayabilir ve her organizma için farklı ama sabit bir sürede, okyanusun, yer kabuğunun veya gezegenin kütlesine eşit bir nesil yaratabilir.*

3. Bunun için gereken özgün zaman organizmanın büyüklüğüyle ilgilidir. Küçük ve hafif organizmalar büyük ve ağır olanlara göre daha hızlı çoğalır.

33

Çoğalma olgusu doğada hiçbir zaman bu üç ampirik ilkede ifade edildiği gibi gerçekleşmez, çünkü yaşam aslında biyosferden ve onun tekil koşullarından ayrılamaz. Yukarıdaki formülde kullanılan zamana ve mekâna dair soyutlamalar için düzeltme yapılmalıdır.

34

Yaratılabilecek maksimum sayı ($N_{\max}$), geometrik dizi oranı ve yaşamın aktarım hızı dâhil olmak üzere organizmaların çoğalmasını düzenleyen tüm büyüklüklere sınırlamalar getirilmiştir. Sınırlamalar yaşamın bulunduğu ortamın fiziksel özellikleriyle, özellikle de organizmalar ve ortamlar arasındaki gaz alışverişi ile belirlenecektir, çünkü organizmaların gazlı bir ortamda veya çözünmüş gazlar içeren bir sıvı içinde yaşaması gerekir.

35

Gezegenin boyutları da belirli sınırlar dayatmaktadır. Bulduğumuz enlemlerdeki küçük göletlerin yüzeyleri, genellikle yüzen yeşil bitki örtüsü, çoğunlukla su mercimeği (çeşitli *Lemna* türleri) ile kaplıdır. Su mercimeği, bir yüzeyi, küçük bitkilerin yapraklarının birbirine temas edebileceği şekilde sıkıca kaplayabilir. Çoğalma, yeterince boşluk olmaması nedeniyle durur ve yalnızca su yüzeyinde dış etkenler nedeniyle boşluk açıldığında devam edebilir. Su yüzeyindeki maksimum su

mercimeği bitkisi sayısı bunların boyutlarına göre belirlenir ve maksimum sayıya ulaşıldığında çoğalma durur. Suyun yüzeyde buharlaşmasına benzer dinamik bir denge kurulur. Su buharının gerilimi ve yaşam basıncı benzerdir.

Yeşil algler [su yosunları], aynı sürecin evrensel olarak bilinen başka bir örneğini sunar. Algler, su mercimeklerinden çok daha yüksek bir jeokimyasal enerjiye sahiptir ve uygun koşullarda, tüm boşluk dolana kadar ağaçların gövdelerini kaplayabilirler (\$50). Çoğalma durmuştur, fakat yeni su yosunlarının yerleşebileceği bir boşluk her açıldığında devam edecektir. Bir ağacın yüzeyinin alabileceği maksimum alg sayısı, belirli bir hata payı ile kesin denilebilecek kadar sabittir.

36

İletim kapasitesi geniş bir yelpazede değişmekle birlikte, bu hususlar tüm canlı doğaya uyarlanabilir. Su mercimeği veya tek hücreli su yosunu için bu yalnızca boyutlarına göre belirlenir. Diğer organizmalar çok daha büyük yüzeylere veya hacimlere ihtiyaç duyarlar. Hindistan'daki bir filin ihtiyacı 30 kilometrekareye kadardır. İskoçya'nın dağlık meralarındaki bir koyun için yaklaşık 10.000 metrekare gerekir. Ukrayna'da ortalama bir arı kovanının minimum 10 ila 15 kilometrekare (her arı için yaklaşık 200 metrekare) yapraklı ormana ihtiyacı vardır. 3000 ila 15.000 bireysel plankton tipik olarak bir litre su içinde yaşar. Sıradan otlar için 25 ila 30 santimetrekare yeterliyken ormandaki bir ağaç için birkaç metrekare (bazen onlarca metrekare) gereklidir.

Yaşam iletim hızının, biyosferdeki yaşamın önemli bir sabiti olan normal canlı madde *yoğunluğuna* bağlı olduğu açıktır. Bu çok az çalışılmış olmasına rağmen, su mercimeği veya su yosunu gibi organizmaların oluşturduğu kesintisiz katmanlar ve küçük bakteriler tarafından tamamen doldurulan belirli bir hacim

söz konusu olduğunda geçerlidir. Bu fikir tüm organizmalara genişletilebilir.

37

Gezegenin boyutlarının çoğalmaya dayattığı sınırlarla ilgili olarak, *yaşam iletiminin erişebileceği azami bir sabit mesafe vardır*. Bu da ekvatorun uzunluğuna yani 40.075.721 metreye teka-bül eder. Eğer bir tür, Dünya yüzeyinin tamamını maksimum yoğunlukta kaplasaydı bu, maksimum birey sayısına ulaşması anlamına gelirdi. Bu sayıya (N_{max}), *homojen canlıların sabit sayısı* diyeceğiz. Bu sayı homojen canlı maddenin mümkün olan maksimum enerji çıktısına (maksimum jeokimyasal iş) karşılık gelir ve yaşamın jeokimyasal etkisini değerlendirmek açısından büyük öneme sahiptir.

Her organizma bu sınır sayıya, aşağıdaki formülde tanımlandığı üzere, yaşam ileti hızı olan bir hızda ulaşacaktır:

$$V = \frac{13963 \cdot 3 \Delta}{\log N_{max}}$$

V iletim hızının sabit kalması durumunda, çoğalmanın yoğunluğunu belirleyen D büyüklüğü (§32), birey sayısının sabit sayıya yaklaşmasıyla ve çoğalma oranının yavaşlamasıyla birlikte azalmalıdır.⁸

38

Bu olgu 40 yıl önce, küçük göletlerdeki birey sayısı arttıkça organizmaların çoğalmasının azaldığını gösteren yetkin doğa gözlemcisi Karl Semper tarafından açıkça belirtildi. Sabit sayı-

8 Bu formüldeki Δ metinde tanımlanmamış. Hem matematik ilişkinin metindeki açıklanışından Δ ile D'nin aynı şey olabileceği görülüyor, hem de bu iki harfin başka bilim dallarında birbiri yerine kullanılabildiğini biliyoruz – genel durum için Δ , özel durum için D. Bu bağlamda Δ , çoğalmanın yoğunluğunu karakterize eden “gün başına kuşak sayısı” olarak anlaşılabilir. J. P. Cancela Da Fonseca, “On Vernadsky’s Biosphere” (*Web Ecology*, 2000) başlıklı makalesinde bu tanımlı doğruluyor. –cev.

ya gerçekte ulaşamaz, çünkü nüfus artarken dışsal olması gerekemeyen sebeplerden dolayı süreç yavaşlar. R. Pearl ve çalışma arkadaşlarının meyve sinekleri ve kümes hayvanları üzerinde yaptıkları deneyler (1911-1912) Semper'in genellemesini diğer ortamlarda da doğrulamaktadır.

39

Yaşam iletim hızı, farklı organizmaların jeokimyasal enerjisi hakkında bize canlı bir fikir veriyor. Gördüğümüz gibi, yaşam iletim hızı organizmanın büyüklüğüne göre, bakteriler için saniyede yaklaşık 331 metreden (yaklaşık olarak sesin havadaki hızı), Hindistan fili için saniyede bir milimetreye (0,9 mm) kadar geniş bir aralıkta değişkenlik göstermektedir. Diğer organizmaların iletim hızı bu iki uç değer arasındadır.

40

Yaşam enerjisini ve biyosferde ürettiği işi belirlemek için organizmanın hem kütlesi hem de hızı (veya iletim hızı) dikkate alınmalıdır. *Canlı maddenin kinetik jeokimyasal enerjisi*, P'nin organizmanın ortalama ağırlığı ve V'nin iletim hızı olduğu $PV^2/2$ formülü ile ifade edilir.

Bu formül, biyosferin yüzeyi veya hacmi bilindiğinde, belirli bir tür tarafından tamamlanabilecek jeokimyasal işin sınırlarını belirlemeyi mümkün kılar.

Hektar başına düşen canlı maddenin jeokimyasal enerjisini bulma girişimleri uzun süredir yapılmaktadır; örneğin, mahsullerin hasat tahminlerinde. Bu konudaki bulgular ve teori eksiktir ama önemli ampirik genellemeler yapılmıştır. Bu genellemelerden birine göre hektar başına düşen organik madde miktarı: 1. sınırlıdır ve 2. yeşil bitkiler tarafından özümlenen Güneş enerjisi ile yakından bağlantılıdır.

Maksimum verim alınması durumunda bir hektar topraktan alınan organik madde miktarının bir hektarlık bir okyanusta

üretilem madde miktarı ile hemen hemen aynı olduğu görölüyor. Toprak sadece birkaç metre kalınlığında bir tabakadan oluşurken, yaşama ev sahipliğı yapan okyanus bölgesi kilometrelerle ölçölür. Buna rağmen rakamlar neredeyse aynı boyuttadır ve aynı sınıra doğru eğilim gösterir. Neredeyse eşit miktarda yaşam enerjisinin bu kadar farklı katmanlar tarafından yaratılması, her iki yüzeyin de Güneş ışımasıyla aydınlatılmasına ve muhtemelen toprağın karakteristik özelliklerine bağlanabilir. Göreceğimiz gibi, toprakta biriken organizmalar (mikroplar) öyle büyük bir jeokimyasal enerjiye (\$155) sahiptir ki, bu ince toprak tabakası, yaşamın derin sularda seyreltik biçimde bulunduğu okyanusla benzer bir jeokimyasal etkiye sahiptir.

41

Hektar başına toplanan kinetik jeokimyasal enerji $PV^2/2$ aşğıdaki formülle ifade edilebilir:

$$A_1 = \left(\frac{PV^2}{2}\right) \times \left(\frac{10^8}{K}\right) = \frac{(PV^2) (N_{\max})}{2(5.10065 \times 10^{18})}$$

Bu formölde $10^8/K$ hektar başına düşen maksimum organizma sayısı (\$37); K yaşam yoğunluğu katsayısı (\$36); $N_{\max}$ homojen canlı madde için sabit sayı (\$37); ve 5.10065×10^{18} Dünya'nın santimetrekare cinsinden alanıdır. Karakteristik olarak bu miktar, formölün CGS [santimetre-gram-saniye] biriminde $A_1 = (PV^2/2) \times (10^8/K) = a \times (3,51 \times 10^{12})$ değeri verdiği protoza [tekhücreliler] için sabit görünüyor. a katsayısı yaklaşık olarak 1'dir.⁹

Bu formöl kinetik jeokimyasal enerjinin V hızı ile belirlendiğini ve bu nedenle de organizmanın ağırlığı, büyüklüğü ve çoğalma yoğunluğu ile ilgili olduğunu göstermektedir. Δ ile ilişkili olarak, V şu şekilde ifade edilebilir (CGS biriminde):

9 Son ölçümlere göre (bakınız Leontiev, 1927), yaklaşık 1.05 olan protoza ve protoplazmanın yoğunluğuna karşılık gelir. Çoğalma ne kadar hızlı olursa solunum da o kadar yoğun olur.

$$V = \frac{(46,383.93) (\log 2) (\Delta)}{18.70762 - \log K}$$

Bu formüldeki sabitler, Dünya'nın büyüklüğüyle ilişkilidir. V için bilinen en büyük değer saniyede 331 metredir ve Δ için günde yaklaşık 63 bölünmedir.

Bu formül, gezegenin büyüklüğünün V ve Δ 'ya uygulanan gerçek limitlerden tek başına sorumlu tutulamayacağını göstermektedir. Bu miktarlar daha yüksek değerlere ulaşabilir mi yoksa biyosfer bunlara sınırlar getirmekte midir? Gerçekten de, bu sabitlere maksimum değerler dayatan bir engel vardır. Bu engel, organizmaların yaşamı ve çoğalması için vazgeçilmez olan gaz alışverişidir.

42

Organizmalar gaz alışverişi yani solunum yapmaksızın var olamaz ve yaşam yoğunluğu gaz alışverişi oranıyla değerlendirilebilir.

Küresel ölçekte, tek bir organizmanın nefes almasından ziyade solunumun genel sonuçlarına bakmalıyız. Tüm canlı organizmaların solunumu biyosfer mekanizmasının bir parçası olarak kabul edilmelidir. Bu alanda, bilim insanlarının henüz yeterince üzerinde durmadığı ve uzun bir geçmişi olan bazı ampirik genellemeler vardır.

Bunlardan ilki, *biyosfer gazlarının, canlı organizmaların gaz alışverişi sırasında yarattığı gazlar ile özdeş olmasıdır*. Biyosferde dikkate değer miktarda bulunan gazlar, oksijen, azot, karbondioksit, su buharı, hidrojen, metan ve amonyak gazlarıdır. Bu bir tesadüf olamaz. Biyosferdeki serbest oksijen sadece yeşil bitkilerin gaz alışverişi ile yaratılır ve biyosferin serbest kimyasal enerjisinin ana kaynağıdır. Son olarak, biyosferdeki $1,5 \times 10^{21}$ grama eşit olan *serbest oksijen miktarı*, bağımsız bir şekilde 10^{20} ile 10^{21} gram arasında olduğu tahmin edilen mevcut canlı mad-

de miktarı ile aynı düzeydedir. Karasal gazlar ve yaşam arasındaki bu yakın ilişki organizmaların solunumunun biyosferin gaz sisteminde birincil öneme sahip olduğunu güçlü bir şekilde göstermektedir. Başka bir deyişle, *solunum gezegensel bir olgu olmalıdır.*

43

Çoğalma yoğunluğu da V ve Δ 'nın değerlerine benzer şekilde gazların özellikleri tarafından belirlenen sınırları aşamaz, çünkü bunlar gaz alışverişi ile belirlenir. Herhangi bir ortamın bir santimetre küpünde yaşayabilecek organizma sayısının, ortamın içerdiği gaz moleküllerinin sayısından daha az olması gerektiğini daha önce gösterdik (§29) (Loschmidt sayısı; standart sıcaklık ve basınçta $2,716 \times 10^{19}$).¹⁰ Eğer V hızı saniyede 331 metreden fazla olsaydı, bakterilerden daha küçük (yani boyutları 10^{-5} santimetre veya daha küçük) organizma sayısı santimetre küp başına 10^{19} 'u aşardı. Solunum nedeniyle gaz molekülü alışverişi yapan organizmaların sayısı, bireysel boyutları azaldıkça artacaktır. Boyutları moleküllerin boyutuna yaklaştığında hız, olanaksız değerlere yükselecek ve fiziksel olarak saçma hale gelecektir.

Solunum, Dünya'daki tüm çoğalma sürecini açıkça kontrol eder. Farklı doğurganlık oranlarına sahip organizmaların sayıları arasında karşılıklı bağlantılar kurar ve ısıya benzer bir şekilde, verilen boyutlarda bir organizmanın elde edebileceği Δ değerini belirler. Solunum yeteneğinin sınırlandırılması, azami nüfus yoğunluğuna ulaşılmasının önündeki en büyük engeldir.

Biyosfer içinde, biyosferik organizmalar arasında yalnızca gıda için değil, hava için de umutsuz bir mücadele vardır ve ikincisi için mücadele çok daha önemlidir, çünkü çoğalmayı kontrol eder.

¹⁰ Mikroplar, 0° ve 760 mm basınçta bu sayıda moleküle sahip gazlı bir ortamda yaşarlar. Bakterilerin varlığında, gaz halindeki moleküllerin sayısı daha az olmalıdır. Mikrop içeren bir santimetre küp sıvı, 10^{19} 'dan az molekül içermelidir; aynı zamanda benzer sayıda mikrop içeremez.

Böylece solunum (veya nefes alma), hektar yüzey alanı başına olası maksimum jeokimyasal enerji transferini kontrol eder.

44

Biyosfer ölçeğinde gaz alışverişinin ve kontrol ettiği çoğalmanın etkisi çok büyüktür. Hareketsiz madde, herhangi bir canlı madde sınırsız miktarda yeni canlı madde üretebildiğinden, bununla en ufak bir benzerlik taşımaz.

Biyosferin ağırlığı bilinmemektedir ama Dünya kabuğunun toplam ağırlığının (hatta içinde jeokimyasal döngülerin yer aldığı, doğrudan çalışmaya açık 16-20 kilometrelik kabuğun ağırlığının) sadece küçük bir kısmı olduğu kesindir (\$78). İlk 16 kilometrenin ağırlığı 2×10^{25} gramdır, ancak çevresel bir engel olmasaydı ihmal edilebilir bir jeolojik zaman diliminde çoğalma yoluyla çok daha büyük miktarda canlı madde yaratılabilirdi. Kolera vibrio ve *E. coli* bakterisi yukarıdaki kütleyle 1,6 ila 1,75 günde erişebilirdi. Deniz suyundaki ayrılmış organik maddeleri tüketen ve aynı zamanda kloroplastlarında Güneş ışığı kullanan bir mikсотropik organizma olan yeşil diyatom *Nitzschia putrida*, 24,5 günde 2×10^{25} gram üretebilirdi. (Muhtemelen zaten mevcut olan organik maddeyi kullandığı için en hızlı büyüyen organizmalardan biridir.)

En yavaş çoğalma oranlarından birine sahip olan Hindistan fili, aynı miktarda maddeyi jeolojik zaman ölçeğinde kısa bir süre olan 1300 yılda üretebilir. Büyüme eğrisi devamında fil aynı kütleyle, elbette, birkaç günde üretebilirdi.

45

Açıkası gerçek dünyada hiçbir organizma bu miktarda madde üretmez. Bununla birlikte, biyosferde bu ölçekte bir kütlenin çoğalma yoluyla ikamesinin kurgusal bir yanı yoktur. Büyük organizma kütleleri doğada istisnai olarak gözlenmiştir. Yaşamın yılda 10^{25} gramdan birkaç kat fazla oranda madde ürettiğine

dair hiçbir şüphe yoktur. Biyosferde 10^{20} ila 10^{21} gram canlı madde sürekli hareket eder, ayrışır ve yeniden şekillenir. Bu süreçte ana faktör büyüme değil, çoğalmadır. Onlarca dakika ile yüzlerce yıl arasında değişen aralıklarla doğan yeni nesiller, hayata karışan maddeleri yeniler.

Her 24 saatte bir büyük miktarlarda canlı madde yaratıldığı ve ayrıştırıldığı için, herhangi bir anda var olan miktar, bir yılda yaratılan toplamın önemsiz bir bölümüdür.

Zihnin, yaratılan ve her gün ölüm, doğum, metabolizma ve büyümenin engin dinamik dengesinde parçalanan canlı maddenin muazzam büyüklüğünü kavraması zordur. Sürekli olarak doğup ölmekte olan bireylerin sayısını kim hesaplayabilir? Bu, Arşimed'in kum tanelerini sayma probleminden daha zordur. Sayısı zamanla değişip artan bir şey nasıl sayılabilir? İnsan standartlarına göre kısa bir süre içinde var olan sayı, kesinlikle denizdeki kum tanelerinin sayısının 10^{25} katından fazladır.

Fotosentetik Canlı Madde

46

Biyosferdeki canlı madde miktarı (10^{20} ila 10^{21} gram), çoğalma gücü ve jeokimyasal enerjisi göz önüne alındığında aşırı derecede büyük görünmemektedir.

Bütün bu madde, Güneş enerjisini yutan canlı yeşil organizmalarla üretken bir şekilde bağlantılıdır. Mevcut bilğimiz yeşil bitkilerden oluşan canlı maddenin toplam canlı madde içindeki payını hesaplamamız için yetersizdir, ancak tahminler yapılabilir. Yeşil canlıların yeryüzünün tamamında baskın olduğu kesin olmasa da, karada öyle gibi görünüyor. Okyanusta hayvan yaşamının (hacim açısından) baskın olduğu genel kabul görmektedir. Ama heterotrofik [dışbeslek] hayvan yaşamının tüm canlı

yaşamının büyük bölümünü oluşturduğu tespit edilse bile, üstünlüğü büyük olamaz.

Canlı maddenin iki biçimi –ışık özümsel (*photoautotrophic*) ve heterotrofik– ağırlık açısından neredeyse eşit midir? Bu soru şimdilik cevaplanamıyor, ancak yeşil maddenin ağırlığına ilişkin tahminlerin tek başına 10^{20} ila 10^{21} gramlık değerler verdiği, toplam olarak canlılar için tahmin edilen değerlerle aynı düzeyde olduğu söylenebilir.

47

Karadaki Güneş enerjisi transformatörleri denizdekilerden oldukça farklı bir şekilde yapılandırılmıştır. Kurak alanlarda tohumlu otsu bitkiler egemendir. Ağaçlar muhtemelen bu bitki örtüsünün ağırlıkça en büyük bölümünü, yeşil algler ve tohumсу bitkiler (temelde protista) ise en küçük bölümünü temsil eder. Okyanusta, mikroskobik, tek hücreli yeşil organizmalar egemendir. *Erişte otu* ve büyük algler gibi bitkiler yeşil bitki örtüsünün daha küçük bir kısmını oluşturur ve Güneş ışığına maruz kalan sığ alanlarda kıyı boyunca yoğunlaşır. Bunların Sargasso Denizi'ndekiler gibi yüzen kütleleri okyanusların yoğunluğunda kaybolur.

Yeşil metafitler karada baskındır. Bu grupta en yüksek hızda çoğalanlar çimlerdir ve en yüksek jeokimyasal enerjiye sahiptir. Ağaçlar ise düşük bir hıza sahiptir. Okyanusta, yeşil protista en yüksek hıza sahiptir.

Metafitlerde V iletim hızı, muhtemelen saniyede birkaç santimetreyi geçmez. Yeşil protista saniyede binlerce santimetrelilik bir hıza sahip olup çoğalma gücü bakımından metafitleri yüzlerce kez aşar ve deniz ile karasal yaşam arasındaki farkı açıkça gösterir. Her ne kadar yeşil yaşam denizde topraktan daha az baskın olsa da, okyanustaki toplam yeşil yaşam kütlesi, okyanusun kendisinin büyüklüğü nedeniyle karadakini aşar.

Okyanusun yeşil protistaları, gezegenimizdeki aydınlık Güneş enerjisinin kimyasal enerjiye dönüşümünde ana unsurlardır.

48

Yeşil bitki örtüsünün enerjik karakteri, karadaki ve denizdeki yeşil yaşam arasındaki farkı gösteren biçimde nicel olarak ifade edilebilir. $N_n = 2^{n\Delta}$ formülü, bir organizmanın çoğalma nedeniyle 24 saat içindeki gelişimini (α) verir. Tek bir organizma ile başlarsak (ilk gün $n = 1$), şu sonuca varırız:

$$2^\Delta - 1 = \alpha$$

$$2^\Delta = \alpha + 1 \text{ ve } 2^{n\Delta} = (\alpha + 1)^n$$

a büyüklüğü her tür için sabit olmak üzere, tek bir organizmadan başlayarak 24 saat içinde çoğalacak olan bireylerin sayısıdır. $(\alpha + 1)^n$ büyüklüğü, n 'inci günde çoğalma ile yaratılan bireylerin sayısıdır: $(\alpha + 1)^n = N_n$.

Aşağıdaki örnek, bu sayıların önemini göstermektedir. Lohmann'a göre planktonun ortalama çoğalması, planktonun diğer organizmalar tarafından imha ve özümlemesi hesaba katılarak $(\alpha + 1) = 1.2996$ sabiti ile ifade edilebilir. Fransa'da ortalama bir buğday ekini için bu sabit 1.0130'dur. Bu sayılar, 24 saatlik bir çoğalmadan sonra buğday veya plankton için ideal ortalama değerlere karşılık gelir. Yani plankton birey sayısının buğdaydakilere oranı şu şekildedir:

$$\frac{1.2996}{1.0130} = 1.2829 = \delta$$

Bu oran, her 24 saatte bir δ ile çarpılır ve n günden sonra δ^n olur.

20. günde, bu değer 145,8 olacaktır; yüzüncü günde plankton sayısı buğday bitkileri sayısının $6,28 \times 10$ katını aşacaktır. Bir yıl sonra, buğdayın çoğalmasının birkaç ay boyunca duraksadığı gerçeğini göz ardı edersek, iki toplamın oranı (δ^{365}), $3,1 \times$

10^{39} astronomik sayısına ulaşır. Tam yetişen otsu bitki (onlarca gram ağırlığında) ile mikroskobik plankton (10^{-10} ila 10^{-6} gram ağırlığında) arasındaki ilk fark, çoğalma yoğunluğundaki farkın yanında cüce kalır.

Okyanusun yeşil dünyası, maddesinin dolaşım hızından dolayı benzer bir sonuç verir. Güneş ışınımının kuvveti, onun 70 gün veya daha kısa bir sürede yer kabuğuna (\$44) ağırlık olarak eşdeğer bir kütleyi oluşturmaya olanak sağlar. Karadaki otsu bitki örtüsünün bu miktarda maddeyi üretmesi, örneğin *Solanum nigrum* durumunda, beş yıl alacaktır.

Elbette bu rakamlar, biyosferdeki otsu bitki örtüsünün ve yeşil planktonun göreceli rollerine ilişkin doğru bir bakış açısı sunmaz, çünkü bu karşılaştırma yönteminde, fark zamanla büyük ölçüde artar. Örneğin, *Solanum nigrum* için yukarıda belirtilen beş yıllık sürede üretilebilecek yeşil plankton kütlesinin akla yatkın rakamlarla ifade edilmesi zor olacaktır.

49

Karada yaşayan yeşil maddenin denizdekinden farklı olması tesadüf değildir, çünkü şeffaf, sıvı bir ortamda Güneş ışınımının etkisi, katı ve saydam olmayan Dünya üzerindekiyle aynı değildir. Plankton dünyası, okyanuslarda ve ayrıca karada sulu yaşamın olduğu her yerde jeokimyasal etkileri kontrol eder.

Bu iki tür canlı maddenin sahip olduğu enerjideki fark, δ^n değeri ve ayrıca, yaratılan bireylerin kütlesi (m) ile gösterilir. Bu kütle, yaratılan birey sayısı ile ortalama ağırlığın (P): $m = P(1 + \alpha)^n$ çarpımıyla belirlenir. Küçük organizmalar ancak gerçekten biyosferde daha büyük bir kütle üretebilirse büyük olanlara göre, enerji açısından avantaj sağlar.

Herhangi bir sistem, verili koşullarda serbest enerjisi minimum seviyeye düşürüldüğünde, yani bu koşullarda mümkün olan tüm çalışma üretildiğinde, kararlı bir dengeye ulaşır. Hem

biyosferin hem de kabuğun tüm süreçleri, parçası oldukları mekanik sistemdeki denge koşullarına göre belirlenir.

Güneş ışınlamı, biyosferin yeşil canlı maddesi ile birlikte bu tür bir sistem oluşturur. Güneş ışınlamı maksimum verimle çalıştığında ve mümkün olan en fazla yeşil organizma kitlesini yarattığında, bu sistem kararlı bir dengeye ulaşır.

Güneş ışınlamı katı toprağa derinlemesine nüfuz edemediğinden, yarattığı yeşil madde tabakasının kalınlığı sınırlıdır.

Çevre, büyük bitkilere, çimlere ve ağaçlara, yeşil protistlere¹¹ kıyasla tüm avantajları sağlar. İlki, daha uzun zaman alsa da, daha büyük miktarda canlı madde yaratır. Tek hücreli organizmalar, kara yüzeyinde sadece çok ince bir canlı madde tabakası üretebilir ve kısa sürede gelişimlerinin sınırlarında durağan bir duruma (\$37) gelirler. Bir bütün olarak alınan Güneş ışınlamı ve katı toprak sisteminde, tek hücreli organizmalar kararsız bir formdur, çünkü otsu ve ağaçlıklı bitki örtüsü, daha küçük jeokimyasal enerji rezervlerine rağmen, çok daha fazla verim ve daha fazla miktarda canlı madde üretebilir.

50

Bunun etkileri her yerde görülür. İlkbahar geldiğinde, hayat uyandığı zaman, bozkır birkaç gün içinde ince bir tek hücreli yosun tabakası (esas olarak büyük siyanobakteriler ve *Nostoc* gibi algler) ile kaplanır. Bu yeşil örtü hızlı bir şekilde gelişir ama daha yavaş büyüyen otsu bitkilere yer açarak kaybolur. *Nostoc* daha fazla jeokimyasal enerjiye sahip olmasına rağmen, saydam olmayan toprağın özelliklerinden dolayı çim baskın gelir. Her yerde, ağaç kabukları, taşlar ve toprak hızla gelişen *Protococcus* ile kaplanır. Nemli havalarda bunlar sadece birkaç saat içinde bir miligramın milyonda biri ağırlığındaki hücrelerden, desig-

11 Protistler: Hayvan, bitki veya mantar olarak değerlendirilmeyen ökaryot canlılardan oluşur. -çev.

ram veya gram ağırlığındaki canlı kütlelere dönüşür. Ama en uygun koşullarda bile, gelişim kısa sürede durur. Holland'ın çınar bahçelerinde olduğu gibi, ağaç gövdeleri, sabit bir dengede sürekli bir *Protococcus* tabakası ile kaplanır ve üzerinde yaşadıkları maddenin opaklığı sayesinde bunların gelişimi durur. Yüzlerce metre derinlikte saydam bir ortamda serbestçe gelişen suda yaşayan kuzenlerinin kaderi ise oldukça farklıdır.

Yeni bir şeffaf ortamda (troposfer) yetişen ağaçlar ve otlar, enerji biliminin ve mekaniğin prensiplerine göre biçimler geliştirmiştir. Tek hücreli organizmalar, bu yolda onları takip etmeyebilir. Sonsuz çeşitlilikteki ağaç ve otların ortaya çıkması bile, maksimum iş üretme ve maksimum miktarda canlı madde elde etme eğilimini gösterir.

Bu amaca ulaşmak üzere, yaşam için yeni bir ortam yaratmışlardır: atmosfer.

51

Güneş ışınlarının yüzlerce metre derinliğe nüfuz ettiği okyanusta, daha yüksek jeokimyasal enerjiye sahip tek hücreli algler, kara bitkilerinden ve ağaçlardan çok daha büyük bir hızla canlı madde yaratabilir. Okyanusta, Güneş ışınımı en üst düzeyde kullanılmaktadır. En düşük seviyedeki fotosentetik [ışın bireşimsel] organizma, kararlı bir yaşam formudur: Bu durum, fitoplanktonu [bitki planktonunu] hızlı bir şekilde özümleyerek çok daha fazla miktarda Güneş enerjisini canlı kütleye dönüştürmesini sağlayan olağanüstü bir hayvan yaşamı zenginliğine yol açar.

52

Böylece, kozmik enerjinin taşıyıcısı olan Güneş ışınımı sadece kendisinin karasal kimyasal enerjiye dönüşümünü başlatmakla kalmaz, aynı zamanda transformatörlerin kendilerini de yaratır. Birlikte ele alındığında, bunlar karada ve suda farklı işlevler üstlenen canlıları oluşturur.

Böylece yaşam formları, Güneş (kozmetik) enerjisinin ototrofik ve heterotrofik organizmaların oranını kontrol ederek canlıların yapısını değiştirme biçimine uyumlu bir şekilde oluşur. Bunu yöneten denge yasaları tam olarak anlaşılmaya yeni yeni başlamıştır.

Kozmetik enerji, Güneş enerjisinin Dünya yüzeyine iletimi olarak kabul edilebilecek yaşam basıncını (§27) belirler. Bu basınç, çoğalmadan kaynaklanır ve uygar yaşamda sürekli olarak kendini hissettirir. İnsan, Dünya'nın bir bölgesinde yeşil bitki örtüsünü yok ettiğinde bakir doğanın görünümünü değiştirir ve yaşamın basıncına direnmesi, enerji harcaması ve bu basınca eşdeğer bir iş yapması gerekir. Yeşil bitki örtüsüne karşı bu savunmayı durdurursa, ne zaman ve nerede olursa olsun insanın kendisinden çaldığı herhangi bir yüzeyi yeniden kazanacak yüzey organizmaları tarafından tüm emeği bir anda yutulur.

Bu baskı, *yaşamın her yerinde* görülür. Hayattan daima yoksun olan hiçbir bölge yoktur. En kurak kayalarda, karlı ve buzlu, taşlık ve kumlu alanlarda yaşamın kalıntılarıyla karşılaşırız. Fotosentetik organizmalar bu tür mekânlara mekanik olarak taşınır; mikroskobik yaşam sürekli olarak yeniden doğar ve yok olur; hayvanlar gelip geçer ve bazıları orada yaşamaya devam eder. Bazı zengin yaşam konsantrasyonları [derişimleri] gözlemlenir ama bunlar yeşil transformatörler dünyasına benzemez. Yalnızca bitkilerin "hareketsiz" yeşil dünyalarıyla karşılaştırıldığında gerçekten *azoik* olan bu görünüşte cansız bölgelerin popülasyonları kuşlar, hayvanlar, böcekler, örümcekler, bakteriler ve bazen de yeşil protistalardan oluşur. Bu bölgeler, fotosentezin kış duraksaması sırasında yeşil yaşamın geçici olarak kar altında kaybolduğu coğrafyamıza benzetilebilir.

Bu türden olaylar jeolojik tarih boyunca gezegenimizde var olmuştur ancak her zaman sınırlı bir ölçüde. Yaşam, her zaman

ortamın koşullarına uyum sağlayarak görünüşte cansız bölgelere egemen olma eğilimindedir. Yaşayan doğadaki her boş alan, nasıl oluşmuş olursa olsun, zaman içerisinde doldurulmalıdır. Böylece, flora ve faunanın [bitki ve hayvan varlığının] yeni türleri ve alt türleri, azoik alanları, yeni oluşturulmuş karasal alanları ve su havzalarını dolduracaktır. Bu yeni organizmaların ve atalarının yapılarının, yeni ortamın kendine özgü koşulları için gerekli olan önceden yapılandırılmış bazı özellikler içerdiğine dikkat etmek önemlidir. Bu morfolojik preformasyon¹² ve yaşamın yaygınlığı, yaşam basıncının enerji ile ilgili prensiplerinin tezahürleridir.

Azoik veya yaşam açısından fakir yüzeyler, gezegenin varlığının herhangi bir anında, büyük ölçüde sınırlı genişliktedir. Fakat bunlar her zaman vardır ve karada hidrosferdekinden daha belirgindir. Bunların yaşamsal jeokimyasal enerjiye kısıtlama getirmelerinin nedenini bilmiyoruz. Bir yandan Dünya'da yaşama karşı olan güçler ile diğer yandan Güneş ışınımının yaşamı güçlendiren ve henüz tam olarak anlaşılmayan gücü arasında kesin ve bozulmaz bir ilişki olup olmadığını da bilmiyoruz.

53

Yeşil bitki örtüsünün kozmik enerjiyi çekmek için benimsediği yollar birçok şekilde gözlemlenebilir. Fotosentez, esas olarak, işgal ettikleri hücrelerden daha küçük olan ufak plastidlerde gerçekleşir. Sayısız plastid, yeşil renk verdikleri bitkiler içinde yayılır.

Herhangi bir yeşil organizmanın incelenmesi, onun erişilebilir olan tüm Güneş ışınımını çekecek şekilde hem genel hem de özel olarak nasıl uyarlandığını gösterecektir. Bitkilerde yaprak büyüklüğü ve dağılımı öyle bir düzenlenmiştir ki, tek bir Güneş

12 Preformasyon: Organizmanın kendi minyatür biçiminden türemesi. Bu eski görüş artık terk edilmiştir. -çev.

ışını dahi yakalanan enerjiyi dönüştüren mikroskobik aygıttan kaçamaz. Dünya'ya ulaşan ışıma pusuya yatmış organizmalar tarafından toplanır. Her fotosentetik organizma, irademiz ve zekâmızla yarattıklarımızdan çok daha mükemmel olan mobil mekanizmanın bir parçasıdır.

Bitki örtüsünün yapısı buna işaret eder. Ormanlardaki ve çayırlardaki yaprakların yüzeyi, kapladıkları alanın onlarca katı büyüklüğündedir. Boş alanları hızla büyük ölçekli bitkilerle dolduran organik dünyayı hesaba katmasak bile, bulunduğumuz enlemdeki çayırlarda bulunan yapraklar alan açısından 22 ila 38 kat daha büyüktür; beyaz yonca tarlasındakiler 85,5 kat daha büyüktür; bir kayın ormanındakiler ise 7,5 kat daha büyüktür ve bu böyle devam eder. Rusya'nın ormanlarında ağaçlar topraktaki otsu bitki örtüsüyle, gövdelerine tırmanan yosun ve likenlerle ve elverişsiz koşullarda bile onları kaplayan yeşil alglerle desteklenir. İnsan, yeşil yabani otların sürekli tehdidi altında olan ekili alanlarda ancak üstün bir emek ve enerjiyle bir derece homojenliği sağlayabilir.

Bu yapı, insanlığın ortaya çıkmasından önce bakir doğada çarpıcı biçimde etkindi ve bugün bile izini sürebiliriz. Orta Rusya'da varlığını sürdürebilmiş ekili olmayan “bakir bozkır” bölgelerinde, yüzyıllardır var olan ve insan karşı koymadığı müddetçe her yerde yeniden kurulan doğal bir denge gözlemlenebilir. J. Paczoski, “Kovyl” bozkırını ya da Kherson'un iğne otunu (*Stipa capillata*) şu şekilde tarif etmiştir: “Bir deniz izlenimi veriyordu; insanın beline ve üstüne kadar yükselen iğne otu dışında hiçbir bitki göremezsiniz. Bu bitki kütlesi toprağı hemen hemen bütünüyle kaplar, gölgeyle korur ve toprağın nemini korumasına yardımcı olur, böylece likenler ve yosunlar yaprak tutamları arasında büyüyebilir ve en sıcak yaz günlerinde bile yeşil kalabilir.”

Daha önce doğa bilimciler Orta Amerika'nın bakir savanlarını benzer şekilde tarif ettiler. F. d'Azara (1781-1801), "Bitkiler öyle yoğundu ki, yeryüzü sadece yollarda, akarsularda veya su kanallarında görülebiliyordu," diye yazar.

Bu bakir bozkırlar ve savanlar, onları büyük ölçüde yeşil alanlara dönüştüren uygar insanın elinden kurtulabilen istisnai alanlardır.

Bulunduğumuz enlemlerde bitki örtüsü, astronomik bir olgu olan Dünya'nın Güneş etrafında dönüşü tarafından kontrol edilen periyotlara göre yaşıyor.

54

Dünya yüzeyinin yeşil madde ile doygunluğa ulaştığı bu tablo, bitkisel yaşamın diğer tüm olgularında görülebilir: Tropikal ve subtropikal bölgelerin orman meşcereleri, *septentrional* [kuzey bölgeleri] ve ılıman enlemlerin taygaları, savanalar ve tundralar. Bunlar, insan müdahalesinin mevcut olmadığı durumlarda yeşil maddenin gezegenimizi sürekli veya dönemsel olarak kapladığı örtüdür. İnsan, yalnız başına, kurulan bu düzeni bozar ve jeo-kimyasal enerjiyi azaltıp azaltmadığı veya yeşil transformatörleri farklı bir şekilde dağıtıp dağıtmadığı yanıtlanmamış bir sorudur.

Gruplandırılmış bitki örtüsü ve izole edilmiş birçok bitki biçimi, Güneş ışınımını yakalayıp onun yeşil klorofil plastidlerinden kaçmasını önleyecek şekilde düzenlenmiştir.

Genel olarak ısıma, dünya yüzeyinin yüzlerce katı ölçeğinde çoğalmış bir canlı madde katmanından geçmeden yüzeyin herhangi bir yerine ulaşamaz.

55

Kara, dünya yüzeyinin yüzde 29,2'sini oluşturur; geri kalanı, temel canlı yeşil madde kütesinin bulunduğu ve aydınlık Güneş enerjisinin çoğunun aktif kimyasal enerjiye dönüştürüldüğü denizdir.

Denizdeki canlı maddenin yeşil rengi genellikle fark edilmez çünkü sayısız mikroskobik, tek hücreli alge dağılmıştır. Bu algler bazen kalabalıklar içinde serbestçe yüzer ve diğer zamanlarda milyonlarca kilometrekarelik okyanusa yayılırlar. Güneş ışınlarının nüfuz ettiği her yerde, 400 metre derinliğe kadar, ama çoğunlukla yüzeyden 20 ila 50 metre derinlikte, sürekli hareket halinde yükselip batarak yaşarlar. Çoğalmaları, gezegenin Güneş etrafında dönmesi de dâhil olmak üzere ısıya ve diğer koşullara göre değişir.

Üstlerine düşen Güneş ışığı bu organizmalar tarafından hiç şüphesiz tam olarak kullanılır. Yeşil algler, siyanobakteriler [mavi-yeşil bakteriler], kahverengi algler ve kırmızı algler düzenli bir sırada birbirleriyle derinlik açısından yarışır. Kırmızı fikokromacea, Güneş ışınlarının su tarafından emilmeyen son izleri olan mavi ışınları kullanır. W. Engelmann'ın da gösterdiği gibi, her biri kendine özgü bir renge sahip olan tüm bu algler, sulu ortamlarına özgü ışık koşullarında maksimum fotosentez üretimi için uyum sağlamışlardır.

Organizmaların artan derinlik içindeki dizilimi, hidrosferin her yerde geçerli bir özelliğidir. Sığıklarda veya Sargasso Denizi gibi jeolojik tarihle bağlantılı özel yapılarda, çıplak gözle görünmemekle birlikte planktonlar, bazıları çok büyük olan dev alg ve bitki ormanları ve tarlalarında yoğunlaşmaktadır. Bunlar, dünyanın en büyük masif ormanlarından daha güçlü enerjiye sahip kimyasal laboratuvarlardır. Ancak, işgal ettikleri toplam yüzey nispeten küçüktür – plankton tarafından kullanılan yüzey alanının sadece yüzde birkaçıdır.

56

Bu nedenle, gezegen yüzeyinin büyük bir bölümünü oluşturan hidrosferin, uygun mevsimlerde kıtasal alanın çoğunda olduğu gibi her zaman kesintisiz bir yeşil enerji transformatörü

tabakasıyla kaplı olduğunu görmekteyiz. Buzullar ve azoik bölgeler gibi yaşam açısından fakir yerler toplam dünya yüzeyinin sadece yüzde 5 ila 6'sını oluşturur. Bu da hesaba katıldığında, yeşil madde katmanını Dünya'dan çok daha büyük bir yüzey alanına sahiptir ve etkisi nedeniyle kozmik ve gezegensel ölçekte bir olgu olarak değerlendirilir.

Karadaki bitki örtüsünün yüzey alanını okyanustaki fitoplanktonun yüzey alanına eklersek, sonuçta elde edilen miktar okyanusun kendisinden daha büyük bir yüzey alanını temsil eder. Aslında, Dünya'daki fotosentez yapan organizmaların yaklaşık olarak Jüpiter ile aynı yüzey alanına ($6,3 \times 10$ kilometrekare) sahip oldukları gösterilebilir.¹³

Kozmik ölçeğin bir göstergesi olan biyosferin yüzey alanının, Güneş sistemindeki diğer büyük nesnelerinkiyle rekabet etmesi tesadüf değildir.

Dünya'nın yüzey alanı, Güneş'inin yüzde 0,01'inin (%0,0086) biraz altındadır, oysa biyosferde fotosentezle oluşan yüzey alanı tamamen farklı bir düzendedir: Güneş yüzeyinin yüzde 0,86 ila 4,2'si.

57

Bu rakamlar açıkça, biyosferde yaşayan yeşil maddenin topladığı Güneş enerjisi oranına karşılık geliyor. Bu karşılıklılık, Dünya'nın doğasını açıklamaya başlayabileceğimiz bir hareket noktası olabilir.

Organizmalar tarafından emilen Güneş enerjisi, Dünya'nın yüzeyine düşenin sadece küçük bir kısmıdır ve ikincisi, Güneş'in toplam ışıının önemsiz bir kısmıdır. S. Arrhenius'a göre, Dünya Güneş'ten yılda $1,66 \times 10^{21}$ kilokalori alırken, Güneş 4×10^{30} kilokalori yayar.

¹³ Bu, Dünya yüzeyinin yüzde 5'inin yeşil bitki örtüsünden yoksun olduğunu ve yeşil, emici yüzeyin çoğalma ile 100 ila 500 kat arttığını varsayar. Öyleyse maksimum yeşil alan $5,1 \times 10^{16}$ ila $2,55 \times 10^{11}$ kilometrekareye denk düşer.

Bu, mevcut bilgimize göre dikkate değer tek kozmik enerjidir. Dünya'ya tüm yıldızlardan ulaşan toplam ışıma, I. Newton'ın gösterdiği gibi, Güneş'ten gelenin yüzde $3,1 \times 10^{-5}$ 'inden muhtemelen daha azdır. Gezegenlerden ve Ay'dan gelen enerji çoğunlukla Güneş ışımasının yansımasıdır ve Güneş'ten gelen toplamın on binde birinden daha azdır.

Gelen tüm enerjinin önemli bir kısmı atmosfer tarafından emilir ve sadece yüzde 40'ı (yılda $6,7 \times 10^{20}$ kalori) gerçekten yeryüzüne ulaşır. Bu, yeşil bitki örtüsü tarafından kullanılabilir ama çoğu, kabuk, okyanus ve atmosferdeki termal süreçlere katılır. Canlı madde ayrıca, yaşamın sürdürülmesinde çok büyük bir rol oynamakla birlikte, yaşamın yaptığı kimyasal işi temsil eden yeni kimyasal bileşiklerin oluşturulmasına doğrudan katılmayan ısının da dikkate değer bölümünü emer.

Kimyasal iş için, yani biyosferin termodinamik alanında (§89) kararsız olan organik bileşiklerin yaratılması için yeşil bitki örtüsü, öncelikle 670 ile 735 nanometre arasındaki dalga boylarını kullanır (Dangeard ve Desroche, 1910-1911). Elektromanyetik spektrumun 300 ila 770 nanometre dalga boyundaki görünür kısmının diğer bölümleri de yeşil bitkiler tarafından fotosentezi güçlendirmek için kullanılır, ancak 670-735 aralığında olduğu kadar yoğun kullanılmaz. Yeşil bitkilerin üzerlerine düşen Güneş ışımasının sadece küçük bir kısmını kullanması, dönüştürücü aygıtlardaki kusurlardan ziyade, gereken kimyasal işin ihtiyaçları ile ilgilidir.

J. Boussingault'a göre, ekili bir yeşil alan tarafından emilen Güneş enerjisinin yüzde 1'i, enerjinin organik, yanıcı maddeye dönüştürülmesinde kullanılabilir. S. Arrhenius bu rakamın yoğun tarım alanlarında yüzde 2'ye varabileceğini hesaplar. H. T. Brown ve F. Escombe tarafından, bu rakamın yeşil yapraklar için yüzde 0,72'ye ulaştığı doğrudan gözlemlenmiştir. Orman

kaplı yüzeyler, odunsu dokuyu temel alan hesaplamalara göre bu enerjinin ancak yüzde 0,33'ünü kullanır.

58

Bunlar şüphesiz asgari rakamlardır. Boussingault'un Arrhenius'u düzelttiği hesaplamasında yalnızca karadaki bitki örtüsü dikkate alınmıştır. Üstelik toprağın verimliliğinin tarım yoluyla artırıldığı ve yarattığımız elverişli koşulların yalnızca değerli tarım bitkileri için değil, yabancı otlar için de geçerli olduğu varsayılmalıdır. Bu hesaplamalar, tarım ve gübre tarafından sağlanan elverişli koşullardan yararlanan yabancı otların ve fotosentez yapan mikroskobik organizmaların varlığını hesaba katmaz. Dünya ayrıca, tarlalar dışında bataklıklar, nemli ormanlar ve çayırlar gibi, yaşam oranının insanın ektiği tarlalardan daha yüksek olduğu zengin yaşam konsantrasyonlarına sahiptir (\$150 ve devamı).

Yeşil bitki örtüsünün başlıca bölümü, hayvanların bitkisel maddeyi neredeyse üretildikleri hızda özümlediği okyanuslardadır. Üretim hızı, birim alandaki yeşil yaşam miktarına bağlıdır ve yaklaşık olarak karadaki rakamlarla aynı görünmektedir. Böylece okyanusun planktonunda ve bentozunda oluşan heterotrofik hayvan yaşamı, nadiren, o da eğer mümkünse, karada görülebilecek bir ölçekte gerçekleşir.

Arrhenius'un hesapladığı asgari sayının artırılması gerektiğinden bahsetmiştik ve bu yazarın önerdiği sıranın da düzeltilmesi gerektiği ortadadır.

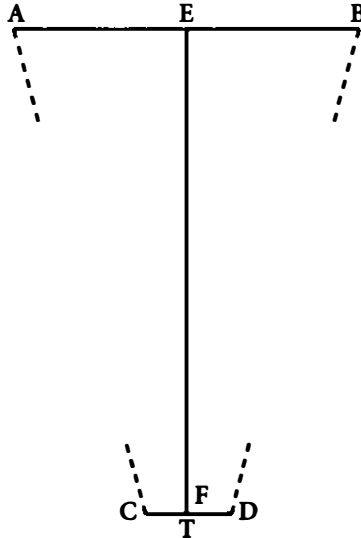
Yeşil madde, Güneş enerjisinin yüzde 2'sini veya daha fazlasını emer ve kullanır. Biyosferin yeşil dönüşüm yüzeyine eşit bir alana sahip olacak Güneş yüzeyinin oranı olarak hesapladığımız bu rakam, yüzde 0,8 ile 4,2 arasındaki sınıra denk düşüyor (\$56). Yeşil bitkiler gezegene ulaşan toplam Güneş enerjisinin sadece yüzde 40'ına erişebildiklerinden, kullandıkları yüzde 2, toplam Güneş enerjisinin yüzde 0,8'ine tekabül eder.

59

Bu tesadüf, ancak, biyosfer mekanizmasında Güneş spektrumunun belirli bir bölümünü bütünüyle kullanan bir cihazın varlığı kabul edilerek açıklanabilir. Işıma enerjisinin yarattığı karasal dönüşüm yüzeyi, toplam Güneş enerjisinin Dünya'da kimyasal iş yapabilme yeteneğine sahip olan spektral bölgelerde bulunan bölümüne tekabül edecektir.

Gezegemizi aydınlatan dönen Güneş'in ısıtılı yüzeyini, AB uzunluğunda aydınlık, düz bir yüzey olarak temsil edebiliriz (Şekil 1). Işık titreşimleri, bu yüzeyin her bir noktasından sürekli olarak Dünya'ya yönlendirilir. Bu dalgaların sadece uygun dalga boyuna sahip olan yüzde m kısmı yeşil canlılar tarafından biyosferdeki aktif kimyasal enerjiye dönüştürülebilir.

Şekil 1



Dünyanın dönen yüzeyi de Güneş ışınlarıyla aydınlatılan bir düzlem yüzeyi olarak temsil edilebilir. Güneş çapının muazzam büyüklüğü ve Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığı dikkate

alındığında bu yüzey, AB'yi terk eden Güneş ışınlarının odağı olarak düşünülebilecek olan, şekildeki T noktası ile ifade edilebilir.

Biyosferdeki yeşil iletim cihazı, çok ince ve organize bir parçacık katmanından, kloroplastlardan oluşur. Etkileri yüzeyleriyle orantılıdır, çünkü klorofilin kendisi dönüştürdüğü ışığın kimyasal olarak aktif frekanslarına karşı saydam değildir. Güneş enerjisinin yeşil bitkiler tarafından azami seviyede dönüştürülebilmesi için Dünya'da Güneş'in parlak yüzeyinin en az yüzde m 'sine eşit düzlem yüzeyine sahip bir alıcı bulunması gerekir. Bu durumda, Dünya için gerekli tüm ışınlar klorofil taşıyan cihaz tarafından emilecektir.

Şekildeki CD, Güneş'in yüzeyinin yüzde 2'sine eşit yüzeye sahip bir dairenin çapını temsil eder. AB, Güneş'in tüm ısıma alanına eşit yüzeye sahip bir dairenin çapını temsil eder. CD benzer şekilde, Dünya'ya düşen ışımaya duyarlı alanı temsil eder. T, Dünya'nın yüzeyine karşılık gelir. Büyük ihtimalle, Güneş ışınımını, onun karakterini (biyosferde kimyasal olarak aktif radyasyonların m kısmı), yeşil bitki örtüsünün ve azoik bölgelerin yüzeyini birbirine bağlayan bilinmeyen ilişkiler söz konusudur. Bundan, biyosferin kozmik karakterinin, bu şekilde oluşan biyota¹⁴ üzerinde derin bir etkiye sahip olması gerektiği sonucu çıkar.

60

Canlı madde, aldığı radyan enerjinin organizmaların miktarına karşılık gelen bir kısmını her zaman saklar. Tüm ampirik gerçekler, Dünya yüzeyindeki yaşam miktarının sadece kısa dönemlerde değişmediğini değil, aynı zamanda jeolojik dönemler boyunca, Arkeen'den kendi zamanımıza kadar pratikte hiçbir modifikasyona uğramadığını göstermektedir.

¹⁴ Biyota: Bir bölgede yaşayan canlıların bütünü olarak tanımlanır. -çev.

Canlı maddenin ısıma enerjisi ile oluşması, astronomik bir olgu ile, yani Güneş ışınımının yoğunluğu ile ilişkili olduğu için biyosferde canlı madde kütlesinin sabitliğine ilişkin ampirik genellemede büyük önem taşımaktadır. Jeolojik tarih boyunca bu yoğunluğun herhangi bir sapmaya uğradığı doğrulanamaz. Yaşamın ana unsuru olarak yeşil canlılar ve belirli dalga boylarındaki Güneş ışınimleri arasındaki bağlantının yanı sıra, biyosfer mekanizmasının bu tür ışınların yeşil bitki örtüsü tarafından tam olarak kullanılabilmesi için adapte olduğu göz önüne alındığında, biyosferde yaşayan madde miktarının sabitliğine ilişkin taze ve bağımsız bir gösterge bulunur.

61

Canlı madde biçimlerinin yakaladığı enerji miktarı her bir an için hesaplanabilir. S. Arrhenius'a göre, yeşil bitki örtüsü tarafından üretilen yanıcı ve organik bileşikler, bir yıllık bir süre içinde biyosfere ulaşan toplam Güneş enerjisinin yüzde 0,024'ünü, yani $1,6 \times 10^{17}$ kilokalori içerir.

Gezegensel ölçekte bile bu yüksek bir rakamdır, ancak bana göre bu rakamın belirtilenden daha büyük olması gerekiyor. Başka bir yerde, S. Arrhenius tarafından Güneş'in yaptığı yıllık işe dayanarak hesaplanan organik madde kütlesinin, en az on kat daha fazla olması gerektiğini göstermeye çalıştık. Biyosfer tarafından bir yılda toplanan Güneş enerjisinin yüzde 0,25'inden fazlasının canlı maddede, biyosferdeki hareketsiz madde alanından farklı özel bir termodinamik alanda bulunan bileşiklerde sürekli olarak depolanması muhtemeldir.

Serbest oksijen üretiminin (yaklaşık olarak $1,5 \times 10^{21}$ gram/yıl) gösterdiği gibi, yaşamın içinde sürekli hareket eden maddelerin miktarı çok büyüktür. Sürekli ölmekte olan ve çoğalmayla ikame edilen yaratıkların etkisi daha da büyüktür. Bir yıl boyunca göç eden element kütlesinin, yer kabuğunun üst 16 ki-

lometresinin ağırlığını (10^{25} gram hanesinde) defalarca aştığını gördük (\$45).

Değerlendirmelerimize göre, bir yıl boyunca canlı madde aracılığıyla biyosfere giren enerji, canlı maddenin termodinamik alanında yüz milyonlarca yıldır elde ettiği enerjiyi çok fazla aşmıyor. Bunun en az 1×10^{18} kilokalorilik kısmı yanıcı bileşikler şeklindedir. Dünyanın ve okyanusların yüzeyine düşen enerjinin en az yüzde 2'si, yani en az $1,5 \times 10^{19}$ kilokalori, yaratım ve yeniden yapılandırma çalışmalarına harcanır. Daha sonraki çalışmalar bu rakamı artırsa bile, büyüklüğün 10^{19} düzeyinden farklı olması neredeyse olanaksızdır.

Canlı madde miktarının jeolojik tarih boyunca sabit olmasıyla ilgili olarak, yanıcı kısmında saklanan enerji yaşamın doğal ve kalıcı bir parçası olarak kabul edilebilir. Böylece yaşam tarafından biyosfere iletilen yıllık enerji miktarı 10^{19} kilokalorinin birkaç katı olmalıdır.

Biyosfer Mekanizmasında Yaşamla İlgili Bazı Düşünceler

62

Fotosentetik canlı madde biyosferdeki yaşamın tüm temel tezahürlerini kapsamaz, çünkü biyosferin kimyası sadece kısmen bitkiler dünyası tarafından kontrol edilir. Ampirik olarak (tam olarak anlaşılmamışsa da) kabul edilebilecek genelleştirmeler olarak görülebilen bazı düzenlemelerle doğada sıklıkla karşılaşmaktadır ve bunlar belirsizliklerine rağmen dikkate alınmalıdır. Bunlardan en temel olanı aşağıda açıklanmıştır.

Ünlü doğa bilimci K. E. Baer uzun zaman önce, canlı maddenin tüm jeokimyasal tarihini yöneten bir tuhaflığa dikkat çekti – biyosfere giren basit kimyasal cisimlerin *tutumlu kullanım yasası*. Baer bunu önce karbon ve daha sonra da azot ile bağlantılı

olarak gösterdi. Bu olgu tüm kimyasal elementlerin jeokimyasal geçmişine genişletilebilir.

Kimyasal elementlerin canlılar tarafından kullanılmasındaki tutumluluk, ilk önce bizzat organizmalarda ortaya çıkar. Bir element bir organizmaya girdiğinde, organizmada kaybolmadan önce birçok bileşiğin parçalarını oluşturarak farklı evrelerden geçer. Ek olarak organizma, sistemine bu elementlerden sadece gerekli miktarlarda kabul ederek herhangi bir aşırılığın önüne geçer. Her zaman kesin bir oranda seçim yapar, bazılarını tutar ve diğerlerini serbest bırakır. Baer'in dikkatini çeken olgunun bu yönü açıkça organizmanın özerkliğiyle ve onun kararlılığa ulaşmasını, içerdği serbest enerjiyi en aza indirmesini sağlayan denge sistemleriyle bağlantılıdır.

Daha büyük canlı kütlelerinde, bu tutumluluk yasası daha da net bir şekilde gözlenmektedir. Atomlar canlı maddenin yaşam girdaplarına bir kez girdiğinde, biyosferin hareketsiz maddesine kaçması oldukça zordur ve bazıları belki de hiç kaçamaz. Sayısız heterojen mekanizma, atomları hareketli ortamlarına emer ve onları bir yaşam girdabından diğerine taşıyarak korur. Bunlar parazitleri, diğer organizmaları özümseyen organizmaları, çoğalma ile üretilen yeni nesilleri, simbiyotik canlıları ve saprofitleri [ortak yaşam canlılarını ve çürükçülleri] içerir. Sonuncular, mikroskobik biçimlerle döllendiklerinden çoğu hâlâ yaşayan yaşam kalıntılarını hızlı bir şekilde canlı madde biçimine dönüştürerek kullanırlar.

Bu, tüm yaşam döngüsü boyunca, yüz milyonlarca yıldır böyle olagelmıştır. Neredeyse homojen bir enerji seviyesine, 10^{19} kilokaloriye sahip olan değiştirilemez kaplama tabakasının atomlarının bir kısmı asla bu yaşamsal döngüyü terk etmez. Baer'in görselleştirdiği gibi, hayat, emilen maddeye öncelik verir ve bunun parçalarından zorlukla vazgeçer. Hayat, yaşamın

maddesini kolaylıkla terk etmez ve bu atomlar uzun süre yaşamla ilişki içerisinde kalır.

63

Tutumluluk kanunları nedeniyle, tüm jeolojik dönemler boyunca canlı madde çerçevesinde yaşamış, hareket eden ve göç eden, ancak hareketsiz maddenin kaynağına asla geri dönmeyen atomlar söz konusu olabilir.

Bu ampirik genelleme tarafından ana hatları çizilen bu beklenmedik tablo bizi ortaya çıkan sonuçları incelemeye ve bir açıklama yapmaya zorluyor. Sadece varsayımsal olarak ilerleyebiliriz. Öncelikle, bu genelleme, felsefi ve teolojik çevrelerde tartışılmış olmasına rağmen, bilimin henüz incelemediği bir soruyu gündeme getiriyor: Bu şekilde canlı madde tarafından soğurulan atomlar, hareketsiz maddede bulunanlar ile özdeş midir? Yoksa aralarında özel izotopik karışımlar mı bulunuyor? Çağdaş bilim için büyük merak uyandıran bu soruna sadece deneyler cevap verebilir.

64

Organizmalar ve onları çevreleyen ortamlar arasındaki gaz alışverişi, biyosferde büyük önem taşıyan bir yaşamsal süreçtir (§42). Bu alışverişin bir kısmı I. Lavoisier tarafından yanma olarak açıklanmıştır. Bu süreçte karbon, hidrojen ve oksijen atomları canlı girdapların içine ve dışına sürekli girip çıkmaktadır.

Yanma muhtemelen yaşamın temel alt tabakasına, protoplazmaya [hücrenin canlı içeriğine] ulaşamaz. Canlı organizmalar tarafından karbondioksit olarak serbest bırakılan karbon atomlarının, organizmanın parçası olan elementlerden değil de, yiyecek gibi organizmaya yabancı olan maddelerden türetilmesi mümkündür. Eğer öyleyse, canlı maddeler tarafından emilen ve tutulan atomlar sadece protoplazma ve onun yapılarında toplanacaktır.

Protoplazmanın atomik kararlılığı teorisi C. Bernard ile ortaya çıkmıştır. Ortodoks biyologlar tarafından kabul edilmese de zaman zaman yeniden gündeme gelir ve araştırmacıların ilgisini uyandırır. Bernard'ın fikirleri, Baer'in yaşamın tutumluluğuna dair genellemeleri ve biyosferdeki yaşam miktarının sabit olması ampirik gerçeği arasında bir bağlantı olabilir. Tüm bu fikirler, *jeolojik tarih boyunca biyosferdeki protoplazmik oluşumların miktarının değişmezliği* ile bağlantılı olabilir.

65

Biyosfer ölçeğinde yaşamsal olgular üzerine yapılan çalışmalar, canlı madde tarafından düzenli ve karmaşık mekanizmalarla yerine getirilen işlevlerin, canlıların özelliklerine ve yapılarına derinden yansıdığını göstermektedir.

Bu bağlamda, gaz alışverişi ilk sırada yer almalıdır. Solunum ile gezegendeki gaz alışverişi arasında yakın bir bağlantı vardır.

J.B. Dumas ve J. Boussingault, 1844'te Paris'te dikkate değer bir konferansta, canlı maddenin *atmosferin bir uzantısı* olarak anlaşılabilirliğini gösterdiler. Canlı madde, oksijen, karbondioksit ve su gibi atmosferik gazlardan azot ve kükürt bileşikleri ile birlikte, bu gazları Güneş'in kozmik enerjisini toplayan sıvı ve katı yanıcılara dönüştürerek organizmalar oluşturur. Ölümden sonra, bu aynı gaz elementleri yaşamın süreçleri yoluyla atmosfere geri döner.

Bu fikir, olgularla uyumludur. Yaşamla biyosferin gazları arasındaki sağlam ve üretken ilişki ilk bakışta görüldüğünden daha derindir. Biyosferin gazları, atmosferin temel kimyasal bileşimini belirleyen canlılarla üretken bir biçimde bağlantılıdır. Çoğalmanın yaratılması ile kontrolü ve organizmaların jeokimyasal enerjisi ile ilişkisi içinde gaz alışverişinden bahsederken bu olguyu da daha önce konuştuk. (§42)

Tüm atmosferdeki gazlar, canlılarla dinamik ve sürekli alış-veriş içeren bir denge durumundadır. Canlılar tarafından serbest bırakılan gazlar derhal atmosfere geri döner. Organizmaların içine neredeyse göz açıp kapayıncaya kadar girip çıkarlar. Bu nedenle, biyosferdeki gaz akışı, kozmik enerji ögesi olarak fotosentez ile yakından bağlantılıdır.

66

Bir organizmanın yok edilmesinden sonra, atomlarının çoğu derhal canlı maddeye geri döner, ancak küçük bir miktarı yamsal süreçlerden uzun süre uzak kalır. Bu bir tesadüf değildir. Bu küçük yüzdelik dilim, muhtemelen her element için sabit ve değişmezdir. Binlerce ya da milyonlarca yıl sonra başka bir yolla canlı maddeye geri döner. Bu zaman aralığında, canlı maddeye dönmeyen bileşikler biyosferin tarihinde ve hatta kabuğun tamamında önemli bir rol oynar, çünkü atomlarının önemli bir kısmı uzun süre için *biyosferden ayrılır*.

Şimdi göz önünde bulundurmanız gereken yeni bir sürecimiz var: *Güneş'ten gelen ısıma enerjisinin Dünya'ya yavaşça nüfuz etmesi*. Bu süreçte canlı madde, biyosferi ve kabuğu dönüştürür. İçinden geçen elementlerin bir kısmını sürekli olarak salgılayarak yaşama özgü muazzam bir mineral kütlesi oluşturur; aynı zamanda biyosferin hareketsiz maddesine kendi artıklarının ince tozu ile nüfuz eder. Canlı madde, abiyojenik [cansızdan üreyen] bileşiklerde modifikasyonlar üretmek için kozmik enerjisini kullanır (§140 ve devamı). Gezegenin iç kısmındaki canlı maddenin etkisiyle daha derinlere nüfuz eden radyan enerji, gözlemleyebildiğimiz tüm derinlik boyunca yer kabuğunu değiştirmiştir. Freatik¹⁵ moleküler sistemlere dönüştürülen biyojenik [diriltgen] mineraller bu nüfuzun araçları olmuştur.

15 Freatik: Yeraltı suyuna ilişkin. -çev.

Biyosferin hareketsiz maddesi büyük ölçüde yaşam tarafından yaratılmıştır.

Yeni bir alana, 19. yüzyılın başlarındaki doğa filozoflarının fikirlerine dönüyoruz: L. Ocken, H. Steffens ve J. Lamarck. Jeolojik olgularda yaşamın belirleyici rolünü takıntı haline getirmiş bu düşünürler, dünya kabuğunun tarihini, onları izleyen katı gözlem yanlısı jeologların genellemelerinden daha derinlemesine ve ampirik olgularla daha iyi bir uyum içinde ele almışlardır.

Yaşamın biyosferdeki madde üzerindeki bu etkilerinin, özellikle de vadoz minerallerinin aglomerasyonlarının [sulu mineral yığılmalarının] yaratılması üzerindeki etkilerinin, esas olarak su içerisinde yaşayan organizmaların aktivitesi ile bağlantılı olması ilginçtir. Jeolojik tarih boyunca sulu havzaların sürekli yer değiştirmesi, kozmik kökenli kimyasal serbest enerjinin gezegenin her yanına yayılmasını sağlar. Bu olgular kararlı bir dinamik denge durumu gibi görünmektedir ve içlerinde rol alan madde kütleleri, denetleyici Güneş enerjisi kadar değişmezdir.

67

Kısacası, biyosferde kayda değer miktarda madde, canlı organizmalar tarafından biriktirilmiş ve birleştirilmiş, Güneş enerjisi tarafından da dönüştürülmüştür. Biyosferin ağırlığı yaklaşık 10^{24} gram olmalıdır. Kozmik enerjiyi emen aktif canlı madde bunun en fazla yüzde birini ve muhtemelen yüzde birin ufak bir kesrini oluşturur. Ancak bazı yerlerde bu aktif canlı madde, toprak gibi ince yatakların yüzde 25'ini oluşturan baskın unsurdur.

Gezegelimizdeki canlı maddenin görünümü ve oluşumu açıkça kozmik karakterli bir olgudur. Canlı maddenin cansızdan ortaya çıkmadığı da çok açıktır. Başka bir deyişle, canlı organizmalar tüm jeolojik tarih boyunca canlı organizmalardan oluşmuştur ve genetik olarak birbirine bağlıdır. Bunun yanı sıra

Güneş ışınlamı hiçbir yerde, kendinden önce gelen bir organizmadan bağımsız olarak kimyasal enerjiye dönüştürülemez.

Yer kabuğunun bu olağanüstü mekanizmasının nasıl oluştuğunu bilmiyoruz. Bu mekanizma her zaman hayatla dolu olmuştur. Biyosferdeki maddenin kökenini anlamamış olmamıza rağmen, milyarlarca yıldır aynı şekilde işlediği açıktır. Bu tıpkı yaşamın kendisi gibi bir gizemdir ve mevcut bilgimiz çerçevesinde bir boşluk yaratmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

YAŞAMIN ALANI



Yeşeren bir tarla,
Parlak bir gökyüzü...
F. Tyutçev, 1865

Biyosfer: Dünyanın Zarfı

68

Geçtiğimiz yüzyılın en ünlü jeologlarından biri olan Viyana Üniversitesi'nden Prof. E. Suess, 1875 yılında yer kabuğunun özgül ve yaşam dolu zarfı olarak biyosfer fikrini ortaya koydu. Yaşamın Dünya'nın kabuğunun yapısı açısından önemine rağmen, bu fikir bilimsel düşünceye pek yavaş nüfuz etti ve bugün bile pek takdir edilmiyor. Yaşamın yaygınlığına ve tezahürlerinin sürekliliğine odaklanan bu fikir, Suess'in olası sonuçlarını tam olarak göremediği yeni bir *ampirik genellemeyi* temsil ediyordu. Bu ancak güncel bilimsel keşiflerin sonucunda açık bir şekilde anlaşılmaya başlamıştır.

69

Dünya iki yapı sınıfına ayrılabilir: İlk olarak, *eşmerkez* olarak adlandırılabilir büyük eşmerkezli bölgeler ve ikincisi, bu bölgelerin *zarf* veya *geosfer*¹⁶ [cansız yerküre] olarak adlandırılan alt bölümleri. Bu yapıların kimyasal ve fiziksel özellikleri, Dünya'nın merkezine olan mesafelerine bağlı olarak tutarlı bir şekilde değişir. Biyosfer, bu büyük eşmerkezli bölgelerden biri olan yer kabuğunun zarfını veya üst *geosferini* oluşturur.

En az üç büyük eşmerkez bulunmaktadır: *Gezeğin çekirdeği, sima*¹⁷ *tabakası ve kabuk*. Bu bölgelerden her birinin içindeki

16 *Geosphere* kelimesi, jeologlar ve coğrafyacılar tarafından çeşitli anlamlarda kullanılmaktadır. J. Murray (1913) ve D.N. Sobleff (1926), hepsi E. Suess'in fikirlerine dayanan örneklerdir.

17 Sima bölgesi, sial tabakasının altında yer alır. Bileşiminde daha çok silisyum ve magnezyum bulunduğundan bu tabakaya "sima" adı verilmiştir (Si = silisyum, Ma = magnezyum). -çev.

maddenin, çok yavaşça veya belirli sabit dönemler hariç olmak üzere, bir eşmerkezden diğerine geçemediği anlaşıyor. Böyle bir göç, çağdaş jeolojik tarihte görülen bir olgu olmadığından, her bölge yalıtılmış ve bağımsız bir mekanik sistem oluşturuyor gibi görünmektedir.

Dünya milyonlarca yıl boyunca aynı termodinamik koşullarda kalır. Dışarıdan hiçbir enerji akışının olmadığı durumlarda, Dünya'nın mekanik sistemleri kararlı, dinamik bir dengeye kesinlikle ulaşmıştır. Dengenin kararlılığı ile dışsal enerjinin akış derecesi arasında ters bir ilişki olabilir.

70

Dünya'nın çekirdeğinin kimyasal bileşimi, kabuğununkinden açıkça farklıdır. Çekirdeği oluşturan maddenin kritik noktanın üzerinde, belirli bir gaz halinde bulunması mümkündür. Ne yazık ki, bilimin bu aşamasında, gezegenin fiziksel durumu hakkındaki derinlemesine düşünceler tamamen varsayımsaldır. Bu bölgelerin onlarca, yüzlerce hatta binlerce atmosfer basıncına maruz kaldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, bu bölgelerde nispeten ağır serbest elementlerin veya bunların basit bileşiklerinin egemen olduğu varsayılmaktadır.

Ancak Dünya'nın çekirdeğinin fiziksel özellikleri başka şekillerde de ifade edilebilir. Örneğin, çekirdeğin katı, gaz veya akışkan olduğu; çekirdekte çok yüksek veya çok düşük sıcaklıkların söz konusu olduğu hayal edilebilir. Elbette çekirdek, yüzeyinkinden belirgin bir şekilde farklı bir kimyasal bileşime sahiptir. Gezegenin ortalama özgül ağırlığı 5,7 ve kabuğunki 2,7 olduğundan, çekirdeğin özgül ağırlığının 8'den, hatta muhtemelen 10'dan az olması düşük bir olasılıktır. Varsayıldığı gibi, serbest demirden veya demir-nikel alaşımlarından oluşması olasılık dışı değildir.

Sismometrik çalışmalar, okyanus yüzeyinin yaklaşık 2900 kilometre altındaki bir derinlikte Dünya'nın fiziksel özelliklerinde ani bir değişiklik olduğunu açıkça göstermektedir. Bu derinlikteki sismik dalgaların, farklı bir eşmerkezle, metalik çekirdekle karşılaştığı varsayılmaktadır. Bununla birlikte, bu sınırı diğer sismik dalga süreksizliklerine dayanarak 1200-1600 kilometrelik daha az bir derinliğe atfetmek mümkündür.

71

Geçen birkaç yıl içerisinde Dünya'nın bu bölgesi hakkındaki bilimsel görüşlerde büyük değişiklikler meydana gelmesine rağmen, mevcut bilgimiz, kesin sonuçlara varılabilmesi için henüz yetersizdir. Şüphesiz yakın gelecek, bu konuda büyük ilerlemeler getirecektir.

Petrogenetik¹⁸ araştırmalar ve sismik¹⁹ gözlemler, silikat ve alüminosilikat kayalarının, gezegenimizin yapısında önceden düşünüldüğünden çok daha büyük bir yer işgal ettiğini göstermektedir. Hırvat baba ve oğul Mohorovicic'in olağanüstü çalışması, bu olguya dikkat çekmektedir.

72

Suess, *sima* olarak adlandırdığı ikinci eşmerkezde silisyum, magnezyum ve oksijen atomlarının kimyasal olarak egemen olduğunu düşünüyordu. Bu bölge, en az birkaç yüz ve muhtemelen binlerce kilometre kalınlığındadır. Beş ana atom –silisyum, magnezyum, oksijen, demir ve alüminyum– bu bölgenin ana bileşenleri olarak görünmekte, ağır demir atomlarının sıklığı ise derinlikle birlikte artmaktadır.

Belki üçüncü eşmerkez olan kabuğun temel kayalarına benzeyen kayalar da sima bölgesinin oluşumunda büyük rol oynar.

18 Petrogenetik: Petrol biliminin kayaların kökenini inceleyen dalıyla ilgili. –çev.

19 Sismik: Depremle ilgili. –çev.

maktadır. Bazı jeologlar ve jeofizikçiler, bu kayaların mekanik özelliklerinin eklojitleri²⁰ hatırlattığını belirtmişlerdir.

73

Simanın üst sınırında ortalama kalınlığı yaklaşık 60 kilometre olan kabuk bulunur. Bu rakam, sismolojiden ve özgül ağırlık çalışmalarından elde edilen bağımsız verilerle oldukça iyi tespit edilmiştir.

Simanın dikkat çekici izostatik [eşbasıncılı] yüzeyi, onu kabuktan açıkça ayırır. Magma, simanın tüm eşmerkezli katmanlarında homojendir, yalnızca gezegenin merkezinden uzaklığın bir fonksiyonu olarak değişir. Buna karşılık, yer kabuğunun maddesi kesinlikle heterojendir. Bu nedenle, sima ve kabuk arasında önemli bir alışveriş gerçekleşemez.

74

Bundan, simada kabuk ile reaksiyona girebilecek serbest enerji kaynağı bulunmadığı sonucu çıkar. Bu açıdan simanın enerjisi, jeolojik zamanlarda gezegenin yüzeyinde kendini asla göstermemiş olan yabancı bir potansiyel enerjidir. Etkisi hakkında hiçbir iz bulamadığımız için bu ifade iyi kurulmuş bir ampirik genelleme olarak kabul edilebilir. Başka bir deyişle, simanın tüm jeolojik zaman boyunca tam ve kalıcı bir kimyasal durgunluk ve sabit denge durumunda olmadığını gösterecek hiçbir kanıtımız yoktur.

İki olgu, sima hakkındaki bu görüşü doğrulamaktadır: 1. Dünya'nın daha derin bölgelerinden yukarı doğru madde çıkışının bilimsel olarak tespit edildiği hiçbir durum yoktur; ve 2. simanın doğasına içkin serbest enerjiye ilişkin elimizde hiçbir kanıt (sıcaklığın yükselmesi gibi) bulunmamaktadır. Serbest enerji, yani derin bölgelerden Dünya yüzeyine iletilen ısı, sima

20 Eklojit: Mavişist ya da seçmetaş da denen bir kayaç türü. -çev.

ile değil, kabukta yoğunlaşmış olan radyoaktif kimyasal elementlerin enerjisi ile bağlantılıdır.

75

Depremler hariç, yerçekimi aykırılıklarının incelenmesi Dünya'nın içi hakkında, ölçülebilen diğer yüzey olaylarının sunduğundan çok daha iyi bir görüş sağlar. Bu çeşitlemeler, gezegenin üst bölgesinin yapısının özel bir yönü ile bağlantılıdır. Kabuğun, su için 1,0 ile bazik kayalar için 3,3 olan farklı yoğunluktaki büyük bölümleri bu bölgede yoğunlaşmış ve dikey olarak dağılmıştır, böylece daha hafif parçalar ağır olanları dengeler. Teorik olarak izostatik dengenin bulunduğu derinlikte, madde ve enerji dengesinin egemen olduğu bir yüzey vardır. Bu izostatik yüzeyin altında aynı derinlikte bulunan katmanlar arasında mekanik düzensizlikler ve kimyasal farklar sıfır olmalıdır. Yüzey, kabuğu simadan ayırır ve değişim bölgesi ile durgunluk bölgesi arasındaki sınırdır.

Daha önce de belirttiğimiz gibi, değişim bölgesinin dıştaki zarfı olan biyosfer, Güneş enerjisinden faydalanarak değişikliklere sebep olur. Bu Güneş enerjisi kabuğun derinliklerine aktarılır. Birazdan bunun nasıl gerçekleştiğini göstereceğiz.

Güneş'e ek olarak, yer kabuğunun dengesinde yavaş ama güçlü bozulmalara neden olan başka bir serbest enerji kaynağı da radyoaktif maddedir. Simada radyoaktif atomlar var mıdır? Bunu bilmiyoruz; ancak bu maddenin miktarı kabuktaki madde miktarı ile aynı düzeyde olsaydı, gezegenin termal özellikleri çok farklı olurdu. Bu nedenle, Dünya'nın serbest enerji kaynaklarından biri olan radyoaktif madde, simada yoktur veya kabuk tabanından aşağı inildikçe hızla azalmaktadır.

76

Simadaki maddenin fiziksel durumu hakkındaki düşüncelerimiz kesin değildir. Sıcaklığı çok yüksek görünmüyor, ancak sa-

hip olduğu yüksek basınç sıra dışı etkiler yaratıyor. Mohorovicic, bu maddenin mekanik özelliklerinin, en azından 2000 kilometrelik derinliğe kadar katılarla benzerlik gösterdiğini, ancak akıllamaz derecede yüksek basıncı nedeniyle, maddenin deneysel olarak belirlenmiş üç haliyle de (katı, sıvı ve gaz) tam bir uyum içinde olamayacağını ileri sürmüştür. Bridgman'ın 1925 deneylerinin basıncın 20.000 atmosfere ulaştığını gösterdiği simanın üst sınırında bile, maddenin halleri arasındaki farkları karakterize eden bu olağan parametreler çökmektedir.

Bu madde kristal olamaz; belki de söz konusu yüksek basınçlar altında vitroz [cam türünde] veya metalik bir halde bulunur. Bunlar, derinlik ile kademeli olarak basıncın arttığı ve özellikle değiştiği mükemmel homojenlikte tabakalardır.

77

İzostatik yüzeyin kalınlığı net bir şekilde bilinmemektedir. Bir zamanlar 110 ila 120 kilometre olduğu düşünülmekteydi; ancak daha yeni ve kesin tahminler çok daha düşüktür. Seviyesi, bulunduğu yere bağlı olarak değişken gibi görünmektedir ve şekli, jeolojik süreç, yani yer kabuğundaki serbest enerjinin hareketi ile yavaşça değişmektedir.

İzostatik yüzeyin üstünde kabuk denilen büyük eşmerkez vardır. Bu terim köken itibarıyla, önceden akkor halinde olan gezegenin soğudukça sıkılaşp sertleşerek geriye bir “kabuk” bıraktığı fikrine dayanan eski sıvı gezegen hipotezinin bir parçasıydı.

Laplace, bu kozmolojiyi zirveye taşıdı ve bu fikrin bilimsel değerini abartmış bilim insanları arasında bir süre için oldukça rağbet gördü. Jeolojik tabakalarda böyle bir ana kabuğun hiçbir izinin bulunmadığı yavaş yavaş anlaşıldı ve gezegenin bu varsayımsal akkor ve sıvı geçmişinin jeolojik olaylarda hiçbir rol olmadığı ortaya çıktı. Hipotez terk edilmiş olsa da “kabuk” terimi kullanılmaya devam etmektedir, ancak farklı bir anlamda.

78

Yer kabuğunda, bir dizi zarfı, geosferleri ayırt edebiliriz. Her biri, büyük ölçüde yalıtık ve bağımsız olan kendi dinamik, fiziksel ve kimyasal dengesiyle karakterize edilir. Aralarındaki genellikle küresel olmayan sınırların belirlenmesi bizim için zor olsa da, zarflar eşmerkezli olarak düzenlenirler.

Geosferik sınırların konumları, gezegenin üst katı ve alt gazlı bölgelerinde daha kesin olarak belirlenebilir. Büyük miktarda kimyasal bileşik, deniz seviyesinin 16 ila 20 kilometre derinliklerinden ve 10 ila 20 kilometre üstünden Dünya yüzeyine ulaşmıştır ve ulaşmaya devam etmektedir. Dünya'nın jeolojik yapısı, en derin kaya kütlelerinin bu alt sınırın aşağısına uzanmadığını göstermektedir. Ayrıca, 16 kilometrelik bir kalınlık yaklaşık olarak tüm tortul kayaçları ve başkalaşım kayaçlarını içeren bölgeye karşılık gelir. Üst 16-20 kilometrenin kimyasal bileşimi muhtemelen bugün süregelen aynı jeolojik süreçlerle belirlenir. Bu bileşimin genel özellikleri iyi bilinmektedir.

Deneyisel bilimdeki büyük ilerlemeye rağmen bilginizin kesinliği, belirtilen sınırların ötesine geçildikçe azalmaktadır. Yer kabuğuna bitişik olan maddeyi net bir şekilde tanımlayamadığımız gibi, yüksek ve alçak basınç bölgelerindeki maddenin durumu da oldukça belirsizdir.

Kesin olan tek şey, bilginizin yavaş ama emin adımlarla genişlediğidir. Kabuğa ilişkin eski fikirler gözden geçirilip köklü bir değişim geçirmeye yeni başlamıştır.

79

Şimdi dikkatimizi, yer kabuğunu anlamak için önemli olan birkaç genel olguya yöneltmeliyiz. İlk olarak, atmosferin üst katmanlarındaki madde, alıştığımızdan tamamen farklı bir durumdadır. Gezegenin 80-1000 kilometre üzerindeki bölge, elektron ve iyon biçiminde çok büyük serbest enerji rezervleri-

nin yoğunlaştığı yeni bir eşmerkezdir. Bu seyrek madde ortamının gezegenin tarihindeki rolü henüz belli değildir.

İkincisi, kabuğun iç tabakaları hiç şüphesiz, daha önce volkanik kayaların püskürmesine ilişkin gözlemlerden hareketle düşünüldüğü gibi sıvı akkor durumunda değildir. Bu katmanların içinde kaynaşık, akışkan bir halde silikatların, 600° ile 1200° C arasındaki sıcaklıklarda büyük veya küçük magma kütlelerinin bulunduğu kabul edilmelidir. Bunlar temel olarak bir katı veya yarı akışkan matris içinde dağılmışlardır. Bu magma kütlelerinin tüm kabuğa nüfuz ettiğine, üst bölgede yoğunlaşmış olmadığına ya da kabuğun tümünün sıcaklığının bu akkor halindeki, gaz içeren kütlelerinki kadar yüksek olduğuna dair hiçbir gösterge yoktur.

80

Kabuğun daha derin kısımlarının yapısı hâlâ gizemli olsa da, bu yapının anlaşılması yönünde son birkaç yılda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

Bir bütün olarak ele alındığında kabuk, yüzeyinde bulunan asidik ve bazik kayalardan oluşuyor gibi görünmektedir. Kıtaların yaklaşık 15 kilometre altında, asidik kayalar (granitler ve granodiyoritler) bir arada var olmakla birlikte, daha derinlerde bazik kayalar baskındır. Hidrosfer altında, bu bazik kayalar serbest enerji ve radyoaktif elementler açısından daha fakir ve yüzeye daha yakındır.

Bu nedenle, Dünya yüzeyinin altında en az üç zarf bulunduğu görülmektedir. En üstteki zarf büyük miktarda radyoaktif element içeren asidik, granit benzeri zarftır ve yaklaşık 15 kilometre derinliğe uzanmaktadır.

Yüzeyin yaklaşık 34 kilometre altında, maddenin özelliklerinde ani bir değişiklik meydana gelir (H. Jeffreys, S. Mohorovicic) ve bu muhtemelen, kristal yapıdaki cisimlerin alt

sınırını ve R. Daly'nin "vitröz zarfı"nın üst sınırını belirler. Bu seviyenin altındaki bazik kayaçlar ve bazı yerlerde asidik kayaçlar, Dünya yüzeyinde bilinen kayaçlardan farklı olarak plastik, belki de kısmen erimiş halde olmalıdır.

Ortalama 59-60 kilometrelik derinlikte kabuğun yapısında bir başka ani değişiklik daha vardır. Bu, yoğun kayaç fazlarına, belki de (yoğunluğu 3,3 ila 3,4'ten az olmayan) eklojitlerin varlığına dair sismik bulgulara işaret etmektedir.

Bu seviyede, kayaçların yoğunluğunun daha da arttığı ve tabanda 4,3 ila 4,4 seviyelerine ulaştığı sima bölgesine ulaşıyoruz.

81

Atmosfer gibi bazı zarflar yüzyıllardır biliniyor olsa da, karasal zarfların varlığını belirlemek için uzun yıllar süren deneysel çalışmalar gerekmiştir.

Yüzyılın başlarında, bunların kabuğun yapısındaki rollerini tam olarak anlamasak da, kökenlerine dair ilkeleri kavramaya başladık. Karasal zarfların kökenleri ve varlıkları, kimyasal süreçlerle ve denge yasalarıyla yakından ilişkilidir.

Yakın zamanda, kabuğun karmaşık kimyasal ve fiziksel yapısını algılamak, en azından görüngülerin ve denge sistemlerinin karasal zarfları temsil eden basit bir modelini oluşturmak mümkün hale gelmiştir.

Denge yasaları, onları fiziksel ve kimyasal süreçlerdeki (sıcaklık, basınç, fiziksel durum ve kimyasal bileşim) bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilere uygulayan J. W. Gibbs (1884-1887) tarafından matematiksel olarak gösterilmiştir. Ampirik olarak kabul edilmiş tüm geosferler, Gibbs'in denge değişkenleriyle ayırt edilebilir. Sıcaklık ve basınç değerleri ile belirlenen *termodinamik zarfları*, madde fazları (katı, sıvı vb.) ile karakterize olan *madde hallerinin zarfları* ve kimyasal bileşimleri ile farklılık gösteren *kimyasal zarfları* birbirinden ayırt edebiliriz.

Sadece Suess tarafından önerilen zarf, yani biyosfer, bu şemanın dışında bırakılmıştır. Tepkileri denge yasalarına tabidir, ancak Gibbs'in hesaba katmadığı bağımsız bir değişken ile ayırt edilir.

82

Yukarıdaki bağımsız değişkenler, heterojen dengede teorik olarak mümkün olan yegâne değişkenler değildir. Örneğin elektrodinamik dengeler Gibbs tarafından incelenmiştir. Ek olarak, çeşitli yüzeysel veya elektrostatik kuvvetler –temas kuvvetleri– doğal karasal dengede büyük öneme sahiptir.

Fotosentezde bağımsız değişken, enerjidir. Kristalleşme olgularında, kristal ikizlerin oluşumunda vektörel enerji ve iç enerji ile karşılaşırız. Yüzey enerjisi, tüm kristalleşme süreçlerinde rol oynar.

Canlı organizmalar, Güneş enerjisini kabuğun fizikokimyasal süreçlerine dâhil eder, ancak bunlar biyosferin diğer tüm bağımsız değişkenlerinden esasen farklıdır, çünkü birincil termodinamik alandaki ikincil denge sistemlerinden bağımsızdır. Canlı organizmaların özerkliği, kendi termodinamik alanlarındaki parametrelerin biyosferin diğer bölgelerinde gözlemlenen parametrelerden kesinlikle farklı olduğu olgusunda görülmektedir. Örneğin, bazı organizmalar kendi sıcaklıklarını korur (kendilerini çevreleyen ortamın sıcaklığından bağımsız olarak) ve kendi iç basınçlarına sahiptir. Bunlar biyosferde yalıtılmış bir halde bulunur.

İkincisinin termodinamik alanı, özerk sistemlerin var olabileceği bölgeleri belirlese de, bu sistemlerin iç alanlarını belirlemez.

Bunların özerklikleri, çoğu, biyosferin hareketsiz ortamında kendi dışında oluşamayan kimyasal bileşikler tarafından da gösterilir. Bu ortamda kararsız olan bu bileşikler ayrışır ve başka gövdelere geçer. Burada dengeyi bozarak biyosferde serbest enerji kaynağı haline gelirler.

Canlılarda bu kimyasal bileşiklerin oluştuğu koşullar, biyosferde olduğundan genellikle çok farklıdır. Örneğin, temel bir biyokimyasal işlem olmasına rağmen karbondioksit ve suyun ayrışmasını biyosferde asla gözlemlemeyiz. Gezegenimizde bu süreç biyosferden başka yalnızca magmasferin²¹ derin bölgelerinde gerçekleşir ve sadece laboratuvarı, biyosferden çok daha yüksek sıcaklıklarda üretilebilir. Onları yaratan Güneş enerjisinin taşıyıcıları olan canlı organizmaların, karşılaştırmalı olarak önemsiz bir oranını teşkil ettikleri biyosfere yabancı ve biyosferden yalıtılmış özel termodinamik alanlar olarak tanımlanabileceği temel bir gözlemdir. Organizmaların büyüklüğü 10^{-12} ila 10^8 santimetredir. Varlıkları ve oluşumlarının nasıl açıklandığından bağımsız olarak, biyosfer ortamındaki tüm kimyasal dengelerin değiştiği bir gerçektir, dengenin genel yasaları ise şüphesiz sabit kalır. Canlı yaratıkların veya bir başka deyişle canlı maddenin toplam faaliyeti, diğer bağımsız değişkenlerin faaliyeti ile tamamen benzerdir. Canlı madde, gezegenin enerji bütçesinde özel bir bağımsız değişken olarak kabul edilebilir.

83

Canlıların faaliyeti, beslenme, nefes alma, yıkım ve ölüm süreçleri ile veya başka bir deyişle, kimyasal elementlerin canlılara girip çıktıkları yaşamsal süreçlerle yakından ilişkilidir.

Kimyasal elementler canlı organizmalara girdiklerinde, gezegenimizdeki diğer ortamlardan bambaşka bir ortamla karşılaşırlar. Kimyasal elementlerin canlı maddeye nüfuz etmesini yeni bir *oluşum tarzı* olarak görebiliriz.

Bu yeni oluşum tarzındaki tarihleri, gezegenimizin diğer bölümlerinde maruz kaldıklarından açıkça farklıdır. Bunun muhtemel sebebi canlılardaki atomik sistemlerde meydana gelen köklü bir değişikliktir. Olağan izotop karışımlarının canlı

21 Magmasfer: Dünya'nın merkezindeki eriyik küresi. -çev.

maddelerde bulunmaması söz konusu olabilir. Bu, deneyciler tarafından karara bağlanması gereken bir noktadır.

Eskiden, canlı maddenin temel bileşenlerinin özel tarihinin, koloitlerin canlı organizmalardaki baskınlığı ile açıklanabileceği düşünülmüştü (ve bu görüş bütün taraftarlarını kaybetmedi). Ancak, canlı olmayan kolloidal [asılıtk]²² sistemlerin sayısız örneğinde, elementlerin biyokimyasal tarihi hakkında bildiklerimiz bu fikirle uyumlu değildir.

Dağınık madde sistemlerinin (kolloidlerin) özellikleri, atomlar tarafından değil moleküller tarafından yönetilir. Tek başına bu olgu bile bizi oluşum biçimlerinin açıklaması için, her zaman atomların durumlarıyla nitelendirilen kolloidal olaylara bakmaktan alıkoymalıdır.

84

1921 yılında, tamamen ampirik bir genelleme olarak kimyasal elementlerin oluşum tarzı fikrini geliştirdik.

Elementlerin oluşumu ve tarihi, farklı termodinamik alanlarda veya bunların belirli kısımlarında sınıflandırılabilir. Gezegenimizin termodinamik alanlarında gözlenenden daha fazla sayıda oluşum tarzı bulunabilir. Örneğin spektrumlarını açıklamak için yıldız sistemlerindeki atomlara atfedilen durumlar, Dünya'da olanaksızdır (Saha-Meg-Nad'ın iyonize atomları). Bazı yıldızlarda bu atomlar, yalnızca santimetre küp başına binlerce ve on binlerce gram yoğunluk ile açıklanabilecek muazzam bir kütleye sahiptir (A. Eddington).²³ Bu yıldız atomlarının

22 Kolloid veya asılıtk: Katı tanelerin başka bir gaz veya sıvı ortamdaki çökelmeyen karışımı. -çev.

23 Sirius B yıldızı maddesi 53.000 yoğunluğa sahiptir. N. Bohr ve E. Rutherford'un dinamik fikirlerine göre (modelleri yalnızca gerçekliğin bir yakınsaması da olsa) elektronlar, bu yıldızdaki atomların çekirdeğine sıradan atomlardan daha yakındır (F. Tirring, 1925). Sirius B'nin kırmızı spektrumunda ve benzer yoğunluktaki cisimlerin spektral çizgilerinde gözlemlenen yer değiştirme, görelilik teorisine göre bu büyük yoğunlukları teyit etmektedir.

durumları açıkça, Dünya'nın kabuğunda bilinmeyen oluşum tarzlarına sahiptir. Gezegenimizde bulunmayan diğer oluşum tarzları Güneş'in koronasında (elektron gazı), bulutsularda, kuyruklu yıldızlarda ve Dünya'nın çekirdeğinde gözlenmelidir.

85

Canlı maddede bulunan kimyasal elementlerin varlığı, onların özel oluşum tarzı olarak kabul edilmelidir, çünkü canlı organizmalar kendi içindeki kimyasal elementlerin tarihini derinden değiştirmeleri sebebiyle biyosferin özel termodinamik alanlarıdır. Bu tarz açıkça, atomlarının belirli durumlarıyla karakterize olan kabuktaki diğer tarzlarla sınıflandırılmalıdır. Gelecekteki araştırmaların, atom sistemlerinin canlı maddeye girdiklerinde yaptığı değişiklikleri açıklığa kavuşturması beklenabilir.

Kabuktaki atomların farklı oluşum tarzları ampirik olarak aşağıdakilerle karakterize olur: 1. Her tarz için özgül olan bir termodinamik alan; 2. belirli bir atomik düzenleme; 3. elementin göçünün özgül jeokimyasal tarihi; ve 4. genellikle belirli tarza özgül olan, farklı kimyasal elementlerin atomları arasındaki ilişkiler (paragenez²⁴).

86

Kabuktaki elementlerin tarihleri boyunca geçtikleri dört oluşum tarzını ayırt edebiliriz: 1. Öncelikli olarak, elementlerin hareketsiz birleşimlerindeki kararlı molekül ve kristallerden oluşan *büyük kayaç ve mineraller*; 2. bilinen kimyamızın moleküllerini veya kristallerini değil ayrılmış atomik sistemlerin hareketli bir karışımını içeren gaz ve sıvıların akışkan karışımları olarak *magmalar*;²⁵ 3. M. Faraday ve W. Crookes'un radyan

24 Paragenez: Mineral fazlarının denge dizisi. -çev.

25 Yüksek sıcaklık ve basınç altındaki camlar (\$80) özel bir magma olarak ele alınabilirler; muhtemelen kimyasal elementlerin yeni bir oluşum türüne tekabül ederler.

maddesi gibi, birbirlerinden ayrı ve bazen iyonize olmuş, serbest haldeki *dağınık* elementler;²⁶ 4. ampirik olguları açıklamak için yeterli görünmese de, atomlarının genel olarak moleküller, ayrılmış iyonik sistemler ve dağılmış türler olarak oluştuğuna inanılan *canlı madde*. İzotopların (§83) ve atom simetrisinin, canlı organizmada henüz açıklığa kavuşturulmamış roller oynaması da muhtemeldir.

87

Kimyasal elementlerin oluşum tarzları, çok değişkenli dengelerde sıcaklık, basınç, kimyasal bileşim ve maddenin halleri gibi bağımsız değişkenlere benzer bir rol oynar. Bu gibi oluşum tarzları, ayrıca daha önce tarif edildiği gibi termodinamik ve kabuğun diğer zarfları olarak somutlaşmış geosferleri de karakterize eder (§81). Bu geosferlere *paragenetik zarflar* denebilir, çünkü elementlerin paragenезinin temel özelliklerini –eş zamanlı oluşumlarının yasalarını– belirler.

Biyosfer, paragenetik zarfların en erişilebilir olanı ve en iyi bilinenidir.

88

Termodinamik zarfların, maddenin kimyasal ve parajenetik durumlarının bir yapısı olarak yer kabuğu kavramı, tipik bir ampirik genellemedir. Henüz herhangi bir jeogenez teorisi veya herhangi bir evren anlayışı ile bağlantılı değildir ve bu nedenle hâlâ tam olarak açıklanmamıştır.

Tüm bu söylenenlerden, böyle bir yapının bir yandan kozmik kuvvetlerin karşılıklı eyleminin; diğer yandan madde ile gezegenimizin enerjisi arasındaki karşılıklı etkileşimin bir sonucu olduğu görülebilir. Bu, maddenin karakterinin (örneğin elementlerin nicel ilişkileri) ne tesadüfi ne de yalnızca jeolojik sebeplerle bağlantılı olmasından kaynaklanmaktadır.

26 İyonize hal belki de farklı bir oluşum türü olabilir.

Bu ampirik genelleme, Tablo 1'de gösterilmiştir ve tartışmamızın devamı için bir temel oluşturacaktır.

Tüm ampirik genellemeler gibi, bu tablo da gerçeğe bir yakınsama olarak kabul edilmelidir, değiştirilmeye ve geliştirilmeye açıktır. Önemi, altında yatan olgusal, ampirik malzemeye bağlıdır ve bilgimizdeki boşlukların bir sonucu olarak çok belirsizdir.

İlk termodinamik zarf ve buna karşılık gelen diğer üst zarflar hakkındaki bilgilerimiz, doğası gereği ampirik genellemeye yabancı olan nispeten az sayıdaki olgular, varsayımlar ve ara değerlemeler üzerine kuruludur. Aynısı beşinci termodinamik zarf ve altındaki bölgeler için de söylenebilir. Bu nedenle bu alanlardaki bilgilerimiz güvenilmezdir ve bilim ilerledikçe büyük ölçüde değiştirilecektir. Umarım, yeni keşifler yakın gelecekte mevcut görüşlerde radikal değişikliklere yol açacaktır.

Çoğu durumda, zarflar arasındaki sınır çizgisini kesin olarak belirtmek mümkün değildir. Onları ayıran yüzeyler, tüm göstergelere göre zamanla, bazen hızlı bir şekilde değişir. Biçimleri karmaşık ve kararsızdır.²⁷ Tabloda gösterilen sınır bölgeleri hakkındaki bilgi eksikliğimiz, burada ele aldığımız sorunlar için çok az öneme sahiptir, çünkü tüm biyosfer bu katmanlar arasında, tablonun büyük bir olgular toplamına dayanan ve hipotezlerden ve ara değerlendirmelerden uzak ifadelerle dolu bir bölgesinde bulunur.

89

Sıcaklık ve basınç, kimyasal dengede özellikle önemli etkenlerdir, çünkü bunlar maddenin tüm durumları, kimyasal birleşimleri ve oluşum tarzları için geçerlidir. Onlara karşılık gelen

²⁷ Bazalt zarf, okyanusların altında, muhtemelen Pasifik Okyanusu'nda 10 kilometreye yakın bir derinlikte, Atlantik'te ise daha derindedir. Zaman zaman kıtaların altındaki granit zarfın çok kalın olduğu düşünülmektedir (Gutenberg'e göre (1924 ve 1925) Avrupa ve Asya'da 50 kilometreden daha derindedir).

termodinamik zarflar da özel bir öneme sahiptir. Kozmos modelimiz, daima termodinamik bir bileşene sahip olmalıdır.

Elementlerin kökeni ve jeokimyasal geçmişi bu nedenle farklı termodinamik zarflara göre sınıflandırılmalıdır. Bundan böyle, *vadoz* terimi ikinci termodinamik zarftaki olgular ve gövdeler için; *freatik*, üçüncü ve dördüncü (metamorfik) zarftakiler için ve *juvenil* beşinci zarftakiler için kullanılacaktır.

Birinci ve altıncı zarflarla sınırlı olan madde, ya biyosfere girmez ya da biyosferde gözlenmemiştir.

TABLO 1 / DÜNYA'NIN ZARFLARI

I TERMODİNAMİK ZARFLAR	II GAZ HALİNDE ZARFLAR	III KİMYASAL ZARFLAR	IV PARAJENETİK ZARFLAR	V RADYASYON ZARFLARI
1) <i>Üst Zarf</i> Çok alçak basınç ve sıcaklık alanı: 15-600 km (üst 100 km farklı bir gezegensel alan olabilir.)	1) <i>Üst Stratosfer</i> Seyreltilmiş gazlar; iyonlar; 80-100 km üzerindeki elektronlar.	1) <i>Hidrojen (?)</i> Belki "katı" hidrojen parçacıkları.	1) <i>Atomik Zarf</i> Dağınık bileşik alanları; kararlı halde serbest atomlar.	1) <i>Elektron Zarfı</i>
2) <i>Yüzey Zarfı</i> Yaklaşık 1 atmosfer basınç; sıcaklık aralığı -50° - +50° C	2) <i>Stratosfer</i> Altta troposfer ile birleşen seyreltilmiş gazlar: 10-15 km üzerinde.	2) <i>Helyum (?)</i> 100-200 km	2) <i>Gazlı Zarf</i> Atomlar ve moleküllerden oluşur (?).	2) <i>Morötesi Zarf</i> Kısa dalga radyasyon ve delici kozmik ışınlar; radyoaktif sızıntılar.
3) <i>Üst Metamorfik Zarf (sementasyon alanı)</i> Sıcaklık halen kritik su sıcaklığının altındadır; basınç katı hali radikal olarak değiştirmez.	3) <i>Troposfer</i> 0-15 km arasında normal koşullardaki gaz.	3) <i>Nitrojen (?)</i> 70 km (?) üstü	3) <i>Biyosfer</i> Yaşam ve koloitler alanı.	3) <i>Işık Işını Zarfı</i> Işık ve ısı ışınları ve radyoaktif sızıntılar.
4) <i>Alçak Metamorfik Zarf (anamorfizm alanı)</i> Sıcaklık kritik su sıcaklığının üzerindedir; basınç maddeyi plastik kılar.	4) <i>Sıvı Hidrosfer</i> 0-3,8 km	4) <i>Nitrojen-oksijen</i> Atmosfer	4) <i>Molekül ve Kristaller Alanı</i>	4) <i>Isı Işını ve Radyoaktif Zarf</i> Çeşitli ışımlar, çoğunlukla radyoaktif.

5) <i>Magmasfer</i> Sıcaklık halen tüm maddeler için (?) kritik koşullara ulaşmamıştır; yer kabuğunun sınırları (?).	5) <i>Katı Litosfer</i> Maddenin kristal hali ile tanımlanır.	5) <i>Hidrosfer</i> 0-3,8 km	5) <i>Magmatik Zarf</i> Katı kimyasal bileşikler bulunmaz; gazlarla doludur.	5) <i>Isı Işını Zarfı</i> Radyoaktif süreçler bulunmaz.
6) <i>Barisfer</i> Sıcaklık tüm maddeler için kritik koşullara ulaşmıştır.	6) <i>Camsı Litosfer</i> Yüksek sıcaklık ve basınç sebebiyle katı kristal hali söz konusu değildir. Gazlarla dolu plastik cam.	6) <i>Yüzeysel Olarak Bozulmuş Kabuk</i> Serbest oksijen, su ve karbondioksit ile karakterize edilir.		
	7) <i>Magmatik</i> Sıcak katı çevrede gazla dolu akışkan sıvı (?).	7) <i>Tortul zarf</i> Yüzeysel olarak bozulmuş antik kabuk; 5 km ve altı.		
	8) <i>Yüksek Basınç Altında Gaz (?)</i> Süperkritik gaz (?)	8) <i>Granit zarf</i> Paragnays ve ortognays.		
		9) <i>Bazalt</i>		
		10) <i>Silisyum-demir (?)</i>		

Biyosferdeki Birinci ve İkinci Dereceden Canlı Maddeler

90

Biyosferin sınırları öncelikli olarak *yaşamsal varlık alanı*yla belirlenirken, *yaşamsal kararlılık alanının* bu sınırların ötesine uzandığına şüphe yoktur. Açıkça zamanın bir fonksiyonu olan ve bir organizmanın kaç milyon yıldır var olduğu ile ilgili olarak kendisini biyosferde gösteren adaptasyon konusundaki belirsizlikler nedeniyle, biyosferin sınırlarının ne kadar ötesine uzanabileceğini bilmiyoruz. Bu kadar uzun bir zamanımız olmadığı ve şu an bunu deneylerle telafi edemediğimiz için organizmaların uyarlanabilir gücünü doğru bir şekilde değerlendiremiyoruz.

Canlı organizmalar üzerinde gerçekleştirilen tüm deneyler ölçülemeyen bir zamanda²⁸ çevre koşullarına adapte olmuş ve yaşam için gerekli madde ve yapıyı geliştirmiş gövdeler üzerinde yapılmıştır. Maddeler jeolojik zaman içerisinde değişir, ancak bu değişikliklerin boyutunu bilmiyoruz ve onları kimyasal özelliklerinden çıkarsayamıyoruz.²⁹

Doğa araştırmaları, yaşamın uyum sağlamasına ve yüzyıllar boyunca varlıklarını sürdürebilmek için değişim geçirmiş farklı organizmaların gelişimine dair kesin kanıtlar sunsa da, kabuktaki yaşamın, potansiyel olarak içerisinde genişleyebileceği zarfların sadece küçük bir kısmını kapladığı önceki yorumlardan çıkarsanabilir.

28 "Ölçülemez zaman" antroposentrik [insan merkezli] bir kavramdır. Gerçekte, biyosferdeki canlı maddenin evriminin kesin süresi (muhtemelen milyarlarca yılla ölçülür) hakkında henüz belirlenmemiş yasalar söz konusudur.

29 Yaşamın sınırları, 60-70°C'de pıhtılaşan proteinler gibi canlı organizmaların kimyasının kimyasal ve fiziksel özelliklerinde sıklıkla aranır. Ancak, organizmaların adaptasyonunda geçerli olan karmaşık yetenekler dikkate alınmalıdır. Kuru haldeki bazı proteinler 100°C sıcaklıkta değişmez (M. E. Chevreul, 1824).

Asırlık doğa çalışmalarının sentezi, bilgimizin ve bilimsel emeğimizin dayandığı bilinçsiz ampirik genelleme, yaşamın biyosferi yavaş ve kademeli bir adaptasyonla kuşattığı ve bu sürecin henüz zirveye ulaşmadığı tezinden daha iyi formüle edilemez (§112, 122). Yaşamın basıncı, yaşamsal varlık alanının yaşamsal kararlılık alanının ötesine yayılması olarak duyumsanır.

Bu nedenle yaşamsal durgunluk alanı, zaman boyunca adaptasyonun ürünüdür. Kalıcı veya değişmez değildir ve mevcut sınırlarından hareketle potansiyel sınırları açıkça öngörülemez.

Paleontoloji [taşılbilim] ve ekoloji çalışmaları, bu alanın, gezegenin varlığı boyunca kademeli olarak genişlediğini göstermektedir.

91

Canlı organizmaların yaşamsal varlık alanı, yalnızca maddelerinin özellikleri, çevrenin özellikleri veya organizmaların adaptasyonu ile belirlenmez. Bunun yanı sıra, organizmaların yaşam için gerekli malzemeleri aktif olarak seçtiği solunum ve beslenme süreçleri de karakteristik bir rol oynar.

Solunumun (gaz alışverişinin) organizmaların enerji sistemlerinin ve ayrıca tüm gezegenin, özellikle de biyosferin gazlı sistemlerinin oluşumundaki önemini zaten görmüştük.

Bu alışveriş, katı ve sıvı maddelerin çevreden organizmaların özerk alanına aktarılması (§82) yani beslenme ile beraber onların yaşam alanlarını belirler.

Bunu, Güneş enerjisinin yeşil organizmalar tarafından emilimi ve dönüştürülmesi üzerinden daha önce tartışmıştık (§42). Şimdi bu tartışmaya daha ayrıntılı olarak dönüyoruz.

Temel öneme sahip olan şey, organizmaların yaşam için gerekli olan maddeyi türettiği kaynağı tanımlamaktır. Bu bakış açısına göre organizmalar, açıkça iki ayrı gruba ayrılır: *Birinci dereceden canlı maddeler*, yani yiyecekleri için diğer organiz-

malardan bağımsız ototrofik [özbeslenen] organizmalar ve *ikinci dereceden canlı maddeler*, yani *heterotroflar* ve *miksotroflar*. Zengin sonuçları olan ampirik bir genelleme olarak organizmaların gıda alımlarına göre üç gruba ayrılması, Alman fizyolog W. Pfeffer tarafından 1880-1890'da önerildi. Bu, doğanın incelenmesi açısından genelde düşünüldüğünden daha büyük öneme sahiptir.

Ototrofik organizmalar, vücutlarını yalnızca hareketsiz, cansız maddeden yaparlar. Temel kütlesi, mineral dünyasından türetilen azot, oksijen, karbon ve hidrojen içeren organik bileşiklerden oluşur. Ototroflar, bu hammaddeyi yaşam için gerekli olan karmaşık organik bileşiklere dönüştürür. Ototrofların ön çalışmaları, karbon ve azot kaynaklarını büyük ölçüde canlı maddelerden elde eden heterotrofların varlığı için son derece gereklidir.

Miksotrofik organizmalarda, karbon ve azot kaynakları karışıktır. Bu besinler kısmen canlı maddeden, kısmen de hareketsiz maddeden elde edilir.

92

Organizmaların yaşam için gerekli olan maddeyi elde ettiği kaynak, ilk bakışta görüldüğünden daha karmaşıktır. Bununla birlikte, W. Pfeffer tarafından önerilen sınıflandırma, canlı doğanın temel ilkelerinden birini ifade ediyor gibi görünmektedir.

Tüm organizmalar, solunum ve beslenme yoluyla, kısmen veya dolaylı olarak hareketsiz maddelere bağlanır. Ototroflarla heterotroflar arasındaki ayrım, *kimyasal elementler* söz konusu olduğu sürece ototrofların diğer canlılardan bağımsız olmasına dayanır. Bu elementlerin tamamını cansız çevrelerinden elde edebilirler.

Ancak biyosferde yaşam için gerekli olan çok sayıda molekülün kendisi yaşamın ürünüdür ve cansız, hareketsiz bir ortam-

da bulunmazlar. Örnek olarak serbest oksijen, O_2 ve CO_2 , NH_3 , H_2S vs. gibi biyojenik gazlar verilebilir. Doğal sulu çözeltilerin üretiminde yaşamın oynadığı rol de aynı derecede önemlidir. Doğal su (damıtılmış suyun aksine), yaşam için gaz alışverişi kadar gereklidir.

Ototrofik organizmaların bağımsızlığının sınırları, yaşamın içinde bulunduğu hareketsiz suyun kimyasal karakteri üzerinde derin etkisinin bir kanıtı olarak vurgulanmalıdır. Günümüzdeki ototrofik organizmaların gezegenimizde yalıtık halde var olabileceği konusunda kesin bir sonuca varamayız. Bu organizmalar, sadece diğer benzer ototroflardan üremekle kalmamış, aynı zamanda ihtiyaç duydukları elementleri, diğer organizmalar tarafından üretilen hareketsiz madde biçimlerinden elde etmişlerdir.

93

Bu nedenle, ototrofik yeşil organizmaların varlığı için serbest oksijen gereklidir. Bunu, su ve karbondioksit kullanarak yine kendileri yaratır. Bu, biyosferin hareketsiz maddesine yabancı olan bir biyokimyasal üründür.

Ayrıca, serbest oksijenin yaşam için gerekli olan ve yaşamın kendisinden kaynaklanan tek madde olduğu kanıtlanamaz. Örneğin, J. Bottomley, karmaşık organik bileşiklerin, oksimonlar adı verilen yeşil su bitkilerinin varlığı için önemi sorununu gündeme getirmiştir. Oksimonların gerçek varlığı tespit edilememiştir ve bu hipotez sorgulanmaktadır, ancak Bottomley'nin araştırması, daha genel bir soruya dokunur. Doğanın bilimsel resminde, doğal tatlı suda veya tuzlu suda bulunan ve zar zor saptanabilen organik bileşiklerin izlerinin önemi gittikçe daha belirgin hale gelmektedir. Biyosferdeki organik madde rezervuarı en az birkaç katrilyon tonluk toplam kütleyle sahiptir. Bu kütlenin sadece ototrofik organizmalardan kaynaklandığı

söylenemez. Aksine, heterotrofik ve miksotrofik organizmalar tarafından oluşturulan azot bakımından zengin bileşiklerin muazzam önemini her zaman görüyoruz. Bunlar özellikle besin olarak organizmaların yaşamında ve karbonca zengin mineral birikintilerinin kökeninde önemlidir.

Doğa, bu maddeleri kimyasal analizlere başvurmadan çıplak gözle sürekli olarak görülebilir kılmaktadır. Bunlar tatlı su ve tuzlu su köpüklerinin yanı sıra binlerce hatta milyonlarca kilometrekarelik su yüzeylerini tamamen kaplayan yanardöner filmler oluştururlar. Nehirleri, bataklık göllerini, tundraları, tropikal ve subtropikal bölgelerin siyah ve kahverengi akarsularını renklendirirler. Hiçbir organizma, toprak içine gömülmüş olsa bile bu organik bileşiklerden yalıtılamaz, çünkü bu bileşikler yağmur, çiy ve toprağın çözeltileri vasıtasıyla ona sürekli olarak nüfuz eder.

Doğal sudaki çözünmüş ve koloidal organik madde miktarı yüzde 10^{-6} ile 10^{-2} arasında değişmektedir ve çoğunluğu okyanusta bulunmak üzere 10^{18} ile 10^{20} ton arasında bir brüt kütleye sahiptir. Bu miktar görünüşte canlı maddenin kendisinden daha büyüktür ve bunun önemli olduğu düşüncesi, yavaş yavaş çağdaş bilimsel düşünceye girmektedir. Bazen beklenmedik bir bakış açısıyla da olsa, eski doğa bilimcilerde bile bu etkileyici olgunun yorumuna rastlıyoruz.

1870-1880 yılları arasında, yetenekli doğa bilimci J. Mayer, tıbbi suların kompozisyonunda ve doğanın genel tutumluluğunda bu maddenin önemli rolüne kısaca değinmiştir. Bu rol, vadoz ve freatik minerallerin kökeni ile ilgili varsayımlarından daha derin ve çarpıcıdır.

Ototrofik organizmaların ihtiyaç duyduğu hareketsiz madde bileşiklerinin bir kısmının biyokimyasal bir kökene sahip olma-

şı, bunlar ile heterotrofik veya miksotrofik organizmalar arasındaki farkı azaltmaz. Bu olgu, daha sağlam bir ototrofi tanımına başvurarak ve gelecekteki tartışmalarımızda buna bağlı kalarak netleştirilebilir.

Varlıklarını sürdürmek için gerekli olan elementleri içinde bulundukları biyosferin hareketsiz maddesinden elde eden ve diğer canlı organizmalar tarafından hazırlanan organik bileşiklere bedensel olarak ihtiyaç duymayan biyosfer organizmalarını “ototroflar” olarak adlandıracaktır.

Böylesine özlü bir tanım tüm bu olguyu kapsayamaz, çünkü ölü ve çürüyen organizmalar ile beslenen saprofitler [çürükçüller] gibi geçiş durumları ve her iki kategoriye de girebilecek sınır vakalarının varlığı zorunludur. Bununla birlikte, saprofitlerin temel besini, hemen hemen her zaman ölü organizmaların kalıntılarına giren mikroskobik canlılardan oluşur.

Ototrofik organizmaların mevcut biyosfer ile sınırlı olduğu fikrini göz önüne alarak, Dünya'nın geçmişi hakkında bir sonuca varma olasılığını ve özellikle de yaşamın Dünya üzerinde bir tür ototrofik organizma şeklinde başlama olasılığını göz ardı ediyoruz; çünkü biyosferdeki yaşamsal ürünlerin varlığının tüm ototrofik organizmalar için vazgeçilmez olduğu kesindir (§92).

95

Birincil üreticiler ve tüketiciler arasındaki ayrım, biyosferdeki dağılımlarında görülebilir. Ototrofik yaşam tarzına sahip birincil üreticilerin erişebileceği bölgeler, canlıları tüketmesi gereken organizmaların yaşam alanlarından her zaman daha geniştir.

Ototroflar, iki farklı gruptan birine aittir: Fotosentetik bitkiler ve ototrofik bakteriler. İkincisi, ufak boyutları ve yüksek üreme güçleri ile karakterize olur.

Fotosentez yapan organizmaların biyosferin temel mekanizması ve hem biyosferin hem de büyük ölçüde tüm kabuğun aktif kimyasal enerjisinin kaynağı olduğunu zaten gördük.

Bu yeşil ototrofik organizmaların varlık alanı öncelikle Güneş ışınlarının alanı tarafından belirlenir. Canlı hayvanların kütlelerine kıyasla kütleleri çok büyüktür; belki de tüm canlı maddenin yarısını oluştururlar. Bu organizmaların bazıları, zayıf ışınların yakalanması ve bütün olarak kullanılması için adapte olmuştur.

Dünya'nın geçmişinde çeşitli zamanlarda, fotosentetik yaşamın boyutunun bugün olduğundan daha büyük veya daha küçük olduğu iddia edildi. Henüz emin olamasak da bunun gerçek olması mümkündür.

Yeşil organizmalarda bulunan muazzam madde miktarı, Güneş ışınlarının ulaştığı her yerde bulundukları olgusu ile birlikte, bazen bu fotosentezleyicilerin yaşamın temelini oluşturduğu fikrine yol açar.

Jeolojik tarih boyunca, bunların evrim yoluyla ikinci dereceden canlı maddeyi oluşturan çok sayıda organizmaya dönüştürüldüğünü de görüyoruz. Günümüzde, hem tüm hayvan dünyasının, hem de klorofil içermeyen (mantar ve bakteri gibi) diğer pek çok organizmanın kaderini tayin ediyorlar.

Yeşil organizmalar, yer kabuğunda meydana gelen en önemli kimyasal dönüşümü gerçekleştirirler, yani su ve karbondioksit kadar evrensel olan oksitlerin fotosentez ile imha edilerek serbest oksijenin yaratılması. Kuşkusuz, fotosentezciler bu aynı işi jeolojik tarihin geçmiş dönemlerinde de yaptılar. Yüzeysel ayrışma olgusu, serbest oksijenin bugün biyosferde oynadığı aynı rolü Arkeen döneminde de oynadığını açıkça göstermektedir. Yüzeysel ayrışma ürünlerinin bileşimi ve bunlar arasında kurulabilecek nicel ilişkiler, Arkeen döneminde de bugünküyle aynıydı. Bu uzak zamanlarda fotosentezciler âlemi, kütlesi bugün

de aynı olan serbest oksijenin kaynağıydı. Canlı yeşil madde miktarı ve onu yaratan Güneş ışınlamalarının enerjisinin, bu yabancı ve uzak zamanlarda bugün olduğundan çok farklı olması mümkün değildir (§57).

Bununla birlikte, Arkeen dönemindeki fotosentezcilerin kalıntılarına sahip değiliz. Bu kalıntılar ancak Paleozoik'ten itibaren sürekli görülmeye başlıyor. Daha sonra biyologlar tarafından açıklandığı üzere yaklaşık 200.000 türle sonuçlanan sayısız biçimde yoğun ve kesintisiz bir evrimin izlerini açıkça gösteriyorlar. Gezegenimizde var olmuş ve bugün var olan toplam tür sayısı tesadüfi değildir, ancak henüz hesaplanamamaktadır, çünkü nispeten az sayıda (birkaç bin) fosil türü bilimizin eksikliğini göstermektedir. Tanımlanan fosil türlerinin sayısı her yıl artmaya devam etmektedir.

96

Ototrofik bakteriler, daha az miktarda canlı maddeyi temsil eder. S. N. Vinogradsky, onları ilk kez 19. yüzyılın sonunda keşfetti, ancak klorofilden yoksun ve Güneş ışığından bağımsız organizmalar kavramı, bilimsel düşüncüyü henüz olması gerektiği gibi etkilemedi. Buna karşılık, ototrofik yeşil organizmaların varlığı 18. yüzyılın sonlarında ve 19. yüzyılın başlarında keşfedildi ve jeokimyasal önemleri 1840-1850 yıllarında J. Boussingault, J. B. Dumas, ve F. V. J. Leibig tarafından gün ışığına çıkarıldı. Ototrofik bakteriler, kükürt, demir, azot ve karbonun jeokimyasal tarihinde çok önemli bir rol oynar. Ancak bu bakteriler, yalnızca yüz kadar türün bilinmesi ve kütlelerinin yeşil bitkilerin kütlesi ile kıyaslanamayacak kadar küçük olması bakımından az çeşitlilik gösterir.

Karadaki ototrofik yeşil bitkiler veya okyanuslardaki yeşil planktonlarla karşılaştırılabilecek miktarlarda olmasa bile, bu organizmalar toprağa, su havzalarındaki balçıklara ve deniz

suyuna dağılmış haldedir. Bununla birlikte, bu bakteriler tüm canlı maddelerden en yüksek jeokimyasal enerjiye sahip olanıdır. Jeokimyasal enerjileri yeşil bitkilerden on veya yüz kat daha yüksektir. Hektar başına düşen kinetik jeokimyasal enerji, tek hücreli yeşil algler ve bakteriler için aynı düzeyde olacaktır. Ancak algler yaklaşık on günde maksimum durağan duruma erişebilirken, elverişli koşullarda bakteriler, bu sürenin sadece onda birine ihtiyaç duyarlar.

97

Ototrofik bakterilerin çoğalması üzerine kaydedilmiş sadece birkaç gözlem bulunuyor. J. Reinke'ye göre bu bakteriler diğerlerinden daha yavaş çoğalıyor gibi görünmektedir. N. G. Cholodny'nin demir bakterileri hakkındaki gözlemleri bununla çelişmemektedir. Bu bakteriler 24 saatte sadece bir veya iki kez bölünür (D = günde 1 ila 2). Sıradan bakteriler ise sadece elverişsiz koşullar altında bu kadar yavaş bölünür. Örneğin, *Bacillus ramosus* (nehirlerde yaşar) uygun koşullarda 24 saat içinde en az 48 nesil, ancak sıcaklık düştüğünde sadece 4 nesil verir.

Tüm ototrofik bakteriler için geçerli olabilecek bu çoğalma oranı bile, tek hücreli yeşil protistlerinkinden çok daha yüksektir. Jeokimyasal enerjinin iletim hızı buna göre daha yüksek olmalıdır ve bu nedenle biyosferdeki bakteri kütesinin yeşil ökaryotların³⁰ kütesini aşmasını bekleyebiliriz. Buna ek olarak, denizlerde gözlenen olgu (§51), tek hücreli alglerin yeşil metafitlere [çok hücreli bitkilere] baskın olması gibi bakterilerin yeşil protistlere baskın olması şeklinde gerçekleşmelidir.

98

Aslında, gerçekte olan bu değildir. Yeşil metafitlerin karadaki yeşil protistaya baskın olmasına yol açan nedenlere benzer

30 Ökaryotlar: Hücrelerinde bir çekirdek ve başka organeller içeren canlılar grubu. -çev.

nedenlerle, canlı maddenin bu biçiminin birikmesi kısıtlanmaktadır.

Monera [tek hücreliler], okyanusta Güneş ışınlarının nüfuz alanının ötesindeki derinliklerde her yerde bulunur ve diğer bakteri türleri kadar yaygın olmayan azot, kükürt ve demir bakterilerini içerecek kadar çeşitlidir. Bakteri bolluğunun, Dünya yüzeyinin her yerde geçerli ve sürekli bir özelliği olduğu sonucuna varılır.

Bunun, bakteriyel varlığın bağlı olduğu çok özel beslenme koşullarında doğrulandığını görüyoruz. Kemoototrofik³¹ bakteriler, oksitlenmemiş ve kısmen oksitlenmiş doğal azot, kükürt, demir, manganez ve karbon bileşiklerinin oksidasyonunu tamamlayarak yaşam için gerekli tüm enerjiyi alırlar. Bu bakterilerin ihtiyaç duyduğu oksijensiz madde (bu elementlerin vadoz mineralleri) asla biyosferde yeterli miktarlarda toplanamaz, *çünkü biyosferin alanı yeşil organizmalar tarafından üretilen serbest oksijence doymuş olan bir oksidasyon bölgesidir.* Bu ortamda, en iyi oksitlenmiş bileşikler en kararlı biçimlerdir. Ototrofik mikroorganizmalar aktif bir şekilde uygun bir ortam aramak zorundadır ve çeşitli adaptasyonları bu gereksinimden kaynaklanır.

Bakteriler, kısmen oksitlenmiş maddeleri tamamen oksitlenmiş maddelere dönüştürerek yaşam için ihtiyaç duydukları enerjiyi koruyabilseler de, biyosferde bu tür reaksiyonları gerçekleştirebilen kimyasal elementlerin sayısı sınırlıdır. Oksijence zengin bileşiklerin kararlı son biçimlerinin üretilmesinde bakterilerden bağımsız gerçekleşen tamamen kimyasal işlemler de rol oynar, çünkü biyosfer doğası itibarıyla bu tür moleküler yapıların kararlı olduğu bir ortamdır.

31 Kemoototrofik: Fotosentez sürecine başvurmadan, organik olmayan bileşikleri oksitleyerek beslenen. -çev.

99

Ototrofik bakteriler sürekli bir yoksunluk durumundadır. Bu, sülfat indirgeyen bakteriler ile sülfür oksitleyen ototrofik organizmalar arasında ilginç bir ikincil denge gözlemlediğimiz sulu havzalarda, maden suyu kaynaklarında, deniz suyunda ve nemli toprakta görüldüğü gibi, sayısız yaşam adaptasyonuna neden olur. İlki, ikincisinin varlık koşullarını belirler. Bu tür ikincil dengelerin sayısız örneği, bu olgunun düzenli bir mekanizmanın parçası olduğunu göstermektedir. Canlı madde bu dengeyi, hazır bulunan ve oksijen bakımından fakir bileşiklerden yeterli miktarda arayan ototrofik bakterinin yoğun baskısının bir sonucu olarak geliştirmiştir (§29). Canlı maddenin kendisi bu bileşikler, söz konusu bileşiklerin başlangıçta mevcut olmadığı hareketsiz bir ortam içinde yaratmıştır.

Okyanusta, nitrojeni okside eden ototrofik bakteriler ile nitratları deokside eden heterotrofik organizmalar arasında yukarıdakiyle özdeş bir alışveriş meydana gelir. Bu olgu, hidrosfer kimyasının muhteşem dengelerinden birini oluşturur.

Bu organizmaların yaygınlığı, muazzam jeokimyasal enerjilerini ve yaşamsal yayılmanın hızını gösterir. Aynı organizmaların sınırlı dağılımı ise, yeşil bitkilerin sürekli olarak aşırı miktarda serbest oksijen salgıladığı biyosferdeki oksijence fakir bileşiklerin noksanlığına işaret eder. Eğer bu organizmalar kayda değer miktarda canlı madde kütlesi oluşturmuyorlarsa bunun nedeni fiziksel olarak olanaksız olmasıdır. Varlıkları için gerekli bileşikler biyosferde yeterli miktarda bulunmamaktadır.

Kesin ilişkileri hâlâ anlayamasak da, foto-ototroflardan oluşan ve ototrofik bakterilerden oluşan biyosferdeki madde miktarı arasında belirli nicel ilişkiler olmalıdır.

100

Bu görüş, bu ilginç organizmaların en eski organizmaların temsilcileri olduğu ve yeşil bitkilerden bile daha eski bir kökene sahip olduğu fikri sık sık ifade edilmektedir. Zamanımızın en ünlü doğa bilimcilerinden ve düşünürlerinden biri olan Amerikalı H. F. Osborn, kısa süre önce bu fikirleri yeniden gündeme getirdi.

Ancak, ototrofik bakterilerin biyosferdeki rolü bu görüşle çelişmektedir. Varlıkları ya da yoklukları ile serbest oksijen varlığı arasındaki sıkı bağlantı, yeşil organizmalara ve Güneş ışınımının enerjisine bağımlılıklarını kanıtlamaktadır. Bu bağımlılık, mantarlar ve heterotrofik bakteriler ile yeşil bitkiler tarafından üretilen maddelerle beslenen hayvanlar için eşit derecede güçlüdür.

Bunların genel doğa tutumluluğundaki işlevlerinin karakteri, yeşil bitkilere kıyasla türevsel önemlerini de gösterir. Protoplazmanın, amino asitlerin ve proteinlerin asıl maddesinin yapımında vazgeçilmez iki unsur olan kükürt ve azotun biyogeo-kimyasal tarihçesindeki önemi büyüktür. Bu ototrofik organizmaların aktivitesi durmuş olsaydı, hayat belki nicel bakımdan azalırdı; ancak biyosferde güçlü bir mekanizma olarak kalmaya devam ederdi, çünkü gerekli vadoz bileşikleri (nitratlar, sülfatlar, amonyak ve hidrojen sülfid) yaşamdan bağımsız olarak büyük miktarlarda oluşturulurlar.

Ototrofi (§94) ve Dünya'daki yaşamın başlangıcı sorunu hakkında tahmin yürütmeden, ototrofik bakterilerin fotosentetik organizmalara bağlı olmaları ve kökenlerinin bunlardan kaynaklanması muhtemeldir. Her şey, bu ototrofik organizmaların, "Güneş ışınımı ve yeşil organizma" mekanizmasını mükemmelleştirerek Güneş ışınımı enerjisinin kullanımını tamamlayan ve kozmostan yayılan enerjiye bağımlı bir yaşam biçimi olduklarını gösterir.

Sayırsız hayvan ve mantar türü, milyonlarca tür ile tüm heterotrofik dünya, aynı sürece dayanır.

101

Bu olgu, biyosferdeki canlı maddenin dağılımının doğası ile de açıkça görülmektedir.

Bu dağılım, tamamen yeşil bitki örtüsünün denge alanı ile belirlenir; başka bir deyişle, gezegenin Güneş ışınımına doymun bölgesi ile. Asıl canlı madde kütlesi, varlığı serbest oksijene veya yeşil organizmalar tarafından oluşturulan organik bileşiklere yakından bağlı olan heterotrofik organizmalar ve ototrofik bakteriler dâhil olmak üzere, bu bölgede yoğunlaşmıştır.

Heterotrofik organizmalar ve ototrofik bakteriler, Güneş ışınımının ve yeşil yaşamın olmadığı biyosfer bölgelerine nüfuz edebilirler. Bu türden çok sayıda organizma, sadece biyosferin bu karanlık bölgelerinde yaşar. Kendilerini yavaş yavaş yeni yaşam koşullarına adapte ederek Güneş ışığı alan yüzeyden bu alanlara göç ettikleri varsayılır ve bu muhtemelen doğrudur. Derin deniz ve mağarada yaşayan hayvanlar hakkındaki morfolojik çalışmalar, bu tür faunaların daha önce gezegenin aydınlık bölgelerinde yaşayan atalardan geldiğini (bazen reddedilemez bir şekilde) göstermektedir.

Jeokimyasal bakış açısından, yeşil organizmalar içermeyen yaşam konsantrasyonları özel bir öneme sahiptir. Bu konsantrasyonların bazıları, hidrosferin tabanındaki *bentik filmi* (\$130), *okyanusların sahile yakın konsantrasyonlarının* alt kısımlarını ve kıtasal sulu havzaların dibindeki canlı filmleri oluşturur (\$158). Bu konsantrasyonların gezegenin kimyasal tarihinde oynadığı muazzam rolü göreceğiz. Bununla birlikte, bunların yeşil bölgelerin organizmalarıyla doğrudan veya dolaylı olarak yakından bağlantılı olduklarından emin olabiliriz. Bu ikinci dereceden canlı maddenin morfolojisi ve paleontolojisi, yukarıda

bahsedildiği gibi gezegenin Güneşli bölgelerinde yaşayan organizmalardan evrimleştiklerini göstermektedir.

Güneş ışımalarının günlük yaşamın temeli olduğu başka bir yol daha vardır. Bu derin canlı filmlerin, okyanusun üst kısımlarından düşen ve ayrılmaya fırsat bulamadan dibe ulaşan organik döküntülerle yakın bir ilişkisi vardır. Alt filmdeki anaerobik [havasız yaşayan] organizmalar, beslenmek için bu döküntüye muhtaçtır. Gezegenin Güneş tarafından aydınlatılan kısımları bu nedenle bu filmler için birincil enerji kaynağıdır.

Atmosferdeki serbest oksijen de denizin dibine nüfuz eder. Her şey bentik bölgelerdeki bu olgunun sürekli evrim geçirdiğini ve etki alanlarının gittikçe daha da genişlediğini gösteriyor. Canlı maddenin yeşil yataktan gezegenin çeşitli azoik bölgelerine yavaş ve sürekli hareketi jeolojik tarih boyunca gerçekleşmiştir ve günümüzde yaşam alanları bentik organizmalar tarafından genişletilmektedir.

102

Heterotrofik canlılar tarafından yeni parlak enerji biçimlerinin oluşturulması bu sürecin bir tezahürü olabilir. Organizmaların fosforesansı (biyoluminesans), Dünya yüzeyindeki Güneş ışınımınıninkilerle örtüşen dalga boylarından oluşur. Bu ikincil parlak ışınım, Güneş enerjisinin ulaşmadığı zamanlarda yüzlerce kilometrekarelik bir alana yayılan yeşil planktonun kimyasal faaliyetlerini sürdürmesini sağlar. Fosforesans, derinlik ile daha yoğun hale gelir.

Derin deniz organizmalarının fosforlaşması ve ışıldaması aynı mekanizmanın yeni bir örneği midir? Bu mekanizma, Güneş enerjisini başka türlü ulaşmadığı derinliklere ileterek fotosentetik yaşamın yüzeyin birkaç kilometre altında yeniden canlanmasına neden olmakta mıdır? Bilmiyoruz, ancak okyanus bilimi keşiflerinin, Güneş ışınlarının nüfuz ettiği alanın çok

ötesindeki derinliklerde yaşayan yeşil organizmalar bulduğunu unutmamalıyız. Örneğin “Valdivia” gemisi, yaklaşık iki kilometre derinlikte yaşayan *Halionella* alglerini keşfetmiştir.

Termodinamik olarak kararsız kimyasal bileşikler biçimindeki parlak enerjinin ve ayrıca ikincil parlak enerjinin, yani forsoresansın, canlı madde tarafından yeni bölgelere taşınması, fotosentez alanının hafifçe ve geçici olarak genişlemesine neden olur. Bu, insan uygarlığının yarattığı ve yeşil canlılar tarafından kullanılan, ancak gezegendeki fotosentezi önemli ölçüde etkilememiş olan parlak enerjiye benzer.

Şimdi, canlı dünyanın geri kalanıyla ilgilenmek için yeşil canlı madde hakkındaki tartışmayı bir kenara bırakalım.

Yaşamın Sınırları

103

Yaşamın kararlılık alanı, biyosferin sınırlarının ötesine uzanır ve kararlılığı belirleyen bağımsız değişkenler (sıcaklık, kimyasal bileşim vb.), bu miktarların karakteristik biyosferik uç değerlerinin ötesinde değerlere ulaşır.

Yaşamın kararlılık alanı, yaşamın en yüksek genişliğe ulaşabileceği bölgedir. Bu alan ne titizlikle belirlenmiş, ne de sabitmiş gibi görünmektedir.

Organizmaların birkaç nesil içerisinde önceden ölümcül sayılan koşullara adapte olma kabiliyeti, canlı maddenin bir özelliğidir. Bu konuyu deneysel olarak inceleyemeyiz çünkü adaptasyon süreci için milyonlarca yıl gerekir. Canlı madde, hareket-siz maddenin aksine, hareketli bir denge sergiler. Jeolojik tarih boyunca iş gören bu denge, çevre üzerinde de baskı uygular.

Buna ek olarak, yaşamın kararlılık alanı, daha hacimli organizmalar için yerçekimi alanına ve mikroplar ile ultra-mikroplar gibi (10^{-4} mm uzunluğunda) daha küçük organizmalar

için moleküler kuvvet alanına açıkça bölünmüştür. İkincisinin yaşamı ve hareketleri öncelikle parlak ve diğer ışınlımlarla belirlenir. Bu iki alanın boyutları iyi belgelenmemiş olsa da, bunların organizmaların toleranslarına göre belirlenmesi gerektiğini biliyoruz.

Her iki kararlılık alanının (yani yaşamın ve biyosferin kararlılık alanının) en önemli özelliklerini göz önünde bulundurmalıyız: 1. sıcaklık; 2. basınç; 3. ortamdaki maddenin hali; 4. ortamın kimyası ve 5. parlak enerji.

104

Şimdi iki tür koşulu ayırt etmeliyiz: 1. yaşamın direnme ve işlevlerini yerine getirme kapasitesini aşmayanlar (yani “süründüren” ancak öldürmeyen koşullar) ve 2. yaşamın çoğalmasına izin veren koşullar.

Tüm canlıları birleştiren genetik bağlardan dolayı, bu koşullar tüm organizmalar için yaklaşık aynı olabilir. Bununla birlikte, bu alan, yeşil bitki örtüsü için heterotrofik organizmalardan çok daha sınırlıdır. Bu sınır aslında organizmayı oluşturan bileşiklerin fizikokimyasal nitelikleri ve özellikle de kararlılıkları ile belirlenir. Bazı durumlarda, yaşam fonksiyonlarını kontrol eden bileşiklerin oluşturduğu mekanizmaların zor koşullarda ilk önce imha edildikleri görülmektedir. Hem bileşikler hem de katalize ettikleri mekanizmalar, jeolojik tarih boyunca adaptasyonla durmadan değiştirilmiştir.

Belirli organizmaların hayatta kalmasının bazı aşırı örnekleri, halihazırda bilindiği gibi azami yaşam alanını gösterecektir.

105

Bazı heterotrofik organizmalar (özellikle mantar sporları gibi uyur durumdakiler) sıcaklığa karşı en yüksek toleransı gösterirler ve yaklaşık 140°C'ye dayanabilirler. Bu sınır, habitatın nemine göre değişir.

L. Pasteur'ün kendiliğinden üreme üzerine yaptığı deneyler, nemli ortamlarda 120°C'de bazı mikrobiyal sporların tahrip edilemediğini gösterdi. Tahribat için sıcaklığın 180°C'den daha düşük olmaması gerekmektedir (Ducloux). Christensen'in deneylerinde, toprak bakterileri beş dakika boyunca 130°C ve bir dakika boyunca 140°C sıcaklıklara dayanmıştır. Zettnow tarafından tarif edilen bakteriyel sporlar, yirmi dört saat boyunca buhar akışına maruz kaldıktan sonra dahi tahrip edilememiştir (Y. I. Omeliansky).

Düşük sıcaklıklarda denge alanı daha büyüktür. Londra'daki Jenner Enstitüsü'nde gerçekleştirilen deneyler, bakteri sporlarının yirmi saat boyunca sıvı hidrojen içerisinde (-252°C) sabit kaldığını gösterdi. A. MacFadyen, sıvı havada (-200°C) aylarca bozulmadan kalan mikroorganizmaları rapor eder. P. Becquerel'in deneylerinde, *mantar sporları*, yetmiş iki saat boyunca -253°C vakumda canlılıklarını kaybetmemiştir. Benzer bir biçimde, çeşitli bitki tohumları -269°C gibi daha düşük bir sıcaklıkta dahi vakumda on buçuk saat hayatta kalmıştır.

Böylece, bazı yaşam formlarının hayatta kalabileceği termal alanın 450°C'lik bir aralık olduğu tahminini yapabiliriz. Bu aralık, yeşil bitki örtüsü için açıkça daha azdır. Bu konuda kesin bir deney yoktur, ancak bu aralığın 150-160°C'den (-60° ila +80°C) geniş olduğu şüphelidir.

106

Yaşam alanında basınç sınırları geniştir. G. Khlopin ve G. Tammann tarafından yapılan deneylerde mantar, maya ve bakteriler, özelliklerinde belirgin bir değişiklik gözlenmeksizin 3000 atmosfer basıncına dayanmıştır. Maya, 8000 atmosferde hayatta kalmıştır. Diğer uçta, tohumlar ve sporlar bir vakumda uzun süre korunabilir. Bu bağlamda heterotrofik ve foto-ototrofik organizmalar arasında bir fark bulunmadığı görülmektedir.

107

Belirli radyan enerji dalga boylarının bitkiler için önemi sıklıkla belirtilmiştir. Bu, tüm biyosfer için geçerlidir. Bu ışı-
nım olmadığında, fotosentezciler nispeten hızlı bir şekilde yok
olur. Heterotrofik organizmalar ve en azından belirli ototrofik
bakteriler karanlıkta yaşayabilir, ancak bu karanlığın karakteri
(uzun dalga boyu, kızılötesi ışıma) incelenmemiştir. Öte yan-
dan, elektromanyetik ışıının kısa ve yüksek enerjili dalga boy-
larının, yaşama karşı üstesinden gelinemez bir engel olduğunu
biliyoruz.

Çok kısa morötesi dalga boyları ile karakterize olan ortam
cansızdır (§114). Becquerel'in deneyleri, bu ışıının tüm yaşam
formlarını çok kısa sürede öldürdüğünü göstermiştir. Bu ışınlara
bulunduğu gezegenler arası alan, sıcaklık, basınç veya kim-
yasal karakteri bir engel teşkil etmese de, biyosfere adapte olmuş
tüm yaşam biçimleri için ölümcüldür. Radyan enerjinin çeşit-
li bölgelerinde yaşamın sınırları, biyosferdeki yaşam ve Güneş
ışıını arasındaki ilişki hakkında bildiklerimizin de gösterdiği
gibi detaylı bir şekilde incelenmelidir.

108

Yaşamın dayanabileceği kimyasal değişikliklerin ölçeği çok
büyüktür. L. Pasteur tarafından keşfedilen anaerobik organiz-
malar, yaşamın serbest oksijensiz bir ortamda var olabileceğini
kanıtladı. Yaşamın varsayılan sınırları, Pasteur'ün keşfi ile bü-
yük ölçüde genişletildi.

S. Vinogradsky tarafından keşfedilen ototrofik organizma-
lar, yaşamın önceden mevcut organik bileşikler içermeyen, ta-
mamen mineral bir ortamda var olabileceğini göstermiştir.

Uyur yaşamsal biçimler olan sporlar ve tohumlar, gazdan
veya sudan yoksun bir ortamda belirsiz bir süre boyunca hiç bo-
zulmadan hayatta kalabilir gibi görünmektedir.

Ayrıca, çeşitli yaşam biçimlerinin en çeşitli kimyasal ortamlarda hayatta kalması mümkündür. Toskana'nın sıcak borasik su kaynaklarında bulunan *Bacillus boracicola*, doymuş bir borik asit çözeltisinde yaşayabilir ve ayrıca çevre sıcaklıklarında %10'luk bir sülfürik asit çözeltisine kolayca dayanabilir. Sülfat, nitrat ve potasyum niobati gibi diğer organizmalar için ölümcül tuzların güçlü çözeltilerinde yaşayan birçok mantar küfü vardır.

Yukarıda adı geçen *Bacillus boracicola* %0,3'lük cıva klorür çözeltilerinde, diğer bakteriler ve protistler doymuş cıva klorür çözeltilerinde hayatta kalır. Maya ise bir sodyum hidroflorat çözeltisinde yaşayabilir. Bazı sineklerin larvaları %10'luk formalin çözeltilerinde hayatta kalır ve saf oksijenden oluşan atmosferde çoğalan bakteriler vardır. Bu olgular az bilinir, ancak canlıların sınırsız bir adaptasyon yeteneğine sahip olduğunu gösterir.

Burada sadece heterotrofik organizmalardan bahsediyoruz. Yeşil organizmaların gelişimi (bazen sulu çözeltide) serbest oksijenin varlığını gerektirir. Doymuş tuzlu su çözeltileri bu yaşam formunun gelişimini olanaksız hale getirir.

109

Uyur durumdaki bazı yaşam biçimleri tamamen kuru bir ortamda hayatta kalabilir, ancak büyümeleri ve çoğalmaları için sıvı veya buhar biçimindeki su esastır. Yeşil yaşamın susuz var olamayacağı gerçeğine ek olarak, çoğalma ile gösterildiği gibi organizmaların jeokimyasal enerjisinin, sadece solunum için gereken gazları içeren suyun varlığında pasif potansiyel durumdan aktif bir duruma geçtiği not edilebilir.

Tüm canlılığın temeli olan fotosentetik yeşil yaşam, susuz var olamaz. Suyun etki mekanizması, sulu çözeltilerin iyonlaşma derecesinin ve asit-baz dengesinin anlaşılmasıyla yakın zamanda netleşti.

Bu olguların rolü çok büyüktür, çünkü canlı maddenin kütlesinin çoğu biyosferin doğal sularında yoğunlaşmıştır ve tüm organizmaların yaşam koşulları doğal sulu çözeltilerle yakından ilgilidir. Organizmaların maddesi esas olarak sulu tuz çözeltilerinden oluşur.³² Protoplasma, pıhtılaşma ve koloidal değişikliklerin meydana geldiği sulu bir süspansiyon olarak kabul edilebilir. İyonlaşma olgusu her yerde görülür. Organizmaların iç sıvıları ve çevrelerindeki sulu çözeltiler arasındaki sürekli ve karşılıklı etkileşim nedeniyle, iki ortamın nispi iyonlaşması çok önemlidir. İyonlaşmadaki kesin değişiklikleri kaydetmek için kullanılan hassas yöntemler, yaşamın temel ortamını incelemek için mükemmel bir yol sağlar.

Deniz suyu yaklaşık 10^{-9} oranında (H+) içerir; bu nedenle hafif alkalidir ve aralıksız olarak devam eden çok sayıda kimyasal işlemin varlığında bu özelliği sürekli olarak korunur.

Bu iyonlaşma derecesi, denizdeki organizmaların yaşamı için çok uygundur; en küçük değişiklikler dahi, her zaman için canlılar üzerinde organizmaya bağlı olarak pozitif veya negatif yan etkilere sebep olur.

Yaşamın yalnızca 10^{-6} ila 10^{-10} (H+) aralığındaki bir iyonlaşma seviyesinde var olabileceği açıktır.

110

Ortamın fiziksel durumu yaşamsal süreçler için son derece önemlidir. Uyur biçimdeki yaşam katı, sıvı veya gaz hallerinde ve bir vakumda korunabilir. Tohumlar, maddenin bütün hallerinde, gaz alışverişi olmaksızın belirli bir süre saklanabilir. Ancak, işler durumundaki canlı organizma, vücudunu oluşturan koloidal sistemler için gaz alışverişine (solunum) ve kararlı koşullara ihtiyaç duyar. Katı ortamlarda, canlı organizmalar yal-

32 Organizmalar ağırlıkça %60 ila %99 oranında su içerir ve bu nedenle %80-100 oranında sulu çözeltilerden veya süspansiyonlardan oluşur.

nızca gaz alışverişine erişimi olan gözenekli gövdelerde bulunur. Birçok organizma küçük boyutları nedeniyle oldukça kompakt ortamlarda yaşayabilir, ancak sıvı bir çözelti veya koloit içerisinde gazdan yoksun kalırsa ömrünü sürdüremez.

Bu makalede sıkça üzerinde durduğumuz bir konu olan maddenin gaz halinin istisnai önemine bir kez daha rastlıyoruz.

Biyosferde Yaşamın Sınırları

111

Şimdiye kadar, biyosferin, yapı, bileşim ve fiziksel özellikleri yoluyla yaşam alanı tarafından tamamen kuşatılmış olduğunu gördük. Bu alan kendisini biyosfer koşullarına öylesine adapte etmiştir ki, içinde öyle ya da böyle tezahür edemediği hiçbir yer yoktur.

Bu açıklama, patlayan volkanlar ve lav akışı örneklerindeki gibi geçici ve sıra dışı koşullar altında geçerli değildir. Toksik volkanik gazlar (örneğin hidroklorik ve hidroflorik asitler) ve volkanik harekete eşlik eden sıcak su kaynakları bu geçici olayların örneğidir. Bunlardan kaynaklanan yaşam yoksunluğu ise geçicidir. Yaklaşık 90°C sıcaklıktaki kalıcı termal kaynaklar gibi daha uzun süren benzer olgular, bu koşullara adapte olmuş organizmalar tarafından işgal edilir.

%5'ten daha fazla yoğunluğa sahip doğal tuz çözeltileri kalıcı olarak yaşamdan yoksun olmayabilir; biz yalnızca olup olmadığını bilmiyoruz. Filistin'deki Ölü Deniz, türünün en büyük tuzlu su havzası olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, iyonizasyonu en az 10^{-11} (H+) olan bazı doğal asitli (hidroklorik ve sülfürik asit içeren) suların yaşamdan yoksun olduğuna dair kanıtlarımız vardır (§109). Bununla birlikte, bu cansız bölgenin kapsamı, gezegenin bütünüyle karşılaştırıldığında önemsizdir.

112

Canlı maddenin işgal ettiği, yaşamın varlığının tüm alanı olarak kabul edilebilecek olan karasal zarf sürekli bir zarftır ve hidrosfer gibi süreksiz zarflardan ayrılmalıdır.

Tabii ki bu yaşamsal istikrar alanı canlılar tarafından tamamen işgal edilmekten uzaktır; ancak jeolojik tarih boyunca yaşamın yeni bölgelere yavaş yavaş nüfuz ettiğini görebiliyoruz.

Yaşamsal istikrar alanında iki bölge ayırt edilmelidir: 1. organizmaların ani yok oluşa maruz kalmadığı geçici nüfuz alanı ve 2. çoğalmanın meydana gelebileceği istikrarlı yaşam bölgesi.

Biyosferdeki yaşamın aşırı sınırları, muhtemelen tüm organizmalar için mutlak koşulları temsil eder. Dengenin bağımsız değişkenleri olarak ifade edilebilecek bu koşullardan herhangi biri canlı madde için dayanılmaz hale geldiğinde bu sınırlara ulaşılır. Sıcaklık, kimyasal bileşim, ortamın iyonlaşması veya ışınlımların dalga boyu bu koşullardan biri olabilir.

Bu tür tanımlar mutlak değildir, çünkü adaptasyon, organizmalara kendilerini zararlı çevresel koşullara karşı koruma konusunda muazzam bir yetenek sağlar. Adaptasyonun sınırları bilinmemektedir, ancak gezegensel ölçekte zamanla birlikte artmaktadır.

Yaşamın bilinen adaptasyonlarına dayanarak bu tür sınırlar koymak, her zaman için tehlikeli ve belirsiz bir girişim olan tahminde bulunmayı gerektirir. Özellikle insan, bilinci ve iradesini yönetme kabiliyeti ile diğer canlı organizmaların erişemeyeceği yerlere ulaşabilir.

Tüm canlıların çözülmez birliği göz önüne alındığında, karşımıza bir içgörü çıkar. Yaşamı gezegensel bir olgu olarak gördüğümüzde, *Homo sapiens*'in bu kapasitesi bir tesadüf olarak kabul edilemez. Bu yüzden, biyosferdeki yaşamın değişmeyen sınırlarına dair sorunun dikkatle ele alınması gerekir.

113

Çağdaş organizmaların varlık çeşitliliğine ve adaptasyon gücüne dayanan yaşamın sınırları, biyosferin karasal bir zarf olduğunu açıkça göstermektedir. Yaşamı olanaksız kılan koşullar tüm gezegende aynı anda meydana gelir. Bu nedenle, yaşam alanının sadece üst ve alt sınırlarını belirlemek yeterlidir.

Üst sınır, yaşamı ortadan kaldıran radyan enerji ile belirlenir. Alt sınır, yaşamı olanaksız kılacak kadar yüksek sıcaklıklardan oluşur. Bu sınırlar arasında, yaşam (tamamen olmasa da) tek bir termodinamik zarfı, üç kimyasal zarfı ve maddenin hallerinin üç zarfını (§88) içerir. Yukarıdaki sınırlar açıkça son üç zarfın, troposferin, hidrosferin ve üst litosferin önemini ortaya koymaktadır. Bunları, izleyeceğimiz tartışmanın temeli olarak alacağız.

114

Görünüşe bakılırsa, doğal yaşam formları üst stratosferin ötesine geçemez. Tablo 1'in gösterdiği gibi (§88), stratosferin üzerinde bulunan ve kimyasal moleküllerin veya bileşiklerin varlığının muhtemel olmadığı parajenetik [melez] bir zarf vardır. Bu, söz konusu bölgenin tahmin edilenden daha fazla madde içerdiğini gösteren Prof. V. G. Fesenkov'un hesaplamalarını kabul etsek bile (1923-1924), maddenin en seyrek görüldüğü bölgedir. Fesenkov, 150 ila 200 kilometre yükseklikte, bir kilometreküp bir ton maddenin bulunduğunu belirtir. Bu bölgelerdeki kimyasal elementlerin yeni oluşum şekli sadece dağılımdan, çarpışmaların azlığından veya gaz parçacıklarının serbest yörüngelerinin uzunluğundan değil, aynı zamanda morötesi ve diğer Güneş radyasyonlarının güçlü etkisinden ve belki de kozmik radyasyondan kaynaklanır (§8). Morötesi ışıınım, 160-180 nm aralığında, kuru ortamda veya vakumda kararlı halde bulunan sporlar dâhil olmak üzere tüm yaşamı tahrip eden çok aktif

bir kimyasal etkidir. Bu ışınının üst stratosfere nüfuz ettiği kesin gibi görünüyor.

115

Bu ışınım, aynı morötesi ışınının etkisiyle nispeten büyük miktarlarda ve sürekli olarak serbest oksijenden (ve belki de sudan) oluşan *ozon tarafından* tamamen emildiğinden daha aşağılara ulaşmaz.

Fabry ve Buisson'a göre, saf haldeki ozonun tamamı, beş milimetre kalınlığında bir tabaka oluşturmaktadır. Bununla birlikte, atmosferik gazlar arasında dağılmış olan bu küçük miktar, bu ölümcül ışınımları durdurmak için yeterlidir.

Ozon, tahrip olduğu kadar hızlı bir şekilde yeniden yaratılır, çünkü morötesi ışınım alt stratosferde oksijen atomu bolluğu ile karşılaşır. Böylece yaşam beş milimetre kalınlığında bir *ozon tabakasıyla* korunmakta ve bu, biyosferin doğal üst sınırına işaret etmektedir.

Ozonun oluşması için gerekli olan serbest oksijen biyosferde sadece biyokimyasal işlemlerle oluşur ve eğer hayat durursa yok olur. *Yaşam, hem yer kabuğundaki serbest oksijeni hem de biyosferi gök cisimlerinin zararlı kısa dalga boylu ışınımından koruyan ozonu yaratır.*

Şüphesiz, yaşamın son tezahürü olan uygar insan kendini başka şekillerde de koruyabilir ve bu sayede ozon tabakasının ötesine zarar görmeden geçebilir.

116

Ozon tabakası yalnızca, bu atmosferik sınırın çok altında son bulan yaşamın potansiyel üst sınırını belirler.

Yeşil ototrofikler, ormanların, tarlaların, çayırların ve toprakların üzerinde gelişmez. Hava ortamında tek hücreli yeşil organizma yoktur. Okyanuslar yeşil planktonu yukarı doğru kısa bir mesafeye fırlatır, ancak bu yalnızca rastlantısal olarak

gerçekleşir. Organizmalar kendilerini yeşil bitki örtüsünden daha yükseğe çıkarabilirler, ancak sadece uçmak için yaratılmış mekanik yollarla. Bu şekilde bile, yeşil organizmalar atmosfere uzun bir mesafe veya uzun bir süre boyunca nüfuz edemezler. Örneğin, kozalaklı ağaçların ve kriptogamların [sporlu bitkilerin] sporları muhtemelen rüzgârlarla dağılan ve yükselen en büyük yeşil organizma kütesidir. Bazen muazzam yüksekliklere ulaşırlar, ancak sadece kısa süre için. Bunlar en küçük sporlardır ve çok az miktarda klorofil içerirler ya da hiç içermezler.

Yeşil katman, Güneş ışınımının dönüşümünün üst sınırıdır ve toprağın yüzeyinde ve okyanusun üst katmanlarında bulunur. Bu katmanın menzili jeolojik zaman içerisinde daha da genişlemiştir, ancak atmosfere doğru fazla bir yüksekliğe erişmediği görülmüştür.

Yeşil ototroflar, yakaladıkları Güneş enerjisi miktarını en üst seviyeye çıkarma eğilimleri nedeniyle, troposferin alt katmanlarına çok verimli bir şekilde nüfuz etmişlerdir ve büyük ağaçlar şeklinde 100 metre ve bitki örtüsü stantları şeklinde 50 metreden daha yükseğe çıkmışlardır. Bu yaşam formları Paleozoik Çağ'dan beri var olmuştur.

117

Atmofere nüfuz eden temel canlı madde kütesi ikinci derecedendir ve tüm uçan organizmaları içerir. Milyonlarca yıldır yaşam, küçük bakteriler, sporlar ve uçan hayvanlar biçiminde atmosfere nüfuz etmiştir. Çoğunlukla spor şeklinde ve uyur durumda bulunan daha büyük konsantrasyonlar, yalnızca tozların girdiği bölgelerde gözlenebilir. A. Klossovsky'ye göre toz, ortalama 5 kilometre yüksekliğe ulaşır; O. Mengel, bu mesafenin 2,8 kilometre olduğunu belirtir. Her durumda, söz konusu olan temelde hareketsiz maddedir.

Dağların tepesindeki hava organizmalar açısından çok zayıf-

tır, ancak burada da az miktarda organizma bulunur. L. Pasteur, bu tür hava kültürlendiğinde metre küp başına ortalama dört ila beş patojenik mikrop buldu. Fleming, dört kilometre yükseklikteki her üç litre için yalnızca bir patojenik [hastalığa yol açan] mikrop tespit etmiştir.

Üst tabakaların mikroflorası bakteri bakımından nispeten zayıf, maya ve mantar bakımından zengin gibi görünmektedir. Mikroflora kesinlikle tozlu atmosferin (5 km) ortalama sınırının ötesine nüfuz eder, ancak bu konuda çok az kesin gözlem vardır. Bu flora, hava akımlarının hareketi bu yüksekliğe ulaştığından, troposferin sınırlarına (9-13 km) taşınabilir. Bu maddenin yükselişinin, söz konusu organizmaların çoğunun uyur durumu ve tespit edilemeyen sayıları göz önüne alındığında, Dünya tarihinin herhangi bir anında herhangi bir rol oynamış olması muhtemel değildir.

118

Hayvanların bazen en yüksek dağ zirvelerinin üzerindeki üst bölgelerine ulaşmalarına rağmen troposferin ötesine geçip geçmedikleri açık değildir.

A. Humboldt'a göre tepeli akbabalar yedi kilometre yüksekliğe kadar uçabilir. Humboldt ayrıca Chimborazo dağının (5882 metre) zirvesinde sinekler gözlemlemiştir.

Humboldt ve diğerleri tarafından yapılan kuş gözlemleri, modern kuş göçü çalışmaları tarafından sorgulanmaktadır. A. F. R. Wollaston ve İngiliz Everest keşif gezisi ekibi, bazı alp kuşlarının en yüksek zirvelere (7540 m) yayıldığını kanıtladı. Himalaya kargaları 8200 metreye kadar gözlemlenmiştir.

Ancak bunlar belirli türler için değerlerdir. Kuşların çoğu dağlık coğrafyalarda bile 5 kilometreden daha yükseğe çıkmaktadır. Havacılar onları 3 kilometrenin üzerinde bulamamıştır; bu yüksekliklerde kartallar gözlenmiştir.

Kelebekler 6400 m'de, örümcekler 6700 m'de ve yeşil sinekler ise 8200 m'de gözlemlenmiştir. Bazı bitkiler (*Arenaria muscosa* ve *Delphinium glacial*) 6200 ila 6300 m'de yaşar (Hingston, 1925).

119

Stratosferin en yüksek noktalarına çıkanlar, insanlar ve istemeyerek de olsa onun vücuduna veya ürünlerine eşlik eden yaşam biçimleridir.

İnsanın erişebileceği bölge, hava yolculuğu ile genişlemektedir ve günümüzde ozon tabakasının ötesine uzanır.

En yüksek noktalara ulaşan sondaj balonlarında her zaman yaşamın temsilcileri bulunur. Pavia'da 17 Aralık 1913'te fırlatılan bu tür bir balon 37.700 metreye ulaştı.

İnsanın kendisi, en yüksek dağı aşmıştır. 1875'te G. Tissandier ve 1868'de J. Glaisher, bunu aerostatik balonlarla neredeyse başardılar (sırasıyla 8600 m ve 8830 m); uçaklar ise troposferin sınırlarına ulaştı. Fransız Callisot ve Amerikalı J. A. Macready, 1925'te sırasıyla 12.000 ve 12.100 metreye yükseldiler ve bu rekor çok yakında aşılabacaktır.

Kalıcı insan yerleşimleri dikkate alındığında Peru ve Tibet'teki köyler 5100 ve 5200 metreye, Peru'daki demiryolları ise 4770 metreye ulaşmaktadır. 4650 metre yükseklikte yulaf tarlaları bulunmaktadır.

120

Kısacası, biyosferdeki yaşam karasal sınırına yani ozon tabakasına ancak nadir durumlarda ulaşır. Hem stratosfer hem de troposferin üst tabakaları esasen cansızdır.

Hiçbir organizma havada sürekli yaşayamaz. Sadece 100 metre kalınlığın genellikle çok altında olan ince bir hava tabakasının yaşam barındırdığı düşünülebilir.

Havanın fethi, gezegenin jeolojik tarihinde yeni bir olgudur. Bu olgu, karasal organizmalar, yani bitkiler (Kambriyen

öncesi kökenli?), böcekler, uçan omurgalılar (Paleozoik kökenli?) ve kuşlar (Mezozoik kökenli) gelişmeden gerçekleşemezdi. Mikrofloranın ve sporların mekanik taşınmasına ilişkin kanıtlar, en eski jeolojik dönemlerden kalmaz. Ancak yalnızca insan uygarlığı ortaya çıktığında, canlı madde tüm atmosferi fethetme yolunda büyük bir adım attı.

Atmosfer bağımsız bir yaşam bölgesi değildir. Biyolojik açıdan, atmosferin ince tabakaları ona bitişik hidrosfer ve litosferin bir parçasıdır. Sadece litosferin üst kısmında, atmosferik tabakalar yaşam ve canlı film konsantrasyonlarını içerir (§150).

Canlı maddenin atmosferin tarihi üzerinde yarattığı muazzam etki, gaz ortamındaki yaşamın anlık varlığı ile değil, gaz alışverişi, yani yeni gazların biyolojik olarak üretilmesi, atmosferde serbest bırakılması ve emilimi ile ilgilidir. Bu, hem Dünya yüzeyine bitişik gaz tabakasında hem de doğal sularda çözülmüş gazlarda meydana gelir.

Nihai ve büyük etki, yani oksijenin ve yaşam tarafından üretilen diğer gazların yayılımı sonucunda gezegenin tüm gaz zarfının yaşamsal enerji tarafından işgal edilmesinden kaynaklanan yaşamsal enerji, canlı maddenin özelliklerinin değil, maddenin gaz halinin bir sonucudur.

121

Teorik olarak Dünya üzerindeki alt yaşam sınırı, ozon tabakasının belirlediği üst sınır kadar belirgin olmalı ve organizmaların varlığını ve gelişimini olanaksız kılacak sıcaklıklarla belirlenmelidir.

Bu engeli açıkça belirleyen 100°C sıcaklık, bazı yerlerde yaklaşık 2,5 kilometrede meydana gelirken, genellikle Dünya yüzeyinin 3 ila 3,5 km altında bulunur. Canlıların mevcut biçimleriyle yeryüzünün 3 km altındaki derinliklerinde var olamayacağını varsayabiliriz.

Bu 100°C'lik gezegensel sınırın seviyesi, ortalama 3,8 km derinliğe ve sıfırdan birkaç derece daha yüksek dip sıcaklıklara sahip olan okyanusun altında daha derindedir. Bu nedenle, okyanus bölgelerinde yaşama karşı sıcaklık bariyeri, termal koşulların kara altındaki alanlarla aynı olduğu varsayılırsa, 6,5 ila 6,7 km derinliklerde meydana gelecektir. Aslında, derinlikle birlikte sıcaklık artışının deniz altında daha hızlı gerçekleştiği görülmektedir ve yaşam için erişilebilir katmanların hidrosfer yüzeyinin altında 6 km derinliği aşması muhtemel değildir.

Bu 100°C sınırı, üzerinde uzlaşmış bir rakamdır. Dünya yüzeyindeki bazı organizmalar 70°-80°C arası sıcaklıklarda çoğalabilir, ancak hiçbirinin 100°C'de varlıklarını sürdürmeye adapte olduğu bilinmemektedir.

Bu nedenle, biyosferin alt sınırının karada 2,5 ila 2,7 kilometreyi, okyanuslarda ise 5 ila 5,5 kilometreyi geçmesi olası değildir.

Bu sınır muhtemelen derin bölgelerde oksijen eksikliğinden ziyade sıcaklıkla belirlenir, çünkü oksijen yokluğu yaşam için bir engel değildir. Kıtaların altındaki sığ derinliklerde serbest oksijen yok olur ve yüzeyin altında birkaç yüz metrede dahi nadiren görülür. Bununla birlikte, anaerobik yaşamın daha büyük derinliklere nüfuz ettiği kesindir. Amerika Birleşik Devletleri'nden E. S. Bastin ve Rusya'dan N. Ushinsky'nin (1926-1927) yaptığı bağımsız araştırmalar, F. Stapff'ın anaerobik floranın Dünya yüzeyinin altında bir kilometreden daha derinde var olduğu şeklindeki eski gözlemlerini doğrulamıştır.

122

Yüksek sıcaklıklar biyosfer için aşılmaz, ancak yalnızca teorik bir sınırdır. Birlikte ele alınan diğer faktörler, yaşamın dağılımı üzerinde çok daha güçlü bir etkiye sahiptir ve aksi takdirde termal açıdan erişilebilir olan bölgelere ulaşmasını önler.

Bazı makroskopik organizmalar, derinliklere nüfuz ettikçe şaşırtıcı bir jeolojik olgu yaratmıştır. Gezegenin bu karanlık bölgeleri jeolojik olarak genç olan belirli organizmalar tarafından doldurulmuştur ve aşağıya doğru uzanma eğilimi devam etmektedir.

Biyosferin üst sınırındaki duruma benzer bir şekilde, yaşam yavaş yavaş ama kaçınılmaz olarak daha büyük derinliklere iniyor. Ancak yaklaşmakta olduğu alt sınır, üst sınırdan daha uzaktadır.

Yeşil organizmalar açıkça, Dünya yüzeyinin ışıklı bölgelerini terk edemezler. Sadece heterotrofik organizmalar ve ototrofik bakteriler derinlere inebilir.

Yaşam, dünyanın derinliklerine okyanusta olduğundan farklı bir şekilde iner. Dağınık hayvan yaşamı, deniz tabanının şekline bağlı olarak okyanusun çok derinliklerinde mevcuttur. Denizkestanesi yani *Hyphalaster perfectus* 6035 metre derinlikte bulunmuştur. Bentik sucul formlar en derin çukurlara nüfuz edebilir, ancak şimdiye kadar 6500 metrenin altında canlı organizmalar bulunamamıştır. Okyanusun tamamı dağınık bakteriler içerir, bunlar 5500 metreden fazla derinliklerde okyanus yatağında yoğunlaşmıştır.

123

Hayat, karada pek derine inmez, çünkü serbest oksijen yeterince derine nüfuz etmez. Okyanusta çözünmüş serbest oksijen (burada nitrojene kıyasla oranı atmosferde olduğundan daha fazladır) dışarıdaki hava ile doğrudan temas halindedir. Atmosferik oksijen en derin okyanus çukurlarına (10 km) ulaşır ve kayıplar sürekli olarak atmosferden çözelti ve difüzyon ile ikame edilir. Serbest oksijenin nüfuz ettiği tabaka, deniz tabanındaki çamurun ince üst tabakasıdır (\$141).

Serbest oksijen, karanın derinliklerinde çok hızlı bir şekilde kaybolur, organizmalar ve oksijene aç organik ve diğer indir-

genmiş bileşikler tarafından hızla emilir. Bir veya iki kilometre derindeki kaynaklardan gelen suda serbest oksijen yoktur. Havadan gelen serbest oksijeni içeren vadoz suyla oksijen içermeyen yeraltı suyu arasında keskin bir ayrım vardır, ancak bu henüz tam olarak açıklığa kavuşturulmamıştır.³³ Serbest oksijen genellikle tüm toprağa ve toprağın alt kısmına nüfuz eder. Bataklıklarda ve sulak topraklarda seviyesi yüzeye daha yakındır. Hesselman'a göre, enlemlerimizdeki bu topraklar 30 cm derinliğin altında serbest oksijen bulundurmaz. Geçişine engel olacak ve oksijen içermeyen kayaların yokluğunda, alt zeminde birkaç metre derinlikte (bazen 10 metreden daha fazla) oksijen bulunmuştur. Bununla birlikte oksijen, havayla temas eden kayaların üst yüzeylerine sızabilir.

İstisnai durumlarda, oyuklar ve açık çatlaklar havanın yüzlerce metre derinliğe ulaşmasını sağlar. İnsan yapımı sondaj delikleri ve maden shaftları iki kilometreden fazla bir mesafeye ulaşır, ancak bunlar biyosfer ölçeğinde önemsizdir.

Her koşulda, bu delikler deniz seviyesinden nadiren daha derindir; kıtaların derin kısımları çoğu zaman bunların altında kalmaktadır. Üretken bir yaşam içeren gerçek bir tatlı su denizi olan Sibiry'a'daki Baykal Gölü'nün dibi, deniz seviyesinden 1050 metre aşağıdadır.

Kıtaların derinliklerindeki yaşamın hiçbir zaman hidrosferin ortalama derinliğine ulaşmadığı görülmektedir (3800 m).

Petrol ve hidrojen sülfidit oluşumu üzerine yapılan son araştırmaların, anaerobik yaşamın sınırları hakkında daha önceden yapılmış tahminleri aşağı çektiğini, bu freatik minerallerin oluşumunun biyolojik olduğunu ve Dünya'nın yüzeyindekinden daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleştiğini belirtmek gerekir.

33 Vakaların çoğunda, serbest oksijene ilişkin raporlar gözlem hatalarından kaynaklanmaktadır.

Ancak söz konusu organizmalar yüksek derecede sıcaksever [termofilik] olsalar bile (ki bu henüz gösterilmemiştir), sadece yaklaşık 70°C sıcaklıkta yaşayabilirler. Bu, 100°C izojeoterminden çok uzaktır.

124

Hidrosferik yaşam baskındır, çünkü hidrosferin tümü, yaşam tarafından işgal edilen ve ortalama 3800 metre kalınlığında ve maksimum 10 kilometre derinlikte büyük bir hacme sahiptir. Karada (gezegenin yüzeyinin %21'i) yaşam alanı ortalama 100 metre kalınlığında, en fazla 2500 metredir. Üstelik karada yaşam deniz seviyesinin altına sadece istisnai durumlarda iner. Diğer taraftan hidrosferde 3800 metreye kadar daha derine nüfuz eder.

Hidrosferde Yaşam

125

Hidrosferin yaşamsal olguları, Arkeen'den bu yana birçok açıdan değişmeden kalmıştır. Dahası, bu olgular, bu süre zarfında canlıların çeşitliliğine ve okyanuslardaki değişimlere rağmen, hidrosferin sadece belirli bölgelerinde meydana gelmiştir ve hem biyosferin hem de kabuğun tamamının kararlı özellikleri olarak kabul edilmelidir.

Canlı filmler ve konsantrasyonlar olarak adlandırdığımız zengin okyanus bölgelerindeki yaşam yoğunluğu, bu tür olguların mekanizmasının araştırılmasında temel teşkil etmektedir. Bunlar, hidrosferin ikincil alt bölümleri olarak kabul edilebilecek, potansiyel veya gerçek, sürekli ve eşmerkezli bölgelerdir. Güneş enerjisinin azami dönüşümü bunların içinde gerçekleşir. Yaşamın ve yaşam süreçlerinin gezegenin tarihi üzerindeki jeokimyasal etkileri üzerine yapılan tüm çalışmalara dâhil edilmelidirler.

Bu canlı filmlerin ve konsantrasyonların özellikleri şu açılardan ilgi çekicidir:

1. Yeşil canlı maddenin dağılımı, türleri ve dolayısıyla gezegendeki serbest oksijeninin çoğunun bulunduğu hidrosfer bölgeleri açısından.
2. Hidrosferde yeni yaratılan yaşamın zaman ve mekândaki dağılımı, yani jeokimyasal enerjinin yoğunluğu ve bunun periyodik değişimlerini yöneten yasalar hakkında niceliksel bilgi verebilen çoğalma açısından.
3. Jeokimyasal süreçlerin yeryüzü kabuğundaki belirli kimyasal elementlerin tarihçesiyle ve dolayısıyla okyanustaki yaşamın gezegenin jeokimyası üzerindeki etkisiyle olan ilişkisi açısından. Canlı filmlerin ve konsantrasyonların işlevlerinin çeşitli ve özgül olduğu ve jeolojik zaman içinde değişmediği görülecektir.

126

Okyanusun yüzeyinin kesintisiz bir yeşil yaşam tabakasıyla kaplı olduğunu not ettik (§55). Bu, aktarımın ve yayılımın bir sonucu olarak en derin çukurlar dâhil tüm okyanusa nüfuz eden serbest oksijenin üretim alanıdır.

Yeşil ototrofik organizmalar temel olarak 100 metreden daha az derinliklerde yoğunlaşır. 400 metrenin altında, çoğunlukla sadece heterotrofik hayvanlar ve bakteriler bulunur. Okyanusun tüm yüzeyi fitoplanktonun alanıyken, yosun ve deniz otları gibi büyük birincil üreticiler bazı yerlerde öncü roller oynar. Deniz biyologları tarafından çoğu zaman ayırt edilemese de çok farklı türde konsantrasyonlar oluştururlar. Okyanusların sığ kıyı bölgelerinde bol miktarda alg ve çim gelişir ve algler açık deniz bölgelerinde yüzen kütleler oluşturur. 100.000 kilometrekareden daha büyük bir alana sahip olan Sargasso Denizi, sonuncusunun çarpıcı bir örneğidir. Bu konsantrasyonları sırasıyla “littoral” [“kıyısal”] ve “sarkisik” olarak adlandıracaktır.

Okyanus yüzeyinin yakınında fitoplankton olarak yoğunlaşan mikroskopik ve tek hücreli organizmalar, yeşil yaşamın başlıca kütlesini oluşturur. Bu, 250 ila 275 cm/sn'lik bir hıza (V) karşılık gelen fitoplankton çoğalmasının yoğunluğundan kaynaklanmaktadır. Bu değer saniyede binlerce santimetreye kadar çıkabilir, ancak littoral algler için bu rakam sadece 1,5 ila 2,5 cm/sn'dir ve en fazla on katına çıkabilir. Okyanusun yaşam tarafından işgal edilmesi, yüzeyin aldığı radyan enerjiye tekabül edecek şekilde yalnızca V hızına bağlı ise, fitoplankton, büyük alglerin işgal ettiğinden yüz kat daha büyük bir alanı işgal etmelidir. Farklı oksijen üreticilerinin dağılımı yaklaşık olarak buna karşılık gelir. Littoral algler, yalnızca okyanusun sığ kısımlarında bulunur.³⁴ Denizlerin alanı³⁵ okyanus yüzeyinin %8'inden azdır ve okyanus yüzeyinin sadece çok küçük bir kısmı, daha büyük alg ve çimlerle kaplıdır. Bu nedenle, littoral bitkilerin işgal edebileceği maksimum alan yüzeyin %8'idir ve aslında bu sınıra ulaşamazlar. Sarkisik alglerin yüzen konsantrasyonları daha da az bir rol oynar. Sargasso Denizi'ndeki en büyük kütle, okyanusun yüzölçümünün sadece %0,02'sini kapsar.

127

Yeşil yaşam, okyanusta çıplak gözle nadiren görülür ve hiçbir şekilde yaşamın hidrosferdeki tezahürünün tümünü temsil etmez. Hidrosferdeki heterotrofik yaşamın gelişim oranına karada nadiren erişilir. Hayvanların okyanustaki duruma egemen olduklarına ve orada yoğunlaşan yaşamın tüm tezahürlerine damga vurduklarına inanılmaktadır ki bu muhtemelen doğrudur. Bununla birlikte bu hayvan yaşamı, birincil yeşil üreticilerin eş zamanlı varlığı olmadan gelişemez ve bunların göreceli

34 Kıyıya yakın büyük derinliklerin olduğu yerlerde, yosun yatağı önemsiz bir alan kaplar.

35 Yani, daha derin havzalar dâhil, 1000 ila 1200 metreden daha az derinliklerde.

dağılımı, fotosentez yapan organizmaların varlığının bir sonucudur. Bu iki canlı formunun beslenmesi ve soluması arasındaki yakın bağlantı, okyanusların canlı filmlerinde ve konsantrasyonlarında birikmelerine neden olan faktördür.

128

Canlı madde, okyanusun toplam kütlesinin öylesine küçük bir kısmını oluşturur ki, deniz suyunun çoğunlukla cansız olduğu söylenebilir. Geniş bir alana dağılmış olan ototrofik ve heterotrofik bakteriler bile okyanusun ağırlığının önemsiz bir kısmını oluştururlar. Bu bakımdan, deniz çözeltilerinin nadir görülen kimyasal iyonlarına benzerler. Çok sayıda canlı organizma yalnızca canlı filmlerde ve konsantrasyonlarda bulunur, ancak burada bile canlı maddenin ağırlık açısından yalnızca yüzde birini bulabiliriz. Bu miktar belirli yerlerde birkaç kat artabilir, ancak yalnızca geçici olarak.

Bu canlı filmler ve konsantrasyonlar, yaşamın sürekli olarak hareket ettiği güçlü kimyasal aktivite bölgeleri oluşturur. Bununla birlikte, bir bütün olarak oluşumlar neredeyse sabit kalır ve biyosferin değişen yapısı içinde deniz akıntıları kadar okyanusta sabit ve karakteristik olan kararlı denge bölgeleridir.

Okyanusta *dört istikrarlı yaşam grubu* ayırıyoruz: planktonik ve bentik olmak üzere *iki film* ve littoral ve sarkisik olmak üzere *iki konsantrasyon*.

129

Bu canlı koleksiyonların en karakteristik özelliği, tüm okyanus yüzeyini zengin yeşil yaşam ile kapladığı söylenebilen fitoplanktolardan oluşan ince üst tabakasıdır.

Bazen bu filmde birincil üreticiler baskın olur, ancak gezegen kimyası üzerindeki küresel rolleri nedeniyle, varlıkları için fitoplanktona bağımlı heterotrofik hayvanlar muhtemelen aynı derecede önemlidir.

Fitoplankton her zaman tek hücrelidir; metazoalar, zooplanktonun [hayvan planktonunun] önemli bir parçasıdır ve bazen karadakinden daha büyük miktarlarda bulunur. Böylece, zaman zaman okyanus planktonunda balıkların, kabukluların, solucanların, denizyıldızlarının ve benzerlerinin sert ve yumuşak uçlarını diğer canlılardan daha fazla gözlüyoruz. Hjort'a göre, bireylerin sayısı santimetre başına 3 ila 15 mikroskopik fitoplankton arasındadır. Bu sayı tüm mikrop planktonlar için 100'e yükselir. Tek hücreli fitoplanktonların sayısı genellikle bakteri veya nanoplankton içermeyen heterotrofik hayvanların sayısından daha düşüktür. Bu nedenle planktonik film, her santimetre başına binlerce değilse de yüzlerce mikroskopik birey içerir ve her biri bağımsız bir jeokimyasal enerji merkezidir (\$48). Bu dağılmış canlı madde, ağırlık açısından toplam okyanus suyu kütesinin yüzde 10^{-3} ila 10^{-4} 'ünden az olamaz ve muhtemelen bu miktarı aşmaktadır.

Bu katman onlarca metre kalınlığındadır ve genellikle 20 ila 50 metre derinlikte bulunur. Zaman zaman, plankton, yüzeye göre yükselir ve düşer. Bireylerin yoğunluğu bu filmin dışında, özellikle altında hızla düşer ve 400 metrenin altındaki derinliklerde tekil planktonlar çok dağınıktır.

Okyanusun kütesindeki canlı organizmalar (ortalama derinlik 3800 m, maksimum 10 km), bu nedenle hidrosferin tüm kalınlığının sadece yüzde birkaçı oranında çok ince bir film oluşturur. *Kimya açısından, okyanusun bu kısmı aktif ve geri kalanı biyokimyasal olarak zayıf olarak kabul edilebilir.*

Planktonik filmin biyosfer mekanizmasının önemli bir bölümünü oluşturduğu açıktır. İnceliğine rağmen, içindeki ozon konsantrasyonu önemsiz olsa da ozon tabakasını hatırlatır.

Plankton katmanının alanı, yüz milyonlarca kilometrekaredir ve ağırlığı, 10^{15} ila 10^{16} ton arasında olmalıdır.

130

Okyanus tabanının canlı filmi deniz çamurunda ve buna bitişik ince su tabakasında bulunur. Bu ince film, planktonik filme boyut ve hacim bakımından benzer, ancak onun ağırlığını aşar.

Bu film iki bölümden oluşur. Üst film, *pelojen*,³⁶ bir *serbest oksijen* bölgesidir. Metazoaların [çok hücrelilerin] önemli bir rol oynadığı ve organizmalar arasındaki ilişkilerin çok karmaşık olduğu yüzeyinde zengin bir hayvan yaşamı vardır. Bu biyosenöz üzerine nicel çalışmalar daha yeni başlıyor.

Bu fauna, bazı yerlerde oldukça gelişmiştir. Daha önce belirttiğimiz gibi, hektar başına bentik metazoa konsantrasyonları en verimli halleriyle kara üzerindeki bitkisel metafitlerin konsantrasyonlarına yaklaşık olarak eşittir (\$58).

Bentik deniz hayvanlarının sayısı dört ila altı kilometrelik derinliklerde gözle görülür biçimde azalır ve en derin çukurlarda (7 kilometrenin altında) makroskobik hayvanlar kaybolur.

Bentozun altında, taban filminin alt kısmı olan taban çamur tabakası vardır. Burada muazzam miktarlarda protista bulunur ve baskın rol, muazzam jeokimyasal enerjileri ile bakteriler tarafından oynanır. Sadece birkaç santimetre kalınlığındaki ince, üst pelojen tabakası serbest oksijen içerir. Bunun altında, anaerobik bakteri ve sayısız oyuk kazan hayvan ile dolu kalın bir çamur tabakası bulunur.

Bu derin çamurda, tüm kimyasal reaksiyonlar oldukça indirgeyici bir ortamda meydana gelir. Bu nispeten ince tabakanın biyosfer kimyasındaki rolü çok büyüktür (\$141). Çamur tabakası dâhil olmak üzere alt filmin kalınlığı bazen 100 metreyi aşar ve çok daha kalın olabilir. Bu, örneğin, Dünya'nın kimyasal süreçlerinde çok önemli gibi görünen krinoidler [deniz laleleri] gibi organizmaların işgal ettiği çukurlarda böyledir. Şu anda yalnız-

36 M. Solovieff tarafından önerilen bu terim, Rus limnologlar tarafından kabul edildi.

ca, bu canlı konsantrasyonunun kalınlığının 10 ila 60 metre olduğuna dair üzerinde uzlaşmış tahminlerde bulunabiliyoruz.

131

Plankton ve bentik canlı filmi tüm hidrosferin üzerine yayılır. Planktonun kapladığı alan yaklaşık olarak okyanusun kendisine eşitse ($3,6 \times 10^8$ km), bentik film düzensiz deniz tabanı yüzeyine uygun olduğundan, daha büyük olmalıdır.

Bu iki film, hidrosferi çevreler ve gezegenin oksijen bakımından zengin yüzeyine, yani littoral ve sarkasik konsantrasyonlara yakın diğer iki önemli konsantrasyona bağlanır.

Littoral yaşamsal konsantrasyonlar bazen hidrosferin daha sığ bölgelerine adapte olduklarından, alt filme kadar olan tüm su hacmini kapsar.

Littoral konsantrasyonların alanı hiçbir zaman okyanusun yüzölçümünün yüzde onunu geçmez. Ortalama kalınlıkları yüzlerce metre ve bazen 500 veya 1000 metre kadardır. Bazen planktonik ve bentik filmler ile ortak aglomerasyonlar oluştururlar.

Okyanusun ve denizlerin daha sığ bölgelerindeki littoral konsantrasyonlar, Güneş ışığının ve termal radyasyonun suya nüfuzuna ve beraberinde çözelti ve süspansiyon [kabaçözüt] şeklinde organik kalıntılar ve karasal tozlar getiren nehirlerin taşmasına bağlıdır. Bu littoral konsantrasyonlar kısmen yosun ve deniz otu ormanlarından ve kısmen yumuşakça, mercan, kireçli yosun ve bryozoa [yosun hayvancıkları] koleksiyonlarından oluşur. Genel littoral canlı madde miktarı, planktonik ve bentik filmlerde olduğundan daha az olmalıdır, çünkü okyanusun yüzölçümünün onda birinden azı bir kilometreden daha az derinliğe sahip bölgelerle temsil edilir.

132

Yakın zamana kadar çok az dikkat çeken *sarkasik yaşam konsantrasyonlarının* özel bir yer işgal ettiği gözlemlenmiş ve çeşitli şekillerde açıklanmıştır. Planktonik filmlerden, flora ve fauna karakterleri açısından ve littoral konsantrasyonlardan, kıtalardaki birikintiler ve nehirlerin biyojenik ürünlerinden bağımsız olmaları açısından farklılaşırlar. Littoral konsantrasyonların aksine, sarkasik olanlar okyanusun derin bölgelerinin yüzeyinde, bentoz ve alt film ile bağlantısız biçimde bulunurlar.

Bunlar uzun bir süre boyunca, rüzgârlar ve okyanus akıntıları aracılığıyla littoral konsantrasyonlardan taşınan yüzen birikintilerden oluşan ikincil oluşumlar olarak kabul edildiler. Okyanusta belirli noktalardaki sabit yerleri, uygun koşullarda rüzgârsızlıktan hareketsiz kalmış bölgeleri oluşturan rüzgâr ve akıntıların dağılımı ile açıklandı. Bu tür görüşler bilimsel literatürde hâlâ popüler olmakla birlikte, en azından bu oluşumların en büyük ve en iyi çalışılmışı olan Sargasso Denizi örneğinde reddedilmiştir.

Burada, bazıları açıkça littoral bölgelerden ve bentozdan kaynaklanan özel flora ve faunalar bulunur. L. Germain, bunların kökenlerini, fauna ve floranın yeni koşullara yavaşça adaptasyonu, yani canlı littoral maddenin bugün Sargasso Denizi'nin bulunduğu yerdeki bir kıtanın veya bir ada grubunun kademeli çöküşü esnasındaki evrimi ile ilişkilendirirken büyük ihtimalle haklıydı.

Gelecek, bu açıklamanın benzer türdeki diğer biyojenik birikimlere uygulanmasının mümkün olup olmadığını gösterecektir. Her durumda, zengin bitki türleri ve belirli hayvan türleri bulunduran bu tür yaşam konsantrasyonlarının, planktonik ve bentik filmlerden oldukça farklı olduğu söylenebilir. Sarkasik konsantrasyonların kesin bir ölçümü yapılmamıştır, ancak kap-

sadıkları alan görünürde geniş değildir ve littoral konsantrasyonlarla karşılaştırıldığında kesinlikle daha küçüktür.

133

Olgular, okyanusun ancak %2'sinin canlı konsantrasyonlarıyla dolu olduğunu ve diğer bölgedeki yaşamın çok dağınık olduğunu göstermektedir.

Bu canlı konsantrasyonları ve filmler okyanusun tamamında, özellikle okyanusun kimyasal bileşimi, kimyasal süreçleri ve gaz sistemleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte, bu canlı tabakaların dışındaki organizmalar okyanusta önemli nicel değişikliklere neden olmaz. Bu nedenle, biyosferdeki yaşamın nicel değerlendirmesinde okyanusun temel kütlelerini ihmal edeceğiz ve sadece dört bölgeyi ve bunların biyolojik kütlelerini göz önünde bulunduracağız. Bunlar, planktonik ve bentik yaşam filmleri ve sarkasik ve littoral konsantrasyonlardır.

134

Tüm bu biyosönözlerde³⁷ çoğalma süreçleri düzenli aralıklarla kesintiye uğrar. Canlı filmlerdeki ve konsantrasyonlardaki çoğalmanın ritmi, tüm gezegendeki biyojeokimyasal çalışmanın yoğunluğunu belirler.

Görüldüğü gibi, her iki okyanus canlı filminin en karakteristik özelliği, boyutu küçük ve çoğalma hızı yüksek protista organizmaların baskın olmasıdır. Uygun koşullarda yaşam iletim hızları muhtemelen 1000 cm/sn'ye yaklaşır. Ayrıca, en yüksek gaz alışverişi yoğunluğuna sahiptirler (her zamanki gibi yüzey alanıyla orantılıdır) ve hektar başına en büyük jeokimyasal kinetik enerjiyi sergilerler (\$41). Başka bir deyişle, canlı maddenin maksimum yoğunluğuna ve doğurganlık sınırına, diğer tüm organizmalardan daha hızlı bir şekilde ulaşabilirler.

37 Biyosönöz: Belli bir ortamda karşılıklı ilişki veya ilişki olmaksızın bir araya gelmiş ve çevresel faktörlerin etkisiyle nicelik açıdan özel bir yapı kazanmış organizma topluluğu. -çev.

Planktondaki protista, bentik canlı filmdekilerden açıkça farklıdır. Bakteriler, bentik canlı filmde biriken daha büyük organizmalardan türetilmiş, ayrışmamış çöküntü kütlesinde baskındır. Planktonik filmde bakteriler, yeşil protista ve protozoaya göre kütle açısından ikinci sırada yer almaktadır.

135

Protozoa, planktonik filmdeki hayvan yaşamının temel biçimi değildir. Kabuklular, larvalar, yumurtalar, genç balıklar vb. gibi metazoalar bu bölgede daha belirgindir.

Metazoanın çoğalma ritmi genellikle protozoaninkinden daha yavaştır. Bu daha yüksek formlar için yaşam iletim hızı saniyede bir santimetrenin bölüntüleridir. Okyanus balıkları ve planktonik kabuklular için V değeri saniyede bir santimetrenin onda birinin altına düşmüyor gibi görünmektedir.

Genellikle büyük bireyleri içeren muazzam miktarda metazoa, bentik canlı filmi karakterize eder. Metazoanın çoğalması bazen daha küçük planktonik organizmalarinkinden daha yavaştır. Bentik katmanda çok düşük çoğalma yoğunluğuna sahip organizmaların bulunması mümkündür.

Littoral ve sarkasik konsantrasyonlarda protista ikinci sırada yer alır ve jeokimyasal süreçlerin yoğunluğunu belirlemez. Metazoa ve metafitler bu biyosönözlerde yaşamın karakteristik formlarıdır. Metazoa, özellikle littoral konsantrasyonlarda derinlikle birlikte artan bir rol oynar ve daha derin bölgelerdeki temel yaşam biçimi haline gelir. Bunların önemi, mercanların, hidroidlerin, krinoidlerin ve bryozoanın geniş kolonilerinde belirgindir.

136

Çoğalmanın ilerlemesi ve ritmi bilimsel olarak pek de iyi anlaşılmamıştır. Sadece çoğalmanın kesintisiz devam etmediğini, bunun yerine astronomik [gökbilimsel] olgularla yakından bağlantılı, tanımlanmış ve tekrarlayan bir şekilde işlediğini biliyo-

ruz. Çoğalma, Güneş ışımasının yoğunluğuna, yaşam miktarına ve çevrenin karakterine bağlıdır.

Her bir organizma türünde özgül olan çoğalma yoğunluğu, organizmanın yaşamı için gerekli olan atomların göç oranı ve organizmanın içerdği bu atomların miktarı ile orantılıdır. Planktonik film, bu olgunun günümüzde en iyi anlaşılan örneğini sunmaktadır.

137

Planktonik filme gelince, çoğalmanın beraberinde getirdiği ritmik değişiklikler yaşam alanındaki yıllık döngülere karşılık gelir ve okyanusun hareketleriyle yakından bağlantılıdır. Gelgitler ve sıcaklıkta, tuzlulukta, buharlaşmada ve Güneş ışımasının yoğunluğundaki değişiklikler, bunların tümü kozmik bir kökene sahiptir.

İlgili bir olgu, ilkbaharda okyanusa yayılan ve yaz aylarında azalan yeni bireyler biçimindeki yaratıcı organik madde dalgasıdır. Bu dalga neredeyse tüm “gelişmiş” canlıların yıllık üreme döngüsünde görülür ve planktonun kompozisyonunu etkiler. “Bahar ekinoksunun [gündüz-gece eşitliğinin] yaklaşması ve sıcaklıktaki artış kadar kesin bir şekilde, belirli bir deniz suyu hacmindeki bitki ve hayvan plankton kütlesi yıllık azami orana ulaşır ve daha sonra tekrar düşer.” Johnstone’un bu resmi yaşadığımız enlemlerin bir karakteristiğidir, ancak tüm okyanus için de *mutatis mutandis*³⁸ geçerlidir.

Plankton, tüm organizmaların yakından bağlantılı olduğu bir biyosönözdür. En sık gözlenenleri Kuzey Atlantik’teki diatomlar [ikiatomlular] ve diatomlar üzerinde yaşayan kürekeyaklılardır.

Böyle bir yıllık ritim, Kuzeydoğu Avrupa denizlerinde gözlenebilir. Şubat-Haziran aylarında (çoğu balık için Mart’tan

38 *Mutatis mutandis*: Gereken değişikliklerin yapılması koşuluyla (Latince). -çev.

Nisan'a kadar), plankton, balık yumurtası ile doludur. İlkbaharda Mart ayından sonra, *Biddulphia*, *Coccinodiscus* ve daha sonra dinoflagellatlar [ateşrengi algler] gibi silisli diatomlar akın eder. Diatom ve dinoflagellatların sayısı yaz yaklaşırken hızla azalır, ancak kopepodlar ve diğer zooplanktonlar bunların yerini kısa sürede alır. Eylül ve Ekim, diatomlar ve dinoflagellatlar şeklinde ve daha az yoğunlukta fitoplanktonların genişlemesini sağlar. Aralık ve özellikle Ocak ve Şubat, yaşamın fakirleşmesi ve çoğalmanın yavaşlaması ile karakterize olur.

Çoğalmanın ritmi, her tür için karakteristik, sabit ve farklıdır ve tüm kozmik olayların değişmezliği ile yıldan yıla tekrarlanır.

Hidrosferdeki Canlı Konsantrasyonların ve Filmlerin Jeokimyasal Döngüleri

138

Çoğalmanın jeokimyasal etkileri, her canlı filmde ve konsantrasyonda özgül kimyasal bileşikler oluşturan karasal kimyasal süreçlerin ritminde görünür. Kimyasal elementler canlı maddenin döngüsüne bir kez girdikten sonra sonsuza dek orada kalır ve vadoz mineralleri şeklinde ayrılan küçük bir kısım dışında bir daha asla ortaya çıkmazlar. Okyanusun kimyasını yaratan şey işte bu kısımdır. Organizmaların çoğalma yoğunluğu bu nedenle vadoz birikintilerinin oluşma hızına yansır.

Planktonik film, yeşil organizmalar tarafından üretilen serbest oksijenin ana kaynağıdır. İçinde yoğunlaşan azot bileşikler, bu elementin karasal kimyasında çok büyük rol oynar. Bu film, aynı zamanda okyanus sularında oluşturulan organik bileşiklerin temel kaynağıdır. Kalsiyum burada yılda birkaç kez karbonat şeklinde, silisyum ise opal şeklinde toplanır. Bu bileşikler sonuçta, bentik filmin bir parçası olur. Bu sürecin jeolojik

birikimleri, tortul kayaçların kalın tortularında, kireçli kalkerlerde (nanoplankton algleri, foraminiferler) ve çörtlerde³⁹ (silisli diatomlar, süngerler ve radiolarialar) gözlenebilir.

139

Sarkasik ve belirli bir dereceye kadar littoral konsantrasyonlar, kendi kimyasal ürünleri bakımından planktonik filme benzer. Bunlar ayrıca, serbest oksijenin ve azot, kükürt ve karbon içeren azot ve kalsiyum bileşiklerinin oksitlerinin oluşumunda büyük rol oynar.

Bu konsantrasyon alanlarında, magnezyumun organizmaların katı kısımlarına kalsiyumdan daha az olsa da önemli miktarda nüfuz ettiği ve bu yolla anında vadoz minerallerinin bileşimine girdiği açıktır.

Canlı konsantrasyonları, silisyumun tarihinde planktonlara göre çok daha önemsizdir. Bununla birlikte, bu elementin canlılardaki döngüsel göçü çok yoğunudur.

140

Canlı konsantrasyonlarda ve filmlerde bulunan tüm kimyasal elementlerin tarihi iki farklı süreçle karakterize edilir: 1. kimyasal elementlerin (her element için özgül ve farklı) canlı madde yoluyla taşınması ve 2. vadoz bileşikleri biçiminde canlı maddeden kaçması. Kısa bir yaşam döngüsü boyunca, yani bir yıl boyunca kaçan toplam madde miktarı tespit edilemez. Döngüyü terk eden elementlerin miktarı, tarihsel zamandan ziyade jeolojik zaman cinsinde algılanabilir. Bununla birlikte, bu şekilde yaratılan katı hareketsiz maddenin kütlesi, gezegende herhangi bir anda var olan canlı maddenin ağırlığından çok daha büyüktür.

Bu açıdan, planktonik film, yaşamın litoral konsantrasyonlarından çok farklıdır.⁴⁰ İkincisinin yaşamsal döngüsü, çok

39 Çört: Çakmak taşından daha açık renkli, katman yapan silisli kaya. -çev.

40 Sarkasik konsantrasyonlarda meydana gelen olaylar tam olarak bilinmemektedir.

daha büyük miktarlarda kimyasal element salgılar ve sonuç olarak kabuk yapısında daha büyük izler bırakır.

Bu olgular en yoğun şekilde littoral konsantrasyonların alt tabakalarında, alt filmin yakınında ve toprağa bitişik kısımlarda ortaya çıkar. Sonuncusu *karbon* ve *azot* bileşiklerinin ayrılması ve kabuğun bu kısımlarındaki *sülfürün* kaçmasına neden olan *hidrojen sülfür* gazı buharlaşması ile karakterize olur. Bu biyokimyasal yolla, sülfatlar göllerden ve deniz havzalarının sınırlarında oluşan tuzlu lagünlerden [kıyı göllerinden] kaçır.

141

Littoral konsantrasyonlarda, alt çamurdaki kimyasal reaksiyonlar ile yüzeydeki reaksiyonlar arasında net bir sınır yoktur. Oysa açık denizlerde kilometreler boyunca kimyasal olarak hareketsiz su ile ayrılırlar. Sığ denizlerde ve yakın kıyılarda bu sınırlar kaybolur ve bu canlı aglomerasyonların eylemleri, özellikle biyokimyasal etkinlik açısından yoğun bölgeleri oluşturmak için birleşir.

Bu türden bir etkinliğin yoğunluğu, baskın rolü azami jeokimyasal enerjiye sahip olan organizmaların, yani bakterilerin oynadığı alt filmde daima yüksektir. Buradaki kimyasal koşullar, okyanusun yüzeyinden tedarik edilen serbest oksijeni emen ve çoğunlukla yaşamsal ürünler olan bileşiklerin fazla miktarda bulunması nedeniyle diğer ortamlardakilerden çarpıcı şekilde farklıdır. Dolayısıyla, alt filmdeki deniz çamurunda *indirgeyici bir ortam* vardır. Burası, anaerobik bakterilerin ortamıdır. Oksitleyici reaksiyonlar yalnızca, yoğun oksijen bağlayan biyokimyasal süreçlerin nitratlar ve sülfatlar ürettiği birkaç milimetre kalınlığında bir tabaka olan pelojende gerçekleşebilir.

Bu katman, bentik yaşam konsantrasyonlarının (kimyasal açıdan littoral konsantrasyonlara benzeyen) üst popülasyonunu, biyosferde başka bir yerde rastlanmayan bir tür olan alt çamurun indirgeme ortamındaki popülasyondan ayırır.

Oksitleyici ve indirgeyici ortam arasında kurulan denge sürekli olarak oyuk kazan hayvanların uğraşları ile altüst edilir. Her iki yönde de biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlar meydana gelir ve serbest kimyasal enerji bakımından zengin kararsız cisimlerin üretimini destekler. Şu an için, bu olgunun jeokimyasal önemini kavramak mümkün değildir.

Canlı alt filmlerin temel özelliği, çürüten çöküntülerin, planktonik, sarkasik ve littoral filmlerden kaynaklanan ölü organizmaların sürekli biriktirilmesidir. Öncelikle anaerobik bakteri bakımından doymuş olan bu organik çöküntü, taban filmlerin indirgeyici kimyasal karakterini güçlendirir.

142

Canlı maddelerinin karakteri nedeniyle, yaşamın en alt konsantrasyonları biyosferde kesinlikle önemli bir rol oynamaktadır. Bu, hareketsiz madde oluşumunda önemlidir, çünkü anaerobik koşullar altındaki biyokimyasal süreçlerinin özel ürünleri gazlar değil, katı maddeler veya genellikle katı maddelere dönüşen koloitlerdir.

Ortam koşulları, bu tür katı maddelerin korunması için elverişlidir, çünkü bu bölgede organizmalar ve kalıntıları, ayrışma ve bozulmaların normal biyokimyasal koşullarına tabi değildir ve normalde maddelerinin çoğunun gaz haline dönüşmesine neden olan oksitleyici işlemlerden korunurlar. Oksitlenmezler veya “tüketilmezler” çünkü hem aerobik hem de anaerobik yaşam deniz çamurunda nispeten sığ bir derinlikte söner. Hareketsiz ve askıya alınmış maddenin canlı kalıntıları ve parçacıkları yukarıdan düştükçe, deniz çamurunun alt tabakaları cansız hale gelir. Yaşamın oluşturduğu kimyasal cisimlerin gaz halindeki ürünlere dönüştürülmesi veya yeni canlılara nüfuz etmesi için zaman yoktur. Asla birkaç metreden daha kalın olmayan canlı çamur tabakası yukarıdan sürekli genişlerken, dibindeki yaşam sürekli söner.

Organik kalıntıların gaza dönüşmesi, “kaybolmaya” neden olur ve bu sadece biyokimyasal süreçlerin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Yaşam içermeyen katmanlarda, organik çöküntüler jeolojik zaman boyunca katı ve koloidal vadoz minerallerine dönüştürülerek oldukça farklı bir dönüşüme uğrar.

Bu tür dönüşümlerin ürünleri her yerde bulunur. Birkaç kilometre kalınlığındaki tortul kayaçların yüzey katmanları, yavaş kimyasal dönüşümlerle başkalaşım geçirir ve magma zarfında yüksek sıcaklıklar ile karşılaştıktan sonra, freatik ya da juvenil malzemeden oluşan çok derin devasa tabakaların yapısına katılır. Bunlar daha sonra, bu sıcaklıklara karşılık gelen enerjinin etkisi altında biyosfere tekrar girer (§77, 78); daha önce Güneş ışığından elde edilen ve yaşamın kimyasal biçime dönüştürdüğü serbest enerjiyi, gezegenin bu daha derin bölgelerine taşır.

143

Dipteki canlı filmler ve bitişik littoral konsantrasyonlar, gezegendeki canlı maddenin kimyasal etkinliğine dair özel bir ilgiyi hak ediyor. Bu kimyasal olarak güçlü ve aktif bölgeler yavaş hareket eder, ancak jeolojik zaman boyunca etkileri bakımından aynı ve eşit kalmışlardır. Denizlerin ve kıtaların Dünya yüzeyindeki dağılımı, bu konsantrasyonların zaman ve mekânda nasıl değiştiği hakkında bir fikir vermektedir.

Alt filmde, üst oksitleyici kısım (esasen bentoz) ve alt indirgeyici kısım jeokimyasal olarak önemlidir, özellikle de 400 metrenin altındaki derinliklerde. Bu gibi derinliklerde, bu katmanlar canlı littoral konsantrasyonlarla karışır ve ürünleri, fotosentetik yaşamla ilişkili başka ürünler tarafından jeokimyasal olarak desteklenir. (§55)

Alt filmin oksitleyici ortamı, oksijen, azot ve karbona ek olarak birçok elementin tarihini açıkça etkilemiştir. Bu ortam, karasal kalsiyumun tarihini bütünüyle değiştirir. Kalsiyumun canlı

maddede baskın metal olması çok karakteristiktir. Muhtemelen, ortalama canlı madde bileşimi ağırlığının yüzde birini ve birçok organizmada (çoğunlukla denizdekilerde) %10'unu, hatta %20'sini aşar. Canlı maddenin eylemi, kalsiyumu, birbirlerine çok benzer olmalarına rağmen, biyosferdeki sodyum, magnezyum, potasyum ve demirden ayırır ve yer kabuğunun bütün hareket-siz maddelerinde bulunan ortak moleküllerde onlarla birleşir. Kalsiyum, karmaşık karbonatlar ve fosfatlar ve daha nadiren oksalatlar [oksalik asitin tuzları] şeklinde yaşam süreçleri tarafından ayrıştırılır ve bu nedenle sadece hafif modifikasyonlarla biyokimyasal kaynaklı vadoz minerallerinde kalır.

Okyanus yaşamının littoral ve dip konsantrasyonları, kabuğun silisyum bakımından zengin genç kısımlarında ve derin freatik bölgelerinde bulunmayan kalsiyum aglomerasyonlarının oluşmasında temel mekanizmayı oluşturur.

Her yıl okyanusta en az 6×10^{14} gram kalsiyum, karbonat biçiminde serbest kalır. Canlı madde döngüsünde göç halinde 10^{18} ila 10^{19} gram kalsiyum bulunur. Bu, kabuktaki tüm kalsiyumun kayda değer bir kısmını (yaklaşık 7×10^{24} gram) ve biyosferdeki kalsiyumun çok büyük bir oranını oluşturur. Kalsiyum, yumuşakçalar, krinoidler, denizyıldızı, alg, mercan, hidroidler ve benzeri yüksek yaşam iletim hızına sahip bentoz organizmaları ve ayrıca deniz çamurundaki protistalar, plankton (nanoplankton dâhil) ve son olarak tüm canlı maddeler içerisinde en yüksek kinetik jeokimyasal enerjiye sahip olan bakteriler tarafından konsantre edilir.

Böylece salınan kalsiyum bileşikleri, bazıları milyonlarca metreküp hacme sahip olan sıradağları oluşturur. Güneş enerjisinin canlı organizmaların aktivitesini kontrol ettiği ve yer kabuğunun kimyasını belirlediği tüm süreç, büyüklük açısından su ve CO_2 'nin ayrıştırılması ile elde edilen organik parçacıkların ve serbest oksijenin oluşumu ile karşılaştırılabilir.

Çoğunluğu zaten başka bir biçimde canlı madde üzerinden taşınan, esas olarak karbonat ve aynı zamanda fosfat şeklindeki kalsiyum, nehirler tarafından kara üzerinden okyanusa taşınır (\$156).

144

Bu okyanus yaşam konsantrasyonları, yukarıda belirtilenlere benzer şekilde, silisyum, alüminyum, demir, magnezyum ve fosfor başta olmak üzere Dünya kabuğunun diğer yaygın elementlerinin tarihi üzerinde bir etkiye sahiptir. Elementlerin dağılımına ilişkin birçok detay hâlâ belirsizdir, ancak bu elementlerin jeokimyasal tarihinde canlı filmlerin büyük rol oynadığından şüphe edilemez.

Silisyumun tarihinde alt filmin etkisi, kısmen planktonlardan ve kısmen bentozlardan gelen silisyumlu organizmaların (radiolaria, diatomlar, süngerler) birikintileriyle ortaya çıkar. Tortu-su arayüzünde, milyonlarca kilometreküp hacme sahip olan en büyük serbest silika tortuları oluşur. Serbest silika hareketsizdir ve biyosferde değişime açık değildir. Bununla birlikte, serbest bir susuz asit olarak kimyasal karakterinden dolayı, Dünya'nın metamorfik ve magmatik zarflarında güçlü bir kimyasal unsur ve bir serbest kimyasal enerji taşıyıcısıdır.

Önemini değerlendirmek hâlâ zor olsa da, gerçekleşen başka bir biyokimyasal eylemden şüphe edilemez. Bu, kaolinitik yapının alümino-silikatlarının diatomlar ve hatta bakteriler tarafından bir yandan yukarıda belirtilen serbest silika birikintileri ve diğer yandan alümina hidratlar şeklinde ayrışmasıdır. Bu işlem sadece çamurlu tortularda değil, J. Murray ve R. Irvine'in deneylerinde gösterildiği gibi, deniz suyu içindeki kil benzeri parçacıkların süspansiyonlarında gerçekleşir. Bunlar, adalarda ve kıtalarda hareketsiz maddenin yüzeysel değişimine dair biyokimyasal süreçlerin sonucudur.

145

Yer kabuğunda bilinen en büyük demir ve manganez konsantrasyonları, hiç şüphesiz alt katmandaki biyokimyasal reaksiyonlardan kaynaklanmıştır. Kertch'in genç Tersiyer demir cevherleri ve Lorraine'in Mezozoik cevherleri bunlara örnek olarak verilebilir. Bütün kanıtlar, bu limonitlerin ve demir açısından zengin kloritlerin, yaşam süreçleriyle yakından ilişkili şekilde oluştuğunu göstermektedir. Her ne kadar bu olguya dâhil olan kimyasal reaksiyonlar hâlâ bilinmese de biyokimyasal ve bakteriyel karakterlerinden şüphe duyulmamaktadır. B. Perfilieff, V. Butkevich ve B. Isachenko (1926-1927) gibi Rus bilim insanlarının güncel çalışmaları bunu göstermektedir.

Aynı süreçler, tüm jeolojik tarih boyunca Arkeen döneminden beri tekrarlanmıştır. Bu şekilde, örneğin, en büyük ve en eski demir konsantrasyonları Minnesota'da oluşmuştur.

Transkafkasya'nın Kutaisi bölgesindeki büyük konsantrasyonlar da dâhil olmak üzere çok sayıda manganez minerali benzer bir karakterdedir. Demir ve manganez mineralleri arasında geçişler yaşanır ve şu anda okyanus tabanının önemli bir kısmında benzer sentezler meydana gelmektedir. Bu işlemlerin biyokimyasal ve bakteriyel doğası hakkında ciddi hiçbir şüphe olamaz.

146

Fosfor bileşikleri de deniz dibinde benzer şekilde birikmektedir. Yaşam süreçleriyle bağlantıları şüphesizdir, ancak mekanizmaları bilinmemektedir.

Kambriyen'den beri tüm jeolojik dönemlerde görülen fosfor yatakları, biyojenik kökenlidir. Örneğin günümüzde Güney Afrika kıyılarına yakın küçük bir ölçekte oluşan fosfor birikintilerinin canlı alt konsantrasyonlarıyla ilişkili olduğuna şüphe yoktur. Bu fosforun bir kısmı kesinlikle canlıların farklı bölgelerinde yoğunlaşmış kompleks fosfat biçiminde biriktirilmiştir.

Organizmaların yaşamı için gerekli olan fosfor, bir kural olarak, yaşam döngüsünü terk etmez. Hangi şartlar altında kaçabileceği açık değildir, ancak her şey organik koloidal bileşiklerdeki fosforun ve vücut sıvılarındaki fosfatların katılaştırılarak dönüştürüldüğünü ve iskeletlerin kalsiyum bileşiklerinde fosforla birlikte yaşam döngüsünden göç ettiğini gösterir.

Fosforun bu göçü, koşullar olağan bedensel dönüşümleri engellediğinde ve belirli bakteriler için uygun bir ortam oluşturduğunda, fosfor bakımından zengin iskeletlere sahip organizmaların ölümünde gerçekleşir. Bununla birlikte, bu fosforik kütlelerin biyogenik kökenlerinden, canlı alt filmle olan yakın ve kalıcı bağlantılarından veya jeolojik zaman boyunca paralel olayların düzenli olarak meydana geldiğinden şüphe edilemez. Kuzey Afrika'nın Tersiyer fosforitleri ve Kuzey Amerika'nın güneydoğu eyaletleri de dâhil olmak üzere, büyük fosfor konsantrasyonları bu şekilde birikmiştir.

147

Bu konudaki bilgilerimiz eksik olmakla birlikte, alt filmin magnezyum, baryum, muhtemelen vanadyum, stronsiyum ve uranyum tarihinde önemli olduğu açıktır. Bu konular henüz pek az çalışılmıştır.

Alt filmin alt kısmı oksijen içermez ve iyi incelenmemiştir. Anaerobik bakteriyel yaşamın bu bölgesi, tanıdık ortamlara yabancı canlı organizmalar tarafından farklı, oksijen bakımından zengin bir ortamda üretildikten sonra kendisine ulaşan organik bileşikler içerir. En iyi ihtimalle bu belirsiz bölge hakkında tahminler yürütebiliriz. Burada meydana gelen süreçler, yer kabuğunda yaşamın rolü tartışılırken dikkate alınmalıdır.

Şüpheye yer bırakmayan iki ampirik genelleme yapılabilir: 1. Bu deniz çamuru ve organik atık birikintileri, kükürt, fosfor, demir, bakır, kurşun, gümüş, nikel, vanadyum, (görünüşe göre)

kobalt ve diğer nadir metallerin tarihinde önemlidir; 2. Bu olgunun jeolojik tarihin farklı dönemlerinde önemli bir ölçekte yenilenmesi, deniz havzaları eski çağlarda yavaş yavaş kurduğunda ortaya çıkan özgül fiziki coğrafi ve biyolojik koşullar ile bağlantısını gösterir.

148

Bazı bakteriler sülfatları, polilitiyonitleri ve kompleks organik bileşikleri ayrıştırarak hidrojen sülfid formunda sülfür serbest bırakır. Böylece serbest bırakılan hidrojen sülfid birçok kimyasal reaksiyona girer ve metalik sülfidler üretir. Hidrosülfürik asitin biyokimyasal olarak serbest bırakılması, bentik bölgenin bir özelliğidir ve deniz havzalarında her yerde devam eder. H_2S , bu havzaların üst kısımlarında hızla okside olur, bu da biyokimyasal dönüşümlerin döngüsünü yeniden başlatabilen sülfatları oluşturur.

Bazı metallerin bileşiklerinin biyokimyasal oluşumu çok açık değildir. Ancak her şey, demir, bakır, vanadyum ve belki de diğer metallerin kükürt bileşiklerinin, bu mineraller bakımından zengin organizmaların dönüştürülmesiyle oluştuğunu göstermektedir. Deniz havzalarındaki organik maddeler, muhtemelen, metalleri zayıf çözeltilerden konsantre etme ve tutma özelliğine sahiptir. Bununla birlikte bazen, metallerin kendi başına canlı maddelerle bir bağlantısı olmayabilir.

Her halükârda, herhangi bir yaşam çöküntüsü olmadan, diğer bir deyişle, eğer deniz havzasının doku içi organik kısmı bir canlı maddenin ürünü değilse, metallerin serbest bırakılması gerçekleşmeyecektir.

Bu tür süreçler bugün Karadeniz’de büyük bir ölçekte (demir sülfid oluşumu) ve başka yerlerde daha küçük bir ölçekte sıklıkla gözlemlenmektedir. Güçlü gelişimlerini diğer jeolojik dönemlerde de tesis etmek mümkün olmuştur. Böylece, zengin organik çözeltilerden ve spesifik kimyasal bileşimlerden olu-

şan organizmalardan kaynaklanan bakır, Permiyen ve Triyas dönemlerinde Avrasya'daki biyosferde muazzam miktarlarda serbest bırakılmıştır.

149

Bundan, tüm jeolojik dönemlerde yaşamın hidrosferde dağılımının aynen var olduğu ve yaşamın gezegenin kimyasındaki tezahürünün sabit kaldığı sonucu çıkar. Planktonik film ve alt film ve yaşam konsantrasyonları (her durumda, littoral konsantrasyonlar), yüz milyonlarca yıl boyunca faaliyet gösteren bir biyokimyasal cihazın parçaları olarak işlev görmüştür. Kara ve denizin sürekli yer değiştirmesi, bu kimyasal olarak aktif bölgeleri bir yerden diğerine taşımıştır, ancak jeolojik birikintiler hakkındaki çalışmalar, hidrosfer yapısında veya kimyasal tezahürlerinde herhangi bir değişikliğe işaret etmez.

Bununla birlikte, canlılar bu zaman zarfında morfolojik açıdan tanınmaz hale gelmiştir. Evrim, canlı maddenin miktarı veya ortalama kimyasal bileşimi üzerinde gözle görülür bir etkiye sahip olmadığı için, morfolojik değişiklikler gezegenin kimyasal çerçevesindeki yaşamın tezahürlerini engellemeyen belirli çerçevelerde gerçekleşmiş olmalıdır.

Bu morfolojik evrim şüphesiz olarak, bir birey, hatta bir tür için önemli olması gereken karmaşık kimyasal süreçlerle bağlantılıdır. Yeni kimyasal bileşikler yaratılmış ve eskiler, türlerin soylarının tükenmesiyle, genel jeokimyasal etkiler veya yaşamın gezegensel tezahürleri üzerinde kayda değer tepkiler olmadan yok olmuştur. Yüksek kalsiyum, fosfor ve bazen de magnezyum konsantrasyonu ile metazoa iskeletinin yaratılması kadar büyük öneme sahip bir biyokimyasal olgu bile, bu elementlerin jeokimyasal tarihinde fark edilmeden gerçekleşmiştir. Bu, Paleozoik Çağ'dan önce bu organizmaların muhtemelen iskelete sahip olmadığı gerçeğine rağmen doğrudur. (Genellikle ampirik bir

genelleme olarak kabul edilen bu hipotez, organik dünyanın paleontolojik tarihinin birçok önemli özelliğini açıklar.)

İskeletin ortaya çıkmasının, fosfor, kalsiyum ve magnezyumun jeokimyasal tarihini etkilemediği gerçeği bize, iskeletli metazoa oluşturulmadan önce, bu elementlerin aynı bileşiklerinin, bakteriler de dâhil olmak üzere protista ile aynı ölçekte üretildiğine inanmamız için pek çok neden olduğunu düşündürmektedir. Aynı süreç bugün de devam etmektedir, ancak geçmişte çok daha önemli ve evrensel bir rolü olmalıdır.

Bu iki olgu, mekanizmalarının ve oluşum zamanlarının farklı olmasına rağmen, aynı elementlerin aynı kütlelerde biyojenik göçüne neden olmuşsa, morfolojik değişim önemine rağmen kalsiyum, magnezyum ve fosforun jeokimyasal tarihini etkilememiştir. Her şey, bu ölçekte bir olayın yaşamın jeolojik tarihinde gerçekleştiğini gösteriyor.

Karada Canlı Madde

150

Toprak, hidrosferinkinden tamamen farklı bir resim sunuyor. Bu resimde *toprak ve toprağın fauna ve flora popülasyonundan* oluşan tek bir *canlı film* vardır. Sulu havzalar *canlı konsantasyonlardır* ve ayrı ayrı ele alınmaları gerekir, çünkü bunlar biyokimyasal ve biyolojik olarak oldukça farklı ve jeolojik etkileri bakımından tamamen farklıdır.

Yaşam neredeyse kesintisiz bir filmle toprağı kaplar. Buzullarda ve daimi karlarda, çöllerde ve dağ zirvelerinde izleri bulunur. Aşırı durumlarda, sadece yaşamın geçici bir yokluğundan ya da nadirliğinden söz edebiliriz, çünkü şu veya başka biçimde yaşam her yerde ortaya çıkar. Yaşamın nadir olduğu yerler, toprak yüzeyinin ancak %10'unu oluşturur. Kalan kısım, bütünleşik bir canlı filmidir.

151

Bu film incedir ve ormanlık alanlarda yüzeyin sadece birkaç on metre üzerine uzanır; bozkır ve tarlalarda ise birkaç metreyi aşamaz. En yüksek ağaçlara ev sahipliği yapan ekvator ülkele-
rinin ormanları, ortalama kalınlığı 40 ila 50 metre olan can-
lı filmler oluşturur. En yüksek ağaçlar 100 metreye veya daha
yükseğe uzanır, ancak genel bitki yaşam kütlelerinde kaybolurlar
ve genel etkileri bakımından önemsizdirler. Yaşam, toprağa ve
toprağın altına birkaç metreden fazla nüfuz etmez. Aerobik ya-
şam 1 ile 5 metre arasındadır ve anaerobik yaşam onlarca met-
reye kadar uzanır. Böylece canlı film, kıtaları, yukarıda onlarca
metreden aşağıda birkaç metreye (çim alanları) kadar uzanan
bir katmanla kaplar. İnsan uygarlığı, karadaki filmin yapısında
hidrosferde benzeri olmayan değişikliklere sebep olmuştur. Bu
değişiklikler, jeolojik tarihte yeni bir olgudur ve kimyasal etki-
leri henüz belirlenmemiştir. Başlıca değişikliklerden biri, filmin
en güçlü kısımları olan ormanların insanlık tarihi boyunca sis-
tematik yıkımıdır.

152

Bu filmin bariz özelliği, kompozisyon ve tezahüründe (bizim
de katılımcısı olduğumuz) Güneş döngüsü tarafından üretilen
yıllık değişimlerdir.

Maddenin miktarı bakımından baskın olan organizmalar,
çimler ve ağaçlar da dâhil olmak üzere yeşil bitkilerdir. Hayvan
popülasyonunda böcekler, keneler ve belki de örümcekler bas-
kındır. Okyanus yaşamına çarpıcı bir karşıtlık içerisinde, hete-
rotrofik organizmalar –hayvanlar– ikincil bir rol oynamaktadır.
En güçlü kısımlar, tropik ülkelerin Afrika'daki hylea gibi büyük
ormanları, kuzeydeki tayga, memeliler, kuşlar ve diğer omurga-
lılar gibi yüksek hayvanlar söz konusu olduğunda sıklıkla çöl-
lerdir. Bu büyük yeşil organizma havzalarının hayvan popülas-

yonu, bize önemsiz gözüken eklembacaklılardan oluşmaktadır. Planktonda ancak uzun süren çalışmalardan sonra gözlemlenen çoğalmanın mevsimsel dalgalanmaları kıtasal filmde barizdir. Çoğalma, yaşadığımız enlemlerde hayat kışın yavaşlarken ve ilkbaharda uyanırken değişkenlik gösterir. Bu olgu kutuplardan tropikal kuşağa kadar sayısız yolla gerçekleşir. Mevsimsel dönemler de toprakların ve kendi görünmez yaşamlarının bir özelliğidir. Bu son konu çok az çalışılmış olmasına rağmen, gezegenin tarihindeki rolü, göreceğimiz gibi, genel olarak kabul edilenden çok daha büyüktür.

Kısacası, hidrosferdeki ve kuru karadaki tüm filmler için, Güneş tarafından düzenlenen, jeokimyasal enerjinin yoğunluğunda, canlıların aktivitesinde ve kimyasal elementlerin “burgaçlarında” dalgalanmaların meydana geldiği dönemler vardır. Jeokimyasal süreçler, bunları yöneten sayısal yasalar henüz bilinmemekle birlikte, *yükselen ve düşen dalgalanmalara* maruz kalır.

153

Karadaki canlı filmle bağlantılı jeokimyasal olaylar, okyanus filmlerinden çok farklıdır. Kimyasal elementlerin yaşam döngüsünden toprağa göçü, yılda milyonlarca ton kalsiyum ve magnezyum karbonat (kireçtaşları ve dolomitler), silika (opallar), hidratlanmış demir oksitler (limonitler), hidratlanmış manganez bileşikler (pyrolusite ve psilomelan) ve kompleks kalsiyum fosfatlarına (fosforlar) maruz kalan deniz yataklarına benzeyen vanadoz minerallerinin konsantrasyonlarına neden olmaz (§143 ve devamı). Bütün bu cisimler deniz kökenlidir veya en azından sulu bir kökene sahiptir. Topraktaki canlı maddelerdeki kimyasal elementler, yaşam döngüsünün dışına hidrosferde olduğundan daha seyrek çıkar (§142). Organizmanın ölümünden sonra, yapısındaki maddeler yeni organizmalar tarafından hemen emilir veya gaz halinde atmosfere kaçar. Bu biyojenetik O_2 , CO_2 ,

H_2O , N_2 , NH_3 gazları, canlı maddelerin gaz alışverişinde bir kerededir.

Karada yaşayan canlı maddenin ürettiği devasa jeokimyasal işgücü, on milyonlarca yıl süren varlığına rağmen yer kabuğunu oluşturan katı maddeler üzerinde sadece önemsiz izler bıraksa da, onun sayesinde tam bir dinamik denge kurulur. Karadaki yaşamın kimyasal elementleri, gazlar ve canlılar biçiminde sürekli hareket halindedir.

154

Katı kalıntıların önemsiz bir kısmı (muhtemelen birkaç milyon ton), her yıl toprak üzerindeki yaşam döngüsünün dinamik dengesinden kaçmaktadır. Bu kütle, esas olarak karbon, oksijen, hidrojen, azot ve daha az miktarda fosfor, kükürt, demir, silisyum gibi bileşiklerden oluşan “biyojenik organik maddenin” ince toz haline getirilmiş “izleri” biçiminde kaçır ve bazen milyonlarca yıl boyunca yaşam döngüsünü terk eden bu tozun küçük, hâlâ belirlenememiş bir fraksiyonu biyosfere nüfuz eder.

Bu organik kalıntılar, biyosferin yaşayan ve hareketsiz tüm maddelerine nüfuz eder. Tüm vadoz minerallerinde ve yüzey sularında birikir ve nehirler tarafından denize taşınır. Biyosferdeki kimyasal reaksiyonlar üzerindeki etkileri, doğal sularda çözünen organik maddeninkine benzer şekilde muazzamdır (§93). Yaşamsal organik kalıntılar, biyosferin termodinamik alanında serbest kimyasal enerjiyle yüklenir ve küçük boyutlarından dolayı, kolayca, dağılmış sulu sistemlere ve kolloidal çözeltilere yol açar.

155

Bu kalıntılar toprakta toplanmıştır ve mutlak bir hareketsiz madde olarak kabul edilemez. Topraktaki canlı madde çoğu zaman ağırlıkça yüzde onlara ulaşır. Toprak, canlı maddenin jeokimyasal enerjisinin azami ölçüde yoğunlaştığı bölgedir ve

jeokimyasal sonuçları ve içinde vuku bulan kimyasal ve biyokimyasal süreçlerin gelişimi açısından en önemli biyojeokimyasal laboratuvardır.

Bu bölge, önemi açısından okyanus tabanındaki canlı filmin çamur tabakası (§141) ile karşılaştırılabilir, ancak oksitleyici tabakanın önemi açısından farklıdır. Bu tabaka alt çamurda sadece birkaç milimetre veya santimetre kalınlığındadır, ancak toprakta bir metreyi geçebilir. Oyuk kazan hayvanlar her iki bölgede de homojenlik üretilmesi açısından güçlü faktörlerdir.

Toprak, bol miktarda serbest oksijen ve karbondioksit varlığında, enerjinin yüzey değişimlerinin gerçekleştiği bir bölgedir. Bu gazlar, kısmen toprağın içindeki canlı madde tarafından üretilir.

Dünyanın karasal kimyasının aksine, toprağın kimyasal oluşumları, G. Cuvier'in canlı ifadesine göre, yaşamın özünü oluşturan elementlerin yaşam süreçlerine tamamen nüfuz etmez; doğal cisimlerin gaz hallerine dönüşmez. Bunlar, yaşam döngüsünü geçici olarak terk eder ve diğer heybetli bir gezegenel olguda, doğal suların ve okyanusların tuzlu sularının oluşumunda yeniden ortaya çıkar.

Toprak, nemli olduğu sürece hayatta kalır. Süreçleri sulu çözeltilerde ve koloitlerde gerçekleşir. Topraktaki canlılar ile toprak üzerindeki canlılar arasındaki kimyasal fark burada yatar. Karadaki su mekanizması, birinci kategoride belirleyici rol oynamaktadır.

156

Karadaki su, Güneş enerjisiyle çalışan döngüsel bir süreçte sürekli hareket etmektedir. Kozmik enerji gezegenimizi bu şekilde, hayatın jeokimyasal süreçlerinde olduğu gibi etkiler. Kabuğun tüm mekanizmalarında suyun etkisi kesinlikle belirleyicidir ve bu, biyosferde en belirgin faktördür. Su, ortalama olarak canlı

maddenin ağırlığının üçte ikisinden fazlasını oluşturmakla kalmaz (\$109), varlığı canlı organizmaların çoğalması ve jeokimyasal enerjilerinin tezahürü için olmazsa olmaz bir şarttır.

Yaşam, yalnızca su sayesinde bu gezegenin mekanizmasının parçası haline gelir.

Biyosferde, su hayattan ayrılamaz ve hayat sudan ayrılamaz. Suyun etkisinin nerede bittiğini ve heterojen canlıların etkisinin nerede başladığını belirlemek zordur. Toprak hızlı bir şekilde doygun hale gelir ve sızan yüzey suları, toprağın zengin organik kalıntılarını çözeltilerde veya süspansiyonlarda taşır. Böylece taze suyun bileşimi doğrudan toprağın kimyası tarafından belirlenir ve toprağın biyokimyasının bir tezahürüdür. Bundan toprağın, nihayetinde tüm yüzey sularının toplandığı nehir sularının temel bileşimini belirlediği sonucu çıkar.

Nehirler denize akar ve okyanus suyunun bileşimi, *en azından tuzlu kısmı, temel olarak toprağın kimyasal aktivitesinden ve hâlâ az bilinen biyosönözünden kaynaklanır.*

Toprak ortamının oksitleyici özelliği burada önemlidir ve toprağın canlı maddesinin nihai çözünmüş ürünlerini oluşturur. Sülfatlar ve karbonatlar, sodyum klorür ile birlikte nehir suyunda ağır basar. Nehir suyundaki bu elementlerin karakteri, topraktaki biyokimyalarıyla doğrudan ilgilidir, ancak canlı olmayan zarflarda oluşturdukları katı bileşiklerin karakterinden keskin bir şekilde farklıdır.

157

Canlı maddenin diğer kimyasal tezahürleri de suyun karada dolaşımıyla ilgilidir. Sulu havzalardaki yaşam, toprak bölgelelerinden oldukça farklıdır. Sulu havzalardaki olaylar, canlı filmlere ve hidrosferin konsantrasyonlarına benzer şekilde çok yönlüdür. Planktonik ve bentik filmler ve littoral konsantrasyonlar daha küçük ölçekte fark edilebilir. Ortamları hem oksit-

leyen hem de indirgeyen süreçleri buluruz. Son olarak, kimyasal elementlerin yaşam alanından göçü ve daha sonra kabuğun tortul kayalarına nüfuz eden katı maddelerin oluşumu da önemli bir rol oynar. Burada, biyosferde katı cisimlerin serbest bırakılması sürecinin, indirgeyici bir ortam olgusuyla, oksijenin hızlı bir şekilde kaybolmasıyla ve hem aerobik hem de anaerobik protistaların kaybolmasıyla bağlantılı olduğu görülmektedir.

Bu benzerliklere rağmen, yaşamın kara üzerindeki jeokimyasal etkileri temel olarak hidrosferdekinden farklıdır.

158

Bu fark, biri kimyasal diğeri fiziksel olmak üzere iki olgudan; sulu havzalardaki suyun çoğunun taze olmasından ve bu havzaların çoğunun sığ olmasından kaynaklanmaktadır. Nehirlerden ziyade ilkbahar havuzları, göller ve bataklıklar, kıtasal su kütlelerinin çoğunu tutar ve çoğu durumda, canlı tatlı su konsantrasyonu gibi yalnızca tek bir yaşam konsantrasyonunu içerecek kadar derindir. Baykal Gölü örneğinde olduğu gibi, sadece tatlı su denizlerinde hidrosferinkine benzer ayrı canlı filmler gözlemliyoruz ve bu iç denizler nadir durumlardır.

Göllerin biyokimyasal rolü okyanus sularında olduğundan farklıdır, çünkü tatlı suda oluşan kimyasal bileşikler farklıdır. Temel ürün karbon bileşiklerinden oluşur. Silika, kalsiyum karbonat ve hidratlanmış demir oksitler, karadaki sulu havzaların taban filmlerinde karbon içeren gövdelerin birikmesine kıyasla küçük bir rol oynar. Burada ve sadece burada, kömürün ve bitümen kayda değer miktarlarda oluştuğu görülmektedir. Bu katı, kararlı, oksijeni zayıf olan karbon, hidrojen ve azot gövdeleri, biyosferden çıktıktan sonra karbonun diğer organik bileşiklerine geçen, stabil, vadoz mineral formlarıdır. Karbon, metamorfik bölgelerde son dönüşümleri sırasında grafit olarak serbest bırakılmıştır.

Deniz suyunda kayda değer miktarda kararlı karbon-azot maddesi yoktur; bunlar asla okyanusun kimyasında oluşmaz. Bunun, ortamın kimyasal karakterinin veya ilgili canlı maddenin yapısının bir etkisi olup olmadığını söyleyemeyiz. Süreç jeolojik zamanlar boyunca meydana gelmesine rağmen, niçin bu bileşiklerin tatlı su kütlelerinde oluştuğu açık değildir. Her iki durumda da, söz konusu olgu kesinlikle yaşam süreçleriyle bağlantılıdır.

Bu organik madde kütleleri, R. Mayer'in pitoresk ifadesine göre, güçlü potansiyel enerji kaynakları, "fosilleşmiş Güneş ışınları" sağlamaktadır. Bunlar, insanlık tarihinde önemli ve doğanın tutumluluğunda çok daha önemli bir rol oynamıştır. Ölçekleriyle ilgili fikir, bilinen kömür rezervlerinin büyüklüğünden elde edilebilir.

Sıvı hidrokarbonların başlıca kaynaklarının (yani petrolle rin) tatlı su konsantrasyonlarında bulunduğu neredeyse kesin görünüyor.

Birçok kömür yatağı gibi, bu havzaların bir zamanlar denize yakın olması muhtemeldir. Petrolün oluşumu yüzeysel bir süreç değildir; biyosferin alt sınırlarına yakın serbest oksijenin yokluğunda, organizma kalıntılarının görünüşte biyokimyasal olarak ayrışmasından kaynaklanmaktadır. İşlem freatik bölgelerde sona ermektedir. Petrolün büyük bir kısmının canlı maddeden türemiş olması, iyi yapılmış çok sayıda gözlemle doğrulanmıştır.

Hidrosferdeki İnce Canlı Katmanları ve Konsantrasyonları ile Karadakiler Arasındaki İlişki

159

Buradan çıkan sonuç, yaşamın, bütün kısımların hem kendi aralarında hem de biyosferin hareketsiz ortamıyla birbirine bağlı olduğu bölünmez ve çözünmez bir bütün oluşturduğudur.

Gelecekte bu resim kesin ve nicel bir temele dayanacaktır. Şu an için, yalnızca belirli genel hatları izleyebiliyoruz, ancak bu yaklaşımın temelleri sağlam görünüyor.

Asıl gerçek, biyosferin Arkeen'in en eski belirtilerinden itibaren *tüm jeolojik dönemler boyunca var olmuş olmasıdır*.

Temel özellikleri açısından, biyosfer her zaman aynı şekilde oluşmuştur. Canlı maddelerle yaratılan ve aktif tutulan, Güneş'in ışıma enerjisinin kesintisiz akımı tarafından yönlendirilen tek ve aynı kimyasal işleyiş, jeolojik zamanlar boyunca biyosferde sürekli çalışmaktadır. Bu cihaz, biyosferin karasal zarflarında aynı yerleri kaplayan ve sürekli dönüşüme uğrayan belirli canlı konsantrasyonlardan oluşur. Bu canlı filmler ve konsantrasyonlar, karasal zarfların ikincil alt bölümlerini oluşturur. Genel olarak eşmerkezli bir karaktere sahip olsalar da, asla gezegenin tamamını kesintisiz bir tabakayla kaplamazlar. Gezegenin aktif kimyasal bölgeleridir ve karasal kimyasal elementlerin çeşitli, kararlı, dinamik denge sistemlerini içerirler.

Bunlar, Güneş'in ışıma enerjisinin serbest karasal kimyasal enerjiye dönüştürüldüğü bölgelerdir. Bu bölgeler, bir yandan Güneş'ten aldıkları enerjiye, diğer taraftan bu enerjinin akümülatörü ve transformatörü olan canlılara dayanırlar. Dönüşüm, farklı bileşikler için farklı derecelerde gerçekleşir; bileşiklerin özellikleri ve dağılımı önemli bir rol oynar.

160

Tüm canlı konsantrasyonları birbiriyle yakından ilişkilidir ve bağımsız olarak var olamazlar. Canlı filmler ve konsantrasyonlar arasındaki bağ ve bunların zaman içinde değişmeyen karakterleri arasındaki ilişki yer kabuğu mekanizmasının ebedi bir özelliğidir.

Kıtasal bölgelerden bağımsız hiçbir jeolojik dönem bulunmadığı gibi, yalnızca karanın olduğu bir dönemden de söz

edilemez. Yalnızca soyut bilimsel düş gücü, gezegenimizi, okyanus tarafından yıkanan küremsi bir biçimde, E. Suess'in "Panthalassa"⁴¹ dediği biçimde veya uzun zaman önce I. Kant ve daha yakın zamanda P. Lowell tarafından tahmin edildiği gibi, cansız ve kurak bir peneplen [aşınmış düzlük] şeklinde kurgulayabilir.

Kara ve okyanus en uzak jeolojik zamanlardan beri bir arada var olmuştur. Bu birliktelik temel olarak biyosferin jeokimyasal tarihi ile bağlantılıdır ve mekanizmasının temel bir özelliğidir. Bu açıdan karasal yaşamın denizdeki kaynakları hakkındaki tartışmalar boşuna ve fantastik görünüyor. Karasal yaşam, jeolojik zamanlar dâhilinde, deniz yaşamı kadar eski olmalıdır; formları gelişir ve değişir, ancak değişim her zaman okyanusun yüzeyinde değil, dünyanın yüzeyinde gerçekleşir. Aksi takdirde, biyosferin mekanizmasında ani ve devrimci bir değişimin gerçekleşmesi gerekirdi ve jeokimyasal süreçlerin incelenmesi bunu ortaya çıkarırdı. Ancak, Arkeen zamanlarından günümüze kadar gezegenin ve biyosferin mekanizması temel özellikleri açısından değişmeden kalmıştır.

Paleobotanik [bitki tarihi bilim dalı] alanındaki son keşifler, mevcut görüşleri yukarıda belirtilen şekillerde değiştiriyor gibi görünmektedir. Bazal Paleozoik Çağ'a ait en eski bitkiler beklenmedik bir karmaşıklığa sahiptir ve bu da karasal evrimin ortaya çıkma tarihini gösterir.

Yaşam, tüm jeolojik zamanlar boyunca temel özellikleri açısından değişmez kalır ve yalnızca biçim değiştirir. Tüm canlı filmler (plankton, dip ve toprak) ve tüm canlı konsantrasyonlar (littoral, sarkasik ve tatlı su) her zaman var olmuştur. Karşılıklı ilişkileri ve bunlarla bağlantılı madde miktarları zaman zaman değişmiştir; fakat bu değişiklikler büyük ölçekli olamazdı, çün-

41 Panthalassa: Tek bir okyanus içinde bütün kıtalar birbirine bitişik biçimde. -çev.

kü Güneş'ten gelen enerji girişi jeolojik zaman boyunca sabit ya da neredeyse sabit kalmıştır ve bu enerjinin canlı filmler ve konsantrasyonlardaki dağılımı yalnızca canlı maddeler, yani biyosferin termodinamik alanının temel ve tek değişken kısmı tarafından belirlenmiştir.

Ancak canlı madde tesadüfi bir yaratım değildir. Güneş enerjisi, tüm karasal konsantrasyonlarda olduğu gibi canlı maddede de yansımaktadır.

Bu analizi daha fazla zorlayabilir ve canlı filmlerin ve konsantrasyonların karmaşık mekanizmasını ve bunları birbirine bağlayan ortak kimyasal ilişkileri daha derinlemesine inceleyebiliriz. Homojen canlı madde sorunlarına ve biyosferde yaşayan doğanın yapısına daha sonra geri dönmeyi umuyoruz.

Ek I

VLADİMİR İVANOVIÇ VERNADSKİ (1863-1945)

BİYOĞRAFİK BİR KRONOLOJİ

(Jacques Grinevald tarafından derlenmiştir)

1863

12 Mart (28 Şubat, eski takvim). Çarlık Rusya'sında, St. Petersburg'da doğdu.

1868

Aile, Ukrayna'nın Kharkov kentine taşındı.

1873

Lise. Ansiklopedilerle kendi kendini eğitmiş olan doğa aşığı dayısı E. M. Korolenko'dan (1810-80) çok etkilenmiştir.

1875

Eduard Suess'in *Die Entstehung der Alpen* adlı eseri yayınlandı. ("Biyosfer" kelimesinin ilk kullanımı).

1876

St. Petersburg'a dönüş. İktisat profesörü (Kiev, Moskova) ve liberal harekette politik olarak aktif olan babası Ivan Vasilyeviç Vernadski (1821-1884) bir kitapçı ve matbaa yönetir. Vladimir birçok dilde okuyabilen harika bir okur olacaktır.

1881

Petersburg Üniversitesi, Fizik ve Matematik Fakültesi (Doğa Bilimleri Bölümü). Büyük kimyager Dmitri Mendeleyev'in (1834-1907) ve pedoloji, yani toprak biliminin kurucusu Vasili V. Dokuçayev'in (1846-1903) öğrencisi. Humboldcu bilime yakın olan Dokuçayev, S.N. Winogradsky

[Vinogradsky] (1856-1946), V. Agafonoff (1863-1955), G.F. Morozov (1867-1920), K.D. Glinka (1867-1927), BB Polynov (1867-1952) ve L.S. Berg (1876-1950) ve özellikle V. Vernadski (kendisi de büyük bir bilim okulu kurdu) dâhil olmak üzere, geniş bir natüralist okulun fikir babası olmuştur.

1883

Mineraloji Derneği (St. Petersburg) üyesi seçildi. Eduard Suess, *Das Antlitz der Erde* adlı çalışmasını yayınladı.

1886

Natalya E. Staritskaya (1860-1943) ile evlendi. Bir yıl sonra, oğulları George Vernadski doğdu (1921'de göç etti; 1927'de Yale'de profesör oldu, 1973'te ABD'de öldü).

1888

Vernadski, Batı Avrupa'da iki yıl sürecek ileri seviye araştırmaları için burs kazandı. Münih'te Paul Groth (1843-1927) ile birlikte kristalografi ve mineraloji çalıştı. Haeckel'in yüksek lisans öğrencisi ve daha sonra tartışmalı bir vitalist organizizm filozofu olarak ün kazanacak Hans Driesch (1867-1941) ile arkadaşlık etti. Karl von Zittel (1839-1904) ile Alplerde jeolojik gezi. Londra'daki IV. Uluslararası Jeoloji Kongresi'ne katıldı. İngiliz Bilim İlerleme Derneği'nin temsilci üyesi seçildi. Galler'deki bir gezide kendisini Moskova Üniversitesi'nde ders vermeye davet eden Alexi P. Pavlov (1845-1929) ile tanıştı.

1889

Paris'te ilk konaklama. Ferdinand Fouque (1828-1904) laboratuvarında ve Agafonoff ve daha sonra (1914'ten itibaren) Academie des Sciences sekreterliğini yürütecek olan Alfred Lacroix (1863-1948) ile Collège de France'ta mineraloji çalıştı. Ecole des Mines'te Henry Le Chatelier (1850-1936) ile termodinamik ve fiziksel kimya çalıştı. Sorbonne'da Pierre Curie (1859- 1906) ile kristalografi çalışırken, simetri ve dismetri problemini keşfetti. Paris Uluslararası Fuar'da Dokuchaev'in temsilciliğini yaptı. Société Française de Minéralogie'ye üye seçildi.

1890

Moskova Üniversitesi'nde yüksek lisans tezine başladı. Paris'e döndü.

1891

Yüksek lisans tezi: "Silimanit grubu ve alüminanın silikatlardaki rolü üzerine." Moskova Üniversitesi'nde 20 yıl sürecek olan mineraloji ve kristalografi profesörlüğüne başladı.

1896

Araştırma görevi için Avrupa'ya gönderildi (Almanya, İsviçre, Fransa). Henri Becquerel radyoaktiviteyi keşfetti.

1897

Doktora tezi, Moskova Üniversitesi.

1898

Doçentlik. Kızları Nina'nın doğumu (sonradan ABD'ye göç etti).

1902

Profesörlük. Birleşik bir doğa görüşüne duyulan ihtiyacı vurgulayan "bilimsel dünya görüşünün" geliştirilmesi üzerine dersler verdi.

1903

Kristalografinin Temelleri. Daha sonra önde gelen bir Sovyet jeokimyager olan favori öğrencisi Aleksandr E. Fersman (1883-1945) ile çalışmaya başladı. Fizik Nobel Ödülü, radyoaktivitenin keşfi için Henri Becquerel (1852-1908) ve Curie'ler tarafından paylaşılmıştır.

1905

Rusya'da ilk demokratik devrim. Liberal Anayasal Demokrat Parti'nin (KD) kurucu üyesi. Merkez Komite üyesi (1908'den 1918'e kadar).

1908

Bilimler Akademisi'nin olağanüstü üyesi seçildi. Çok ciltli *Betimleyici Mineraloji*'nin ilk bölümünü yayınladı. Dublin'deki bir İngiliz Birliği toplantısında radyoaktivitenin jeolojik etkileri üzerine John Joly'den (1857-1933) etkilendi. *Die Energie*, Wilhem Ostwald (1853-1932) tarafından Leipzig'de yayınlandı. Mach'ın A. Bogdanov da dâhil olmak

üzere Rus öğrencileri tarafından benimsenen Ostwald'ın enerji bilimi, Lenin'in gelecekteki Stalinist epistemolojinin [bilgi kuramının] habercisi olan *Materyalizm ve Ampir yokkritisizm* isimli çalışmasında ağır eleştiriyeye tabi tutuldu.

1909

Frank W. Clarke'ın (1847-1934) "Jeokimya'nın Verileri"ni okudu. Jeokimyaya dönmeye karar verdi.

1910

Paris'te Marie Curie Sklodowska'yı (1867-1934) ziyaret etti ve "yer kabuğunun uluslararası radyografisi"ni düzenlemeyi teklif etti.

1911

Vernadski de dâhil olmak üzere, Moskova Üniversitesi profesörlerinden oluşan bir grup, Çarlık Eğitim Bakanının baskıcı politikasını protesto etmek için istifa etti. St. Petersburg'a geri döndü. Viyana İmparatorluk Bilimler Akademisi Başkanı, büyük jeolog Eduard Suess'i (1831-1914) ziyaret etti.

1912

Petersburg Bilimler Akademisi'nin asil üyesi oldu.

1913

Kanada'da 13. Uluslararası Jeoloji Kongresi. ABD'de de seyahat etti. Washington'daki Carnegie Enstitüsü'nün Jeofizik Laboratuvarı da dâhil olmak üzere çeşitli laboratuvarları ziyaret etti.

1914

I. Dünya Savaşı. Rusya, Almanya tarafından saldırıya uğradı. Vernadski yayınlanmış bir eserinde "biyosfer" terimini ilk kez kullandı.

1915

Doğal Üretici Kuvvetler Çalışma Komisyonunun (KEPS) Kurucusu ve Başkanı (1930 yılına kadar). "Savaşa daha etkin katılım için bilimsel, teknik ve sosyal güçlerin" örgütlenmesini yönetti. *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*, Alfred Wegener tarafından yayınlandı.

1916

Tarım Bakanlığı Bilim Kurulu Başkanı. Einstein, genel görelilik teorisini sundu.

1917

Şubat Devrimi. Çarlık rejiminin çöküşü. Kerenski'nin Geçici Hükümetinde Eğitim Bakan Yardımcısı olarak yer aldı. Yaz aylarında tüberküloza yakalandı, ailesinin Ukrayna'daki evine taşındı. *Canlı Madde* üzerine uzun bir taslak metin yazmaya başladı (1978 yılına kadar yayınlanmadı). Ekim Devrimi. Rus iç savaşı başladı.

1918

"Ahlaki olarak iç savaşa katılamayacağımı hissediyorum," diyerek partiden istifa etti. Ivan I. Schmalhausen (1884-1963) ve gelecek vaat eden bilim insanlarıyla birlikte Ukrayna Bilimler Akademisi'nin kurucu üyesi ve ilk başkanı olarak görev aldı. Kiev'in dışında, Staroselye yakınlarında, Dinyeper'deki Biyolojik Araştırma İstasyonu'nda gizlilik içinde yaşadı ve çalıştı. Daha sonra ünlü bir evrimsel biyolog olacak ve Aralık 1927'de Amerika Birleşik Devletleri'ne göç edecek olan Theodosius Dobzhansky (1900-75) birlikte çalıştığı araştırma görevlilerinden biridir (1918-19).

1920

Vernadski Kırım'a taşınır. Bolşevik olmayan diğer pek çok bilim insanı gibi Vernadski de Simferopol'de General Wrangel'in ordusunun himayesindeki Taranide Üniversitesi'ne profesör olarak sığındı. Rektör seçildi. Bu pozisyon parlak ama kısa ömürlü oldu. Hoover'ın Amerikan Yardım İdaresi'nden (ARA) yardım aldı.

1921

Beyaz Ordu, Kızıl Ordu'ya direnemedi. General Wrangel, Vernadski'leri de kapsayan bir tahliye emri çıkardı. Ancak sadece Vernadski'nin oğlu George tahliyeyi kabul etti ve ilk olarak Prag'a göç etti. Vernadski, karısı ve kızı Çeka tarafından tutuklandı ve Moskova'ya getirildi. Bizzat Lenin'in sayesinde kısa sürede serbest bırakıldılar. Bilim Akademisi Bilgi Tarihi Komisyonu kurucusu ve başkanı oldu.

1922

Petrograd. Radyum Enstitüsü Vernadski yönetiminde (1939 yılına kadar) kuruldu. Başkan yardımcısı olarak Fersman ve sekreter olarak (1939'da yönetici oldu) Vitali G. Khlopin (1890-1950) yer aldı. Sorbonne Rektörü Paul Appell'in daveti (1855-1930) ve kendi akademisinin bir yıllık resmî bursu ile Vernadski ve eşi Prag üzerinden Fransa'ya taşındı. Paris Üniversitesi'nde anlaşımlı profesör olarak jeokimya dersleri vermeye davet edildi (Kış/1922-23). Muséum d'histoire naturelle'de (A. Lacroix) ve Radyum Enstitüsü'nde Marie Curie ile çalıştı. Mayıs ayında Vernadski, Milletler Cemiyeti'nin uluslararası entelektüel işbirliği komisyonu başkanı olan Henri Bergson (1859-1941) tarafından kabul edildi. 30 Aralık 1922'de SSCB kuruldu (Aralık 1991'de çöktü).

1923

İngiliz Birliği'nin Liverpool'daki toplantısında, Paul Langevin (1872-1946) ve Niels Bohr'dan (1885-1962) etkilendi. Liverpool'da "biyojeokimyasal laboratuvarın kurulmasına dair rica"sı yayınlandı. Fransa'daki akademik pozisyonu bir yıl daha uzatıldı.

1924

La Géochimie, Felix Alcan: Paris. Biyojeokimyasal enerjiyi ölçmek için Rosenthal Vakf'ından finansal destek aldı. Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) ve Edouard Le Roy (1870-1954) ile birçok tartışmaya girdi. Bu üçlü, "noosfer"⁴² kavramını icat etti. Alexander I. Oparin (1894-1980) *The Origin of Life*'ı yayınladı. Akademisi, Rusya'ya geri dönmesini istedi. Lenin'in ölümü.

1925

"L'autotrophie de l'humanité", *Revue generale des Sciences* (15-30 Eylül); "Sur la portee biologiques de quelques manifestations geochimiques de la vie", *Revue generale des Sciences* (30 Mayıs) yayınlanır. Sovyet Bilimler Akademisi'nin 200. yıldönümü kutlaması. Vernadski'nin ismi muhtemelen siyasi bir uyarı olarak dâhil edilmedi. Biyojeokimyasal laboratuvar projesi için Batı'da sürekli bir finansal desteğin olmaması, arkadaşları-

42 Noosfer: Biyosferin insan düşüncesi, kültürü ve etkinliğinden etkilendiği düşünülen bölümü. -çev.

na karşı ahlaki zorunluluk, derin vatanseverlik duygusu, Sovyet bilim politikası konusunda iyimserlik ve sevgili akademisine sadakat, onu Sovyetler'in yönetimindeki ülkesi SSCB'ye geri dönmeye zorladı. Aralık ayında Paris'ten ayrıldı. Çoğu Fransızca yazılmış olan *Biosfera* kitabını bitirmek için başta Prag'da kaldı. Stalin iktidarını sağlamlaştırdı.

1926

George (Prag'daki Charles Üniversitesi'nde hocalık yapıyordu) ve Nina'yı (tıp doktoruydu) yurt dışında bırakarak eşiyle birlikte Mart ayında Leningrad'a geri döndü. *Biosfera*'nın 2000 kopyalık ilk baskısı yapıldı. Bilimler Akademisi'nde Canlı Madde Bölümü'nü düzenledi. 1930'da yeniden yapılandırılana kadar KEPS'ye ve Radyum Enstitüsü'ne başkanlık etti. Çek ve Sırp Bilimler Akademileri, Société géologique de France, Alman Kimya Derneği, Alman ve Amerikan Mineralojik Toplulukları'na seçilir. Ünlü Güney Afrika Generali Jan Christiaan Smuts (1870-1950) tarafından *Holism and Evolution* yayınlanır.

1927

Bilgi Tarihinin Çağdaş Önemi Üzerine Düşünceler. Batı Avrupa'da üç aylık tur. Berlin'de Sovyet Bilim Haftası. Glinka ve ardından Polinov'un yönettiği Dokuçayev Toprak Enstitüsü'nün kurulmasına yardım eder. Oğlu George, Yale Üniversitesi'nde Rus tarihi profesörü olarak atanır.

1928

"Le bactériophage et la vitesse de transmission de la vie dans la biosphère", *Revue générale des Sciences* (15 Mart). Paris'te Académie des Sciences (Mineraloji Bölümü) üyesi seçildi. Yönettiği Canlı Madde bölümü (KEPS içinde), Biyojeokimya Laboratuvarı (BIOGEL) olarak yeniden düzenlendi. (İsmi, II. Dünya Savaşı'ndan sonra Moskova Vernadski Jeokimya ve Analitik Kimya Enstitüsü olarak değiştirildi ve ilk müdürü Aleksandr P. Vinogradov (1895-1975) oldu.)

1929

La Biosphère, Paris, Félix Alcan. Bilimler Akademisi'nde ciddi bir ideolojik dönüşüm başladı. Vernadski'nin, Bilimler Akademisi'nin doğrudan Komünist Parti yönetimine geçmesine karşı itirazı başarısız oldu.

1930

Geochemie in Ausgewählten Kapiteln, Leipzig Akademische Verlagsgesellschaft'taki Dr. E. Kordes tarafından Rusçadan tercüme edildi. (Kordes basımında birçok kez alıntı yapılan "*Die Biosphäre*", Leipzig, 1930, görünüşe göre hiç yayınlanmadı.) "L'étude de la vie et la nouvelle physique", *Revue générale des Sciences* (31 Aralık). Bilim Tarihi Komisyonu, Bilim ve Teknoloji Tarihi Enstitüsü'ne dönüştürüldü, Vernadski'nin yerine müdür olarak Nikolay Buharin (1888-1938) atandı.

1931

Londra'daki İkinci Uluslararası Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi'ne N. Buharin'in önderlik ettiği resmi Sovyet heyetinin (A. Ioffe, N. Vavilov, B. Hessen) yaptığı Marksist katkılar damgasını vurdu.

1932

"Sur le conditions de l'apparition de la vie sur la terre", *Revue générale des Sciences*. Modern jeokimyanın kurucusu olarak kabul edilen Norveçli meslektaşı Victor Moritz Goldschmidt'i (1888-1947) Almanya'nın Göttingen kentinde ziyaret etti. Paris'e gitti. Radyum Enstitüsü, 1930'ların sonlarında, daha sonra (1942'de Vernadski olmadan gizlilik içinde başlatılan) Sovyet atom bombası programının baş bilim insanı olan Igor Kurtchatov (1903-60) ile bir siklotron üretmeye karar verdi. Çalışmalar 1930'ların sonlarında başladı.

1933

Paris Üniversitesi'ne davet edildi. Marie Curie'nin Radyum Enstitüsü'nde radyoloji üzerine iki konferans (19 ve 22 Aralık) verdi. Vernadski'nin *Jeokimya'sının* Japonca çevirisi yayınlandı.

1934

Doğal Suların Tarihi (Rusça). Arkadaşı ve meslektaşı Boris L. Lickov (1888-1966) tutuklandı ve sınır dışı edildi. "Le probleme du temps dans la science contemporaine", *Revue générale des Sciences*. Aynı zamanda kitapçık halinde de yayınlanmıştır. Bilimler Akademisi tarafından oluşturulan Ağır Su Komisyonunun (1939'da İzotoplar Komisyonuna dönüştürülmüş) başkanı seçilmiştir.

1935

Vernadski, SSCB Bilimler Akademisi'nin transferinden dolayı Moskova'ya taşındı. Vernadski'nin arkadaşı ve akademinin "burjuva" başkanı (1917'de seçildi) Karpinski'nin ölümü. Fransa ve yurt dışına son seyahat. Paris, *Les Problèmes de Radiogéologie. Biyojeokimyanın Sorunları*. Teknik olmayan eserlerinin yayınlanması ile ilgili zorluklar arttı.

1937

Biyosferin Sınırlarında, Moskova, Bilimler Akademisi, "Jeolojik Seri". Uluslararası Jeoloji Kongresi, Moskova. Jeolojik zamanın radyoaktif yöntemlerle ölçülmesi için uluslararası bir komisyon kurulmasını önerdi. Moskova'daki göstermelik duruşmalar başladı.

1938

Natüralist Olarak Goethe (1946 yılına kadar yayınlanmadı). *Gezegensel Bir Olgu Olarak Bilimsel Düşünce* (1977'ye kadar yayınlanmadı). Bilim ve Teknoloji Tarihi Enstitüsü, Buharin'in idamından sonra kapandı.

1939

II. Dünya Savaşı. Uzun süredir arkadaşı olan D. Shakhovskoi tutuklandı (sonraki yıl hapishanede öldü).

1940

Biyojeokimyasal Denemeler 1922-1932, SSCB Bilimler Akademisi (Rusça). Hiçbir zaman bitiremediği asıl çalışması olan ve 1965 yılına kadar yayınlanmayan (sadece Rusça) *Dünya'nın Biyosferinin ve Çevresinin Kimyasal Yapısı*'ni yazmaya başladı. Oğlu George'dan (5 Mayıs'ta ABD'nin nükleer araştırmaları üzerine *New York Times*'ta bir makale) aldığı haberin ardından Vernadski 1 Temmuz'da, ulusal ihtiyaç için, "dünyadaki askerî duruma rağmen", atom enerjisine yönelik acil bir program için Bilimler Akademisi Başkan Yardımcısı ve Stalin'e yakın jeofizikçi Otto Yu. Schmidt'e (1891-1956) bir mektup yazdı. Vernadski, yakın ortakları Khlopin ve Fersman ile birlikte, atom içindeki enerjinin teknik kullanımının askerî etkilerinden habersiz değildi ama asıl endişeleri insanlığın uzun vadeli enerji ihtiyacı ile ilgiliydi. Vernadski,

Sovyet Akademisi'ne, Temmuz ayında fizikçi Abram F. Ioffe (1880-1960) başkanlığında ve Khlopin başkan yardımcılığında kurulacak olan “uranyum sorunu” üzerine bir Komisyon için çağrıda bulundu.

1941

Nazi Almanyası'nın SSCB'yi işgali. Diğer yaşlı akademisyenlerle birlikte Kazakistan Borovoe iklim istasyonuna gönderilir. Kiev'den arkadaşşı Schmalhausen 1946'da yayınlanan *Evrimin Faktörleri*'ni yazarken, Vernadski *Dünya'nın Biyosferinin ve Çevresinin Kimyasal Yapısı*'ni yazmaya devam eder.

1943

Moskova'ya döner. 80. doğum gününde Vernadski resmen SSCB Devlet Ödülü'ne layık görüldü. 1944'te Rusya'da (Ocak 1945'te ABD'de) basılan “Noosfer Üzerine Birkaç Söz”ü yazdı. Karısının ölümünden sonra (Şubat) Vernadski Moskova'ya geri döndü. Savaştan sonra Sovyet bilim insanlarının Amerikalı bilim insanlarıyla daha yakın temas kurmaları gerektiği görüşünü dile getirdi.

1944

George Vernadski tarafından çevrilen, E. Hutchinson tarafından düzenlenen ve kısaltılan “Biyojeokimyanın Sorunları 2”, *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*'de yayınlandı. “Hayat Nedir?” Erwin Schrödinger tarafından yayınlandı.

1945

(6 Ocak) Beyin kanaması sonrası hayatını kaybetti. Novodeviçye Mezarlığı'na gömüldü.

EK II

VERNADSKI'NİN İNGİLİZCE YAYINLARI

Derleyen: A. V. Lapo

"A plea for the establishment of a bio-geochemical laboratory", *The Marine Biological Station at Port Erin (Isle of Man) Annual Report, Transactions of the Liverpool Biological Society*, 1923, v. 37, pp. 38-43.

"Isotopes and living matter", *Chemical News*, 1931, v. 142 (3692), pp. 35-36.

"Biogeochemical role of the aluminum and silicon in soils", *Comptes Rendus (Doklady) de l'Accademie des Sciences de l'USSR*, 1938, V. 21 (3), pp. 126-128.

"On some fundamental problems of biogeochemistry", *Travaux du Laboratoire Biogeochemique de l'Academie des Sciences de l'USSR*, 1939, V. 5, pp. 5-17.

"Problems of Biogeochemistry, 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*, 1944, v. 35, pp. 483-517.

"The biosphere and the noosphere", *American Scientist*, 1945, v. 33 (1), pp. 1-12; republished: *Main Currents In Modern Thought*, 1946, April, pp. 49-53.

The Biosphere. (Abridged edition) Synergistic Press, Inc., 1986, 82 pgs.

The Biosphere. (Complete annotated edition) Nevaumont/Copernicus/Springer-Verlag, 1997, 192 pgs.

KAYNAKÇA

- Allen, E. R. 1919. "Some conditions affecting the growth and activities of *Azotobacter chroococcum*." J. Marine Biolog. Assoc., Plymouth, N. S. V.12. p. 7.
- Arrhenius, S. 1896. "On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground." Philosophical Magazine, 5th series v. 41, pp. 237- 276.
- . 1915. *Quantitative Laws in Biological Chemistry*. London: G. Bell and Sons.
- Baer, K. E. von. 1828. *Entwicklungsgeschichte der Thiere: Beobachtung und Reflexion*. Königsberg: Bornträger.
- . 1864-1876. *Reden gehalten in wissenschaftlichen Versammlungen und kleinere Aufsätze vermischten Inhalts*, zwei Bände. St. Petersburg: H. Schmitzdorff.
- . 1876. *Studien aus der Geschichte der Naturwissenschaften*. St. Petersburg: H. Schmitzdorff.
- Bargagli Petrucci.G. 1914- "Studi sulla flora microscopia della regione boracifera toscana. V. L'ossidazione biologica dell'idrogeno solforato." Nuovo Giorn. Bot. Ital. Firenze v. 21, n. S, pp. 267-278.
- Bastin, E. S. 1926. "The presence of sulphate reducing bacteria in oil field waters." Science v. 63, pp. 21-24.
- Becquerel, P. 1910. "Recherches expérimentales sur la vie latentes des spores des mucorinees." Comptes Rendu de Academie des Sciences, Paris v. 150, pp. 1437-1439.
- Bernard, C. 1866. *Leçons sur les propriétés des tissus vivants*. Paris: Bailliere.
- . 1878a. *La science expérimentale*. Paris: J. B. Baillere and Son.
- . 1878b. *Leçons sur les phénomènes de la vie communs animaux et aux végétaux*. Paris: Librairie J.-B. Bailliere.
- Bogdanov, A. A. 1922. *Tektology: The Universal Organizational Science*. Moscow.
- Bottomley, W. B. 1917. "Some effects of organic growth-promoting substances (auximones) on the growth of *Lemna minor* in mineral culture solutions." Proc. Roy. Soc. Lond. v. 89, n. B, pp. 481-507, June 1.
- Boussingault, J. B. 1860-84. *Agronomie, chimie agricole et physiologie*. J. Paris: Mallet-Bachelier.
- Boussingault, J. B., and J. B. Dumas. 1841. "Recherches sur la véritable constitution de l'air atmosphérique." Comptes Rendus XII, pp. 1005-1025.
- . 1844a. *Chemical and Physiological Balance of Organic Nature*. New York: Saxton and Miles.

- . 1844b. *Essai de statique chimique des êtres organisés*. Paris: Fortin et Masson.
- Bowden, R. D. 1991. "Inputs, outputs and accumulations of nitrogen in an early successional moss (*Polytrichum*) ecosystem." *Ecological Monographs* v. 61, pp. 207-223.
- Brown, H. T., and F. Escombe. 1898. "Note on the influence of very low temperatures on the germinative power of seeds." *Proceedings of the Royal Society* v. 62, pp. 160-165.
- . 1900. "Static diffusion of gases and liquids in relation to the assimilation of carbon and translocation in plants." *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* v. 193, pp. 223-292.
- Butkevich, V. S. 1928. "Образование морских железомарганцевых отложений и участия в нем микроорганизмы". *Trudy Morskogo nauch.-issled. inst* v. 3, pp. 1-150.
- Chevreul, M. E. 1824. *Considerations generales sur l'analyse organique et sur ses applications*. Paris and Strasbourg: F. F. Levrault.
- Cholodny, N. G. 1926. *Die Eisenbakterien. Beitrage zu einer Monographie*. Jena, Germany: Verlag G. Fischer.
- Christensen, H. R. 1915. "Studien über den Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf das Bakterienleben und den Stoffumsatz im Erdboden." *Zentralblatt für Bakt. Abt. II*, n. 1/7, bd. 43, pp. 1-166.
- Christensen, H. R., and O. H. Larson. 1911. "Untersuchungen über Methoden zur Bestimmung des Kalbedurfisses des Bodens." *Zentralblatt für Bakt. Abt. II*, bd. 29, pp. 347-380.
- Clarke, F. W. 1908. *The Data of Geochemistry*. Washington, D.C.: Bulletin of the U.S. Geological Survey.
- Cuenot, L. C. M. J. 1894a. "La Nouvelle Theorie transformiste." *Revue generale des sciences*.
- . 1894b. *L'influence du milieu sur les animaux*. Paris: Masson.
- . 1925. *L'adaptation*. Paris: G. Doin.
- Cuvier, G. 1826. *Discours sur les révolutions de la surface du globe, et sur les changements qu'elles ont produits dans le regne animal*. Paris: G. Dufour and E. D'Ocagne.
- d'Azara, F. 1905. *La Geografía Física y Esférica del Paraguay y Misiones Guaraníes*. Taller de Impresiones Oficiales: La Plata.
- Daly, R. A. 1928. "The outer shells of the earth." *American Journal of Science* v. 15, pp. 110-135.
- Dangeard, P. A. C. 1910a. "Les spectrogrammes en physiologie végétale." *Paris Bull. Soc. Bot.* v. 57, pp. 91-93.

- . 1910b. "L'action de la lumière sur la chlorophylle." *Comptes Rendu de Académie des Sciences*, Paris v. 151, pp. 1386-1388.
- . 1911a. "Sur la détermination des rayons actifs dans la synthèse chlorophyllienne." *Comptes Rendu de Académie des Sciences*, Paris v. 152, pp. 277-279.
- . 1911b. "Sur les conditions de l'assimilation chlorophyllienne chez les cyanophycées." *Comptes Rendu de Académie des Sciences*, Paris v. 152, pp. 967-969.
- . 1911c. "Sur l'adaptation chromatique complémentaire chez les végétaux." *Comptes Rendu de Académie des Sciences*, Paris v. 153, pp. 293-294.
- . 1911d. "L'action de la lumière sur la chlorophylle." *Rev. gen. agron. louvain*, pp. 51-52.
- Desroche, P. 1911a. "Action de diverses radiations lumineuses sur le mouvement des zoospores de *Chlamydomonas*." *Comptes Rendu de Académie des Sciences*, Paris v. 153, pp. 829-832.
- . 1911b. "Mode d'action des lumières colorées sur les *Chlamydomonas*." *Comptes Rendu de Académie des Sciences*, Paris v. 153, pp. 1014-1017.
- . 1911c. "Sur l'action des diverses radiations lumineuses sur les *Chlamydomonas*." *Paris C. R. Ass. Franc. Avanc. Sci. Dijon* v. 40, pp. 485-487.
- . 1911d. "Sur le phototropisme des zoospores de *Chlamydomonas steinii*." *Comptes Rendu de Académie des Sciences*, Paris v. 152, pp. 890-893.
- . 1911e. "Sur une interprétation de la loi de Weber-Fechner." *Paris C. R. Soc. Bioi.* v. 70, pp. 571-573.
- Driesch, H. 1914. *The History and Theory of Vitalism*. London: Macmillan and Company.
- Ducloux, E. 1905. "Sur une piropasme bacilliforme de boeuf en tunisie." *Paris C. R. Soc. Bioi.* 59, pp. 461-463.
- . 1910. "Sur un protozoaire dans la lymphangite épizootique du mulet en Tunisie." *Paris C. R. Soc. Bioi.* 64, pp. 593-595.
- Dumas, J. B., and J. B. Boussingault. 1844. *Essai de statique chimique des êtres organisés*. Paris: Fortin et Masson.
- Eddington, A. S. 1914. *Stellar Movements and the Structure of the Universe*. London: Macmillan and Company.
- . 1920. *Report on the Relativity Theory of Gravitation*. London: Fleetway Press.
- . 1921. *Space, Time and Gravitation; An Outline of the General Relativity Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 1922. *The Theory of Relativity, and Its Influence on Scientific Thought*. Oxford: The Clarendon Press.
- . 1923. *The Mathematical Theory of Relativity*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Egounov, M. A. 1897. "Schwefeleisen und Eisenoxydhydrat in den Boden der Limane und des Schwarzen Meeres." *Annuaire Geologique et Mineralogique de la Russie* v. 2, pp. 157-180.
- Ehrenberg, C. G. 1854. *Mikrogeologie: das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde*. Leipzig: L. Voss.
- Engelmann, W. 1861. *Bibliotheca zoologica [I] Verzeichniss der Schriften über Zoologie, welche in den periodischen Werken enthalten und vom Jahre 1846-1860 selbständig erschienen sind. Mit Einschluss der allgemein naturgeschichtlichen, periodischen und paläontologischen Schriften*. Bearb. von J. Victor Carus und Wilhelm Engelmann. Leipzig: W. Engelmann.
- Fabry, c., and H. Buisson. 1913. "L'absorption de l'ultraviolet par l'ozone et la limite spectre solaire". *Journ. de astrophysique*, v. 3, ser. 5, pp. 196-206. March.
- Farrington, O. C. 1901. "The constituents of meteorites." *Journal of Geology* v. 9, pp. 393-408, 522-532.
- Fischer, A. 1900. *The Structure and Functions of Bacteria*. Oxford: Clarendon Press.
- Fleming, A. 1908. "Some observations on the opsonic index with special references to the accuracy of the method, and to some of the sources of error." *Practitioner* v. 80, pp. 697-634.
- Germain, L. 1924. *La vie des animaux à la surface des continents*. Paris: F. Akan.
- . 1925. *Lafaune des lacs, des étangs et des marais*. Paris: P. Lechevalier.
- Gibbs, J. W. 1902. *Elementary Principles in Statistical Mechanics, Developed with Especial Reference to the Rational Foundation of Thermodynamics*. New York: C. Scribner's Sons.
- Gruner, J. W. 1924. *Contributions to the Geology of the Mesabi Range: with Special Reference to the Magnetites of the Iron-bearing Formation West of Mesaba*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Gutenberg, B. 1924. "Der Aufbau der Erdkruste auf Grund geophysikalischer Betrachtungen." *Z. Geophys.* Bd. 1. pp. 94-108.
- . 1925. *Der Aufbau der Erde*. Berlin: Gebr. Borntraeger.
- Haldane, I. B. S. 1924. *Daedalus; or, Science and the Future*. London: K. Paul. Trench. Trubner and Company.
- Hann, I. 1883. *Handbuch der Klimatologie*. Stuttgart. Germany: J. Engelhorn.
- Harkins, W. D. 1917. "The evolution of the elements." *Journal of the American Chemical Society* v. 39. pp. 859-879.
- Henderson, L.I. 1913. *The Fitness of the Environment*. New York: Macmillan & Co.

- Hess, V. F. 1928. *The electrical conductivity of the atmosphere and its causes*. New York: D. Van Nostrand Company.
- Hesselman, H. 1917. *Studier over salpeterbildningen i naturliga jordmaner och dess betydelse i vaxteknologiskt avseende. Studien über die nitratabbildung in naturkichen boden und ihre bedeutung in pflanzenekoloischer hinsicht*. Stockholm: Centraltryckeriet.
- Hingston, R. W. G. 1925. "Animal life at high altitudes." *Geographical Journal* v. 65, n. 3, pp. 185-198. March.
- Hjort, J., and H. H. Gran. 1900. *Hydrographic-biological investigations of the Skagerrak and the Christiana Fiord*. Kristiania, Norway: Oscar Anderson.
- Howard-Bury, C. K. 1922. "The Mount Everest Expedition." *Geographical Journal* v. LIX, n. 2, pp. 81-99.
- Humbolt, A. von. 1859. *The life, travels, and researches of Baron Humboldt*. London: Nelson.
- Hutton, J. 1795. *Theory of the Earth, With Proofs and Illustrations*. Edinburgh: William Creech.
- Huxley, A. 1921. *Chrome Yellow*. London: Chatto and Widus.
- Jeffreys, H. 1924. *The Earth: Its Origin, History and Physical Constitution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnstone, J. 1908. *Conditions of Life in the Sea: A Short Account of Quantitative Marine Biological Research*. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 1911. *Life in the Sea*. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 1926. *A Study of the Oceans*. London: Edward Arnold.
- Judson, H. F. 1979. *The Eighth Day of Creation*. New York: Simon and Schuster.
- Kant, I. 1981. *Universal natural history and theory of the heavens*. Edinburgh: Scottish Academic Press.
- Kelvin, Lord. 1894. *Popular Lectures and Addresses*. London: Macmillan & Co.
- Klossovsky, A. V. 1908. *Meteorologia*. Obshchy Kurs. Odessa: Ekonomich. Tipogr.
- . 1914. *Osnovy Meteorologii*. Odessa: Mathesis.
- Lavoiser, L. A. 1892. *La Chaleur et la Respiration*. Paris: Masson.
- Leibig, F. V. J. 1847. *Organische Chemie in Ihrer Anwendung Auf Agricultur und Physiologie*. London: Taylor and Walton.
- Lotka, A. J. 1925. *Elements of Physical Biology*. Baltimore, Maryland: Williams and Wilkins Company.
- Lowell, P. 1909. *The Evolution of Worlds*. New York: Macmillan & Co.

- Lyell, C. 1830-1833. *Principles of Geology, Being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface by Reference to Causes Now in Operation*. London: John Murray.
- MacFadyen, A. 1902. "On the influence of the prolonged action of the temperature of liquid air on micro-organisms, and on the effect of mechanical trituration at the temperature of liquid air on photogenic bacteria." *Proc. Royal Soc.* 71, p. 76.
- Mayer, J. 1845. "The Motions of Organisms and their Relation to Metabolism." In Julius Robert Mayer: Prophet of Energy, Lindsay, R. B. 1973. Oxford: Pergamon Press.
- . 1855. "Quantitative Analysis of the Spring Water of Ramandroog." *Indian Annals* II, pp. 239-242.
- Mengel, O. 1923. "Caractère climatique de Font-Romeu et de Mont Louis." *Mémoires de l'Office national Meteorologique de France* Ann. 1, n. 5, pp. 1- 16.
- Mohorovicic, A. 1910. "Das Beben vom 8.X.1909." *Jahrb. Meteorol. Observ. Zagreb Jahrg.* 9, Teil IV. Abschn. 1. pp. 1-63.
- Mohorovicic, S. 1915. "Die reduzierte Laufzeitkurve und die Abhängigkeit der Herdtiefe eines Bebens von der Entfernung des Inflexionspunkt der Laufzeitkurve." *Gertland's Beitr: Geophys.* Bd. 14, pp. 187-205.
- Murray, J. 1913. *The Ocean*. New York: Henry Holt & Co.
- Murray, J., and R. Irvine. 1893. "On the chemical changes which take place in the composition of sea-water associated with blue muds on the floor of the ocean." *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* v. 37, pp. 481-507.
- Norris, H. N. 1919. "Some problems of sidereal astronomy." *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* v. 5, pp. 391-416.
- Ocken, H. 1843 [Oken]. *Lehrbuch der Naturphilosophie*. Zürich: F. Schulthess.
- Oddo, G. 1914. "Die Molekularstruktur der radioaktiven Atome." *Zeitschrift. anorg. Chem. Bdd.* 63, pp. 355-380.
- Omeliansky, V. L. 1923. *Svyazivanie atmosfernogo azota pochvenimi mikrobami*. Petrograd: Monograph published by the Commission of Studies of Natural Production, Russia Academy of Science.
- Osborn, H. F. 1917. *The Origin and Evolution of Life on the Theory Of Action, Reaction and Interaction of Energy*. New York: C. Scribner's Sons, and 1918, London: G. Bell.
- Paczoski, J. K. 1908. *Prichernomorskie Stepi. Botaniko-geograficheskoy ocherk*. Odessa: Slavyanskaya Tipografia.
- Pasteur, L. 1876. *Études sur la bière, ses maladies, causes qui les provoquent,*

procédés pour la rendre inaltérable; avec une théorie nouvelle de la fermentation. Paris: Gauthier-Villars.

Payne, C. H. 1925. *Stellar Atmospheres: A Contribution to the Observational Study of High Temperature in the Reversing Layers of Stars*, Harvard Observatory Monographs, N. 1. Cambridge, Massachusetts: The Harvard Observatory.

Pearl, R. 1912. "Notes on the history of barred breeds of poultry." *Biological Bulletin* v. 22, pp. 297-300.

Perfiliev, B. V. 1926. "Novye dannye o roli mikroorganizmov v rudoobrazovanii". *Izvestia Geologich. kom.* v. 45, n. 7, pp. 795-819.

Pfeffer, W. 1881. *Pflanzenphysiologie: ein Handbuch des Stoffwechsels und Kraftwechsels in der Pflanze*, Bd. 1 & 2. Leipzig: Engelmann.

Reinke, J. 1901. *Einleitung in die theoretische Biologie*. Berlin, Pactel.

Schuchert, C. 1924. *Historical Geology*. New York: Wiley and Sons.

Semper, K. 1881. *Animal Life as Affected by the Natural Conditions of Existence*. New York: D. Appleton and Company.

Shokalsky, Yu. M. 1917. *Okeanografia*. Petrograd: Artistich. Saved. Tovarishch Marx.

Smuts, J. C. 1926. *Holism and Evolution*. New York: Macmillan Company.

Soboleff, D. N. 1926. *Zemlia i Zhizn*, Volume 1. Kiev.

Stapff, F. M. 1891. *Les eaux du tunnel du St. Gothard*. Altenbourg: Edité par l'auteur.

Steffens, H. 1801. *Beytrage zur innern naturgeschichte der erde*. Freyberg: In Verlag der Crazichen Buchhandlung.

Suess, E. 1875. *Die Entstehung der Alpen*. Vienna: W. Braunmüller.

—. 1904-1909. *Das Antlitz der Erde*. Vol. 1, 1883; Vol. 2, 1888; Vol. 3, 1901; Vol. 4, 1904. Prague and Vienna: F. Tempsky, and Vienna: Leipzig.

Tamman, G. G., and V. G. Khlopin. 1903. "Vliyanie vysokikh davleny na mikroorganizmy". *Vestnik obshchei gigeny sudebnoi i prakticheskoi mediciny*. August-September, p. 51.

Termier, P. 1915. "Eduard Suess." *Revue generale des sciences pures et appliquees* v. 25, pp. 546-552.

—. 1922. *A la gloire de la Terre*. Paris: Desclée De Brouwer.

Timiryazev, K. A. 1903. "The cosmic function of the green plant." *Proceedings of the Royal Society of London* v. 72, pp. 424-461.

Tirring, F. 1925 "tensoranalyt. darst. d. elastiz. theor" *Physikalische Zeiteitschrift* v. 26, 5 s., pp. 518-522. September, 7.

- Tissandier, G. 1887-1890. *Histoire des ballons et des aeronauts celebres*. Paris: H. Launette & Cie.
- . 1887. *Bibliographie aéronautique: catalogue de livres d'histoire, de science, de voyages et de fantaisie, traitant de la navigation aérienne ou des aérostats*. Paris: H. Launette & Cie.
- Ushinsky, N. G. 1926. "K voprosu o proiskhozhdenii sernykh vod na poberezh'e Kaspiyskogo morya" Azerbidzhan. Neftyanoe Kozyaistvo n. 8-9, pp. 83-84.
- . 1927. Azerbidzhan. Neftyanoe Kozyaistvo [Azerbaijan Oil Economics] n. 5, p. 69.
- Vallery-Rodot, R. 1912. *The Life of Pasteur*. New York: Doubleday.
- Van Hise, C. R. 1904. *A Treatise on Metamorphism*. Washington, D. c.: United States Geological Survey, Government Printing Office.
- Vernadsky, V. I. 1904. *Osnovy Kristallografii*. Moscow: Publishing House of the Moscow Geological Institute.
- . 1923. "A plea for the establishment of a bio-geochemical laboratory." The Marine Biological Station at Port Erin (Isle of Man) Annual Report, Transactions of the Liverpool Biological Societyv. 37, pp. 38-43.
- . 1924. *La Geochemie*. Paris: Felix Akan.
- Vinogradsky, S. 1887. "Über Schwefelbakterien." Bot. Ztg. 45, pp. 489-507, 513-523, 529-539, 545-559, 569-576, 585-594, 606-610.
- . 1888a. *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien*. Leipzig: Zwickau.
- . 1888b. "Über Eisenbakterien." Bot. lgt. 46, pp. 261-270.
- . 1895. "Recherches sur l'assimilation de l'azote libre de l'atmosphère par les microbes." Arch. des sci. biolog. st. Petersburg v. iii, pp. 297-352.
- Wiesner, I. 1877. *Die Entstehung des Chlorophyll der Pflanze*. Eine physiologische Untersuchung. Vienna: Holder.
- Williamson, E. D., and L. H. Adams. 1925. "Density distribution in the Earth." Journal of the Washington Academy of Sciences v. 13, pp. 413-428.
- . ed. 1989. "Znachenie nauchnogo naslediya V. I. Vernadskogo dla sovremenosti." Nauchnoe i sotsial'noe znachenie deyatel'nosti V. I. Vernadskogo. Leningrad: Nauka Leningradskoe Otdelenie.
- Zettnow, E. 1912. "Über ein Vorkommen von sehr widerstandsfähigen Bacillensporen." Centralbl. Bakt. Jena abt. 1, 66, originale, pp. 131-137.

Büyük Sovyet bilim insanı Vladimir İvanoviç Vernadski'nin temel eseri *Biyosfer*, yayınlanışının 95. yılında ilk kez Türkçede!

Bugün bilim tarihi açısından önemi rahatlıkla Darwin ile kıyaslanan ve modern mineraloji, jeokimya ve ekoloji bilimlerinin kurucusu sayılan Vernadski'nin az tanınmışlığı, antikomünizmin bilim dünyası üzerindeki sansürünün üzücü örneklerinden biridir. Fakat Vernadski'nin fikirleri de, kendisine atfedilmese dahi farklı kanallardan yaygınlaşmış ve kabul görmüştür. *Biyosfer* terimi farklı bilim insanları tarafından farklı anlamlarda kullanılmış olsa da, terimin bugün kabul edilen tanımı Vernadski'nin *Biyosfer* kitabında inşa edilmiştir.

Vernadski, bilim, teknoloji ve enerjinin evrensel, barışçı ve uygarlaştırıcı gücüne vurgu yaparken materyalizmi savunmuş, insan merkezci biyosfer tasarımlarına karşı, doğanın işleyişinde yaşam merkezci ve holistik bir yönelimi temsil etmiştir. İlk olarak *Biyosfer*'de ifadesini bulan pek çok bilimsel kavram ve yöntem, insanlığın ve misafiri olduğu gezegenin ortak geleceğini anlamlandırmak için hâlâ temel bilimsel kaynak niteliğindedir.

İklim krizinin ve ekolojik yıkımın giderek derinleştiği dünyamızda yaşamın ilişkiselliğine, canlıların bütünselliğine, ekolojik bağlara dair yeniden düşünmeye çağırın bu kitap, tarihsel öneminin yanı sıra güncel de sıkı sıkıya bağlanıyor. Son kısmında Vernadski'nin yaşamına dair bir kronoloji de sunan *Biyosfer*, yalnızca ekoloji, jeoloji, bilim tarihi ve felsefesi ile ilgilenenler için değil, gezegenimizin güncel ve yakıcı sorunlarına yönelik politik bir arayış içerisinde olanlar için de temel bir kaynak niteliği taşıyor.



Yordam Kitap

f YordamKitap t YordamKitap o YordamKitap



...L. KDV'den muaftr

ISBN 978-605-172-499-7

