

SULARDAKİ YAŞAM ZİNCİRİ

Dr. Zareh MAGAR, Dr. Fethi AKŞIRAY
Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü
Rumelihisari

Dünyanın 3/5'ünü kaplıyan sularda yaşayan küçük aktif canlılar, planktonik algleri yutarlar. Kendileri de, küçük balıklar tarafından yutulurlar. Daha sonra, büyük balık küçüğü yer. O da, kendinden daha büyüğüne yem olur. Görüldüğü gibi, genellikle, sudaki her canlı, ölü veya diri olarak başka bir canlı veya bir balık tarafından yenilmek tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bu durum, denizlerde olduğu gibi içsularda da aynen, böyle zincirleme sürer gider (Şekil: 1).

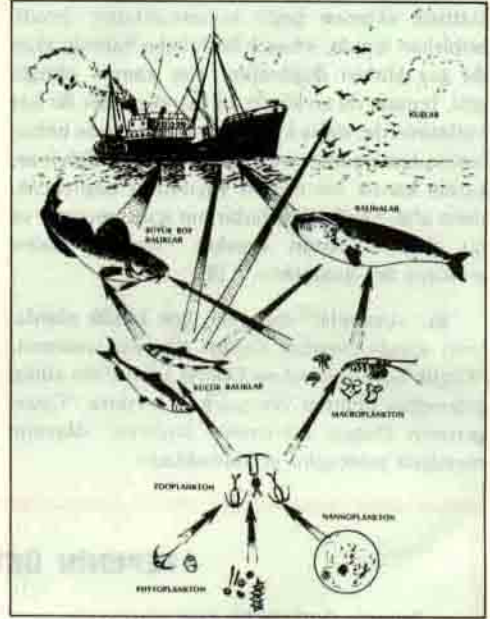
Sularda, yaşamın varolduğu süredenberi, bu tip olaylar her gün, her saat, her dakikada milyonlarca defa tekrarlanır. Bütün bu gerçek olaylar karşısında akla takılan şu sorular ortaya çıkmaktadır.

1. Bu zincir, acaba nerede ve nasıl başlıyor?
2. Sulardaki yaşam piramidinin temeli olan ilkel madde nasıl meydana geliyor?
3. Sularda, aktif veya pasif olarak, yüzen canlı nesnelere oluşan planktonlar, acaba ne ile besleniyorlar?
4. Zincir, Balina veya Köpek balığı, ... nın ölümü ile son mu buluyor?
5. Nihayet: Zincirin son halkasındaki hayvanın veya insanın ölümünden sonra organik madde ne oluyor?

Bunların nedenleri hakkında herhangi bir ön yargıya saplanmaksızın; madem ki, dünyayı çevreleyen sulardaki yaşamın, inanılmayacak şekilde düzenli ve zengin olduğu bilinen dengesi, hiç bozulmadan sürüp gitmektedir, o halde, insan daha ilk etapta, şöyle bir yargıya varmaktadır: Organizmaların ölümü bir son olmadığı gibi, onların doğumu da bir başlangıç olamaz.

Böylece: Ölen her şey, şu veya bu şekilde tekrar ölmek için, yeniden meydana gelecektir. Ve bu olay, durmadan sonsuz'a kadar sürüp gidecektir. Evrende olduğu gibi, dünyamızı çevreleyen sularda da hiç bir şey kaybolmamaktadır. Orada, en küçük organik molekül bile, her zaman ve her durumda devreye tekrar girmektedir.

İnsanoğlu, yüzyıllar sonra, karadaki bilimlerden faydalanarak, sulardaki, besi zinciri hakkın-



Şekil: 1. Sulardaki Yaşam Zinciri.
(John E. G. Raymont - 1967)

da gerçeğe yakın bir fikir edinebilmiştir. Biyoloji, Kimya, Botanik, Zooloji bilgileri kıta sahanlığı üzerindeki organik maddenin üreme ve değişiklikleri hakkında çeşitli müşahadeleri ortaya koymuştur. Bunlar, bitkilerdeki fotosentezden başlayarak, bakterilerin her türlü organik kalıntıları parçalanmalarına kadar giden, yararlı verilere dayanmaktadır.

İşte, Okyanuslarda olduğu gibi, diğer bütün denizlerde ve göllerde de, her şey buna uygun şekilde meydana gelmektedir.

Yakın zamanlara kadar, yaşam zincirinin değişik halkaları hakkında açık bilgi yoktu. Örneğin: Plankton denilen, her derinlikte bulunan, bu bitkisel ve hayvansal yaratıklar hemen bilinmiyordu. Ancak; "Challenger" dönemindeki düzenli olarak alınan numunelerle, onların onbinleri bulan çeşitli cinsleri araştırma

konusu yapıldı. Daha, çok yakın bir geçmişte bile, güneşin giremediği derinliklerde, yaşamın varolduğuna şüphe ile bakılıyordu. Çünkü, bu derin tabakalarda ilkel organik maddenin fotosentezle meydana gelmesi imkânsızlığı kabul ediliyordu. Hatta, derin sularda, bakterilerin yaşadığına bile inanılmıyordu. Ancak, 1951'de, Galathea'nın araştırma gezisinde, Claude ZoBel 10.328 m. derinden alınan bir nümunedeki (Filipinlerde) bakterilerin bulunduğunu gördü. Genellikle bunların, deniz hayvanlarının besin maddesi olduğu ve fakat bunların ne miktarda yiyecek olarak kullanıldıkları bilinmiyordu.

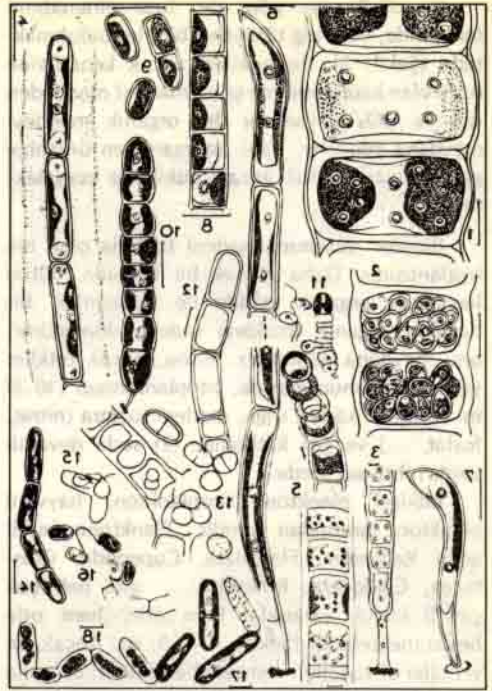
Aynı bilgisizlik, tüm sulardaki oksijen için de geçerliydi. Oksijen, hayvanlar tarafından solunur, bitkiler ise bunu ışık muvacehesinde dışarı atarlar. Hatta, gaz karbonik için de durum aynı idi. CO₂ volkanik patlamalardan, hayvanlardan, bakterilerden hayati faaliyet sonucu meydana gelir ki, bu bitkiler için çok önemli bir unsurdur.

Parça parça da olsa, ilk besin piramidi hakkındaki bilgiler, balıkçıların pratik verilerinden doğmuştur. Bilhassa, geçen yüzyıl içinde Almanya'da, balıkların çoğalması ile ilgilenen biyologlar anladılar ki: Şayet, Okyanusun herhangi bir bölgesindeki besin zincirinin mekanizması hakkında bilgi sahibi olsalardı, balıkların üreme şartlarının değişikliklerini ve buna bağlı olarak o yılki av mahsulünün miktarını da, önceden bilebileceklerdi. Hatta gelecekte, bu şartları suni olarak değiştirmekle, balık avı bakımından, en iyi randımanı da alacaklarına kesinlikle inanıyorlardı. Aynı yüzyıl içinde ve aynı amaç için İngilizler de benzer çalışmalar peşinde idiler. Bugün ise, bu durum, şu veya bu yöle, bölgesel de olsa, çoğunlukla kesinleşmiş durumda olup, gün geçtikçe de yenileri eklenmektedir.

O halde, bütün bunlara dayalı olarak, su canlılarının yaşamının araştırılması yanında, onların yiyeceklerinin niteliği ve niceliğinin de kesinlikle bilinmesi gerekiyordu.

1909'da Alman Prof. Auguste Pütter planktonlar hakkında araştırmalar yaparak, onların besin rejimi hakkında bir çalışma yayınladı. Bir su nümunesindeki organizmaları çok ayrıntılı ölçmelerle sayarak şu sonuca vardı: Sulardaki küçük fitoplanktonlar, hayvanı planktonları doyuracak miktarda değildi. O halde, onlar için, başka bir besin kaynağının olması gerekirdi. Ama hangisi?

Araştırmalarının neticesinde Pütter, deniz suyunun önemli miktarda organik maddelerle dolu olduğunu gördü. İşte, dedi "bu erimiş organik karbonu, zooplankton, şu veya bu yöle, doğrudan doğruya sudan elde edip beslenmektedir."



Tablo: 2. Bazı hayvanı planktonların besinini teşkil eden Yeşil Alg türünden bitkiler.
(N. Ingramm Hendey - 1964)

- 1 - 3 : *Ulothrix zonata* Kütz.
- 4 : *Ulothrix amphigranulata* Skuja.
- 5 : *Pearsoniella variabilis* Fritsch et Rich.
- 6 - 7 : *Uronema elongatum* Hodgetts.
- 8 : *Chlorohormidium dissectum* (Chod.)
- 9 : *Chlorohormidium nitens* (Henegh.)
- 10 - 11 : *Hormidiella parvula* Iyengar et Kanthamma.
- 12 - 13 : *Hormidiopsis crenulata* Heering.
- 14 - 16 : *Gloeotilopsis planctonica* Iyengar et Phil.
- 17 - 18 : *Heterothrichopsis viridis* Iyengar et Kanthamma.

Pütter, çalışmaları neticesinde ileri sürdüğü bu düşüncelerinin tartışması, uzun seneler sürdü. Yani, zooplankton yalnız fitoplankton'la mı beslenir? Yoksa, suda erimiş organik maddelerden de faydalanır mı?

Bunu ancak, 1935'te İngiliz Harvey ve arkadaşları, kesin olarak ispat ettiler ki: Zooplankton fitoplankton ile beslenmektedir.

Bu düşünceye göre de, besi piramidinin temelinde, yeşil alg türünden bitkiler bulunmaktadır (Şekil: 2). Bu bitkiler, ancak kendilerine özgü olan karakterlerine göre, madenî maddeden ışık ve CO₂'in yardımı ile, organik maddeyi meydana getirirler. Yani, inorganikten organik geçişin gizisi (sırrı) ancak bitkilerde oluşmaktadır.

Bitkiler; yaşamın, madenî tuzlarla olan tek bağlantısıdır. Daha yüksek bir halkada, bütün hayvanlar organik madde ile beslenirler. Bir hayvan, organik maddeyi sadece dönüştürür, onu meydana getiremez. Bunu, ancak bitkiler yapabilir. Bunun için de, fitoplanktonun (10-20 m. derinliğe kadar) ışığa, madenî tuzlara (nitrat, fosfat, ...) ve gaz karboniğe (ki suda devamlı vardır) ihtiyacı vardır.

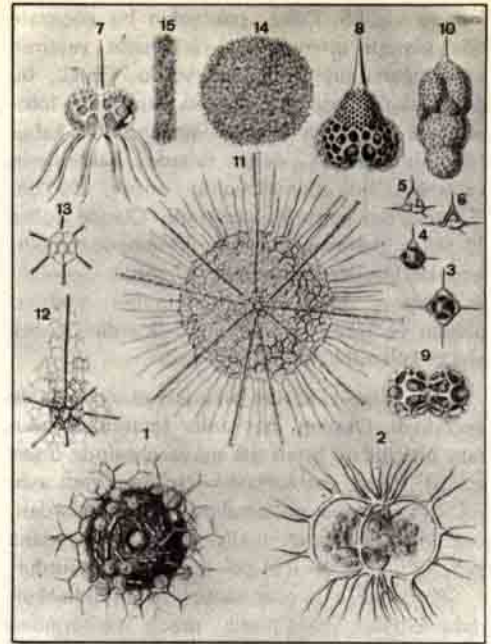
Bitkisel plankton (fitoplankton) hayvanî plankton tarafından yenilir. Planktonu teşkil eden Radiyolar, Flagellata, Copepoda, Crustacea, Cladocera, Rotatoria, ... gibi pek çok çeşitli küçük yaratıklar hem etle, hem otlarla beslenmektedirler (Şekil: 3, 4, 5, 6). Ancak, et yiyiciler ot yiyicileri yemekle beslenirler. Bu yolla zooplankton düzeyine ulaşan yaratık, artık kendi bitkisel görünümünü bırakır, hayvansal görünüme geçer. Bundan sonra artık hayvanlar serisi başlar. Bunlar da, çüsse, yapım ve biyolojik isteklerine göre, sırasıyla kendinden sonra gelen balıklara, ... çevrede bulunan kuşlara ve nihayet insanlara yem olur (Şekil: 1). Böylece, halka tepeden aşağıya doğru gittikçe genişleyerek, bir besi piramidi meydana gelir (Şekil: 7).

Ancak, iş bununla bitmez. Piramidin tepesinden sonra, başlangıç noktasına kadar ulaşmak üzere (yani, madenî maddeye) dönüş yolu başlar.

Bu, böyle bir mekanizmadır ki, her ünitesi, olağanüstü bir bütünleme ile işler.

Bitki, madenî maddeyi organik maddeye dönüştürme gibi mucizevi bir ödev yapıyor. Doğa ise, yaşamı aksatmadan sürdürmesi gayesi ile, devreyi tamamlamak için, tam tersini yapma olanağını da bulmuştur. Bu ters yönde değişimde rol oynayanlar bakterilerdir. Hayvanî ve bitkisel ölü maddeyi parçalamakla işe başlarlar; onlardan madenî tuzlar, fosfor ve azot meydana getirirler. Bu maddeyi, bitkilerin kullanabileceği bir biçimde oluştururlar. Bu yöntemle, bütün su hayatında hiçbir şey kaybolmadan şekil, yer, terkip değiştirerek şüresiz olarak devredip gitmektedir. Yani, mikroskopik bakterilerin dev fabrikası, yaşamın attığı, bu artığı değiştirmekle ödevlidir (Şekil: 8).

Aynı şekilde; Hint karmalarının bir materialist inancında olduğu gibi, karbon molekülleri hayata tekrar gelen ruh rolündedir. Buna göre, öyle bir



Tablo: 3. Çeşitli planktonik organizmaları teşkil eden bazı Radiolaria'lar (G. Uschman - 1973)

- | | |
|---------|--|
| 1 | : Thalassosphaera bifurca Hkl. |
| 2 | : Zygodon Stephanus Mülleri Hkl. |
| 3 - 6 | : Dictyocha messanencis Hkl. |
| 7 | : Petalospyris arachnoides Hkl. |
| 8 - 9 | : Spyridobotrys trinacria Hkl. |
| 10 | : Botryocampé hexathalamia Hkl. |
| 11 - 13 | : Spongospaera helioides Hkl. |
| 14 - 15 | : Spongodiscus mediterraneus Hkl. |

organik madde meydana getirilmiştir ki; Bu yaşıyor, çoğalıyor, ölüyor (kayboluyor), sonra tekrar ortaya çıkıyor. Ancak, her defa başka bir şekil ve biçimde olarak; bu sonsuza kadar böyle devam edip gidiyor.

Görülüyor ki; Bu sistem, kendine özgü bir mekanizmaya sahiptir. O, kendini bozacak her türlü yansımaları düzelterek güçtedir. Şöyle ki: Besleyici tuzlar bir bölgede, bitkilerin bolluğu yüzünden, zarar görecektir duruma gelirse; bu bitkisel bolluk, bitki ile beslenen hayvanların hücumuna uğrar. Bu sayede bitkiler de, kendi normal sayılarının düzeyine inerler. Fakat, bu defa da, hayvansal ölü organik maddenin çoğalmasına yol açılacaktır. Böylece; bitki dengesi, çok bitki yiyenler ile bozulacak olursa, o zaman, onları yiyen yırtıcı, et yiyenler oraya

hücum edecektir. Bu tarzda sürüp gidecek olan yaşam mücadelesi sonunda, geç de olsa, denge yine sağlanacaktır.

Kıscacı : Doğa dengesizliğe izin vermemektedir.

Bunu, dindar bir insan; Yaratanın mucizevi planının muzaffer bir denemesi olarak, olduğu gibi, kabullenecektir. Olayları din çerçevesinin dışında eleştiren bir bilgin ise; aksine, bu düzeni, varolan şartların mümkün kıldığı bir oluşma sonucu olarak nitelendirecektir.

Bilim adamlarının düşüncesine göre, tam denge dediğimiz şey; milyonların içinde, bileşimlerin bir tekidir. Bu da, evrimde maddeleşmiş olmalıdır. Onsuz, sularda, belki, yaşam yine varolacaktı veya bugün bizim bilmediğimiz başka görünümde olacaktır.

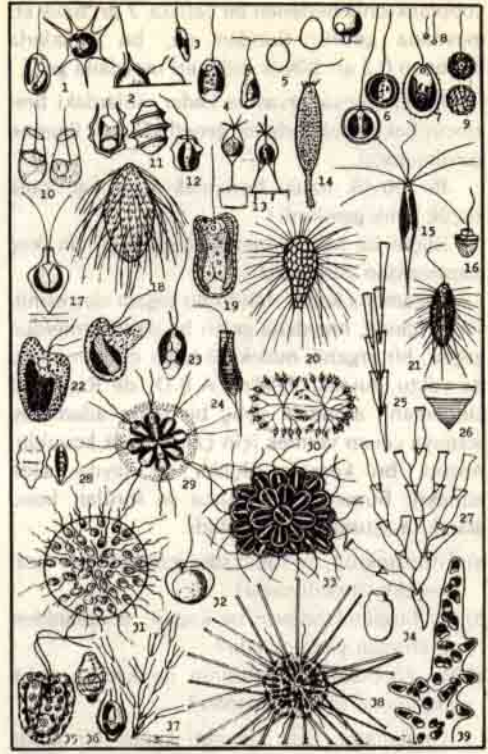
Araştırmacılar, kısa sürede anladılar ki; sulardaki besi zinciri karadaki besi zincirinden çok farklıdır. Diğer bir deyimle: Sular, insan için henüz, pekaz faydalanılabilir bir ortamdır.

Gerçekten de; karada insan, özellikle bitkilerle beslenen hayvanlarla veya doğrudan doğruya bitkilerden yiyeceğini sağlar. İnsan, pratik olarak, karadaki et yiyen hayvanlarla beslenmez. Sularda ise; bitkiler, genellikle insanın yemeği olarak kullanılmazlar. Ancak Japonya'da, o da, yoksul bölgelerde başka yiyecek olmadığı için kullanılır. Bugünkü ortamda, hakikaten sularda yaşayan ot yiyen hayvanlar, et yiyenlere bakarak, pek yenilecek gibi değildirler. Bundan ötürü; insan da, sulardaki besi zincirinin en üst halkalarına yöneliyor ve böylece de, alt halkalardan gelen muazzam bir enerjiyi gasbediyor ve onun elinden alıp tüketiyor.

Böylece; ister insanla, ister insansız olsun, suların yaşam devresi yoluna devam eder ve besi zinciri de aynı bütünlüme işlemini sürdürür gider (Şekil: 1).

Zincirin her halkasında verim azalmaktadır. Genellikle; yaklaşık olarak verim, zincirin her halkasında, et'e nazaran % 90 azalıyor. Şöyle ki: 100 gr. fitoplanktonla beslenenler, 10 gr. et meydana getirirler. Eğer, bu da, küçük bir balık tarafından yenilirse onun ağırlığını ancak 1 gr. artıracaktır. Eğer, bu balık, bir Ton balığı tarafından yenilirse, Ton balığının eti 0,1 gr. artacaktır. Şayet, bu hesaplama doğru ise, insanın beslenmesi için enerji kaybı korkunçtur.

"Kimya ve deniz sularının verimliliği" kitabının sahibi H. W. Harvey, bitkisel besi maddesinin hayvansal besi maddesine dönüşümünü şu sayılarla gösteriyor: Fitoplanktonun organik maddesinin 100 gramı tüm olarak asimile olursa, 70 gr. bitki yiyen zooplankton verir. Bu da,



Tablo: 4. Çeşitli planktonik organizmaları oluşturan Chrysophyceae'ler (B. Dussert - 1966)

1. Chrysaemoba radianus.
2. Lagynion scherffellii.
3. Chromulina nebulosa.
4. Chromulina ovalis.
5. Chromulina rosanofii.
6. Chrysococcus rufescens.
7. Chrysococcus ornatus.
8. Chrysococcus punctiformis.
9. Chrysococcus klebsianus.
10. Kephyrion ovum.
11. Kephyrion spirale.
12. Kephyrion rubri-claustri.
13. Chrysopyxis stenostoma.
14. Mallomonas insignis.
15. Mallomonas akrokomos.
16. Stenokalyx circumvallata.
17. Derepyxis dispar.
18. Mallomonas acaroides.
19. Microglenea punctifera.
20. Mallomonas caudata.
21. Mallomonas elegans.
22. Ochromonas fragilis.
23. Ochromonas ludibunda.
24. Dinobryon suscium.
25. Dinobryon stipitatum.
26. Pseudokephyrion schilleri.
27. Dinobryon sertularia.
28. Pseudokephyrion undulatum.
29. Syncrypta volvox.
30. Uroglena volvox.
31. Uroglenopsis americana.
32. Pseudokephyrion poculum.
33. Synura petersenii.
34. Pseudokephyrion entzii.
35. Hymenomonas rosola.
36. Pseudokephyrion undulatisimum.
37. Dinobryon divergens.
38. Chrysosphaerella longispina.
39. Hydrurus foeditus.

zooplanktonla beslenen bir balıkta, 7 gr. balık eti meydana getirir. Bundan da, bu balıklarla beslenen 0.3 gr. büyük balık eti meydana gelir.

İkinci Dünya Savaşına kadar, sulardaki besi zinciri hakkındaki bilgiler genellikle sayı üzerine kurulmamıştı.

Bir büyük balığı beslemek için, kaç tane küçük balık gerekirdi?

Küçük bir balığın meydana gelmesi için, kaç zooplankton gerekirdi?

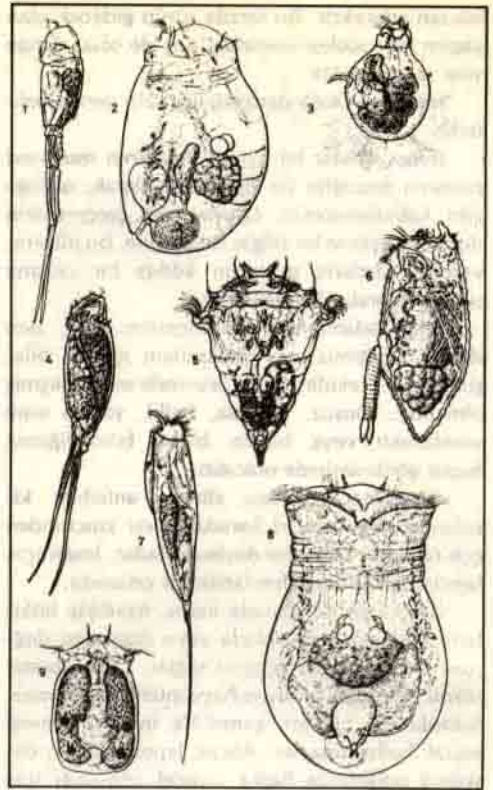
O zamana kadar, bütün bu yaşam devresinin süresi içinde, meydana gelen bu dönüşümlerden geçen, bir organik moleküllü takip etme metodu da yoktu. Ancak, 1942'de A.B.D. de Raymond Lindemann adındaki genç bir bilim adamı bu sorguya cevap vermek için çalışmalara koyuldu. Amacı, bu konuda ölçüler ve sayılar elde etmektir. Bunun için, başlıca şu soruları konu alarak, araştırmalarına başladı:

- Fitoplankton, ne kadar süre içinde fotosentezi gerçekleştirebiliyordu?
- Bu fitoplanktonların ne kadarı, zooplankton tarafından yenmektedir?
- Bu zooplankton kitlesinin ne kadarı, balık tarafından tüketilmektedir?

Lindemann, besi zincirini kapalı bir gölde etüd etti. Böylece, çeşitli cinslerin göç problemlerini de ortadan kaldırmış oluyordu. Kendi metod ve hesapları biraz ilkel, çünkü yapılan araştırmalar açık denizde yapılmıyordu. Buna mukabil, deniz bilimine temel fikirler ve yön vermekte, büyük katkıda bulunmuştu.

Minnesota Üniversitesinden biyoloji diploması alan, Lindemann, 4 sene süre ile Cedar Bog Gölünde besi zincirinin dinamiklerini etüd etti. Fakat, henüz 27 yaşında iken, kötü bir hastalığa yakalanarak, 1942 yılında çalışmalarının yayımlanmasından 4 ay evvel öldü. Çizdiği yol, bilim dünyasında derin izler bıraktı. Problemleri çok açık ve sürükleyici biçimde göz önüne sermenin bilincine varmıştı. Böylece; biyolojik olayları basit enerji konuları durumuna sokabildi. Cedar Bog Gölündeki yaşamı, bir tek problemin değişik görünümleri olarak sundu. Enerji transferleri sorununu, yani; gölün yaşayan maddesi tarafından güneş enerjisinin transfer ve kullanılmasını araştırdı.

Lindemann'ın diğer bir düşüncesine göre de "canlı organizmalar bir tarafa; organik besi maddeleri ve ölü organizmalar başka tarafa" gibi, bazı bilimcilerin yaptığı ayırım, sun'î (isteğe göre) oluyordu. Oysa bu, doğaya ters düşmekte idi. Halbuki; "yaşam ve ortamı, birbirini bütünleyen bir birliktir" diye düşünüyordu Lindemann.



Tablo: 5. Çeşitli planktonik organizmaları teşkil eden bazı Rotatoria'lar (B. Dussart - 1966)

- 1 : *Scardium longicaudum* (Donn.)
- 2 : *Asplanchna girodi* (Beauch.)
- 3 : *Gastropus stylifer* (Remane)
- 4 : *Monommata arndti* (Beauch.)
- 5 : *Synchaeta pectinata* (Beauch.)
- 6 : *Ploesoma hudsoni* (Beauch.)
- 7 : *Trichocerca elongata* (Wulfert)
- 8 : *Asplanchnopus multiceps* (Beauch.)
- 9 : *Ascomorpha ecaudis* (Remane)

Ona göre; herhangi bir ortamda yaşayan organizmalar birbirini etkilediği gibi, buldukları ortam ile de karşılıklıdır. Organik - İnorganik besi devresi tümü ile birbirine o kadar bağlı idi ki; Lindemann, araştırmalarında bu hususu birbirine bağlı ve birbirinin devamı olan temel kaynak olarak kabullenmiştir.

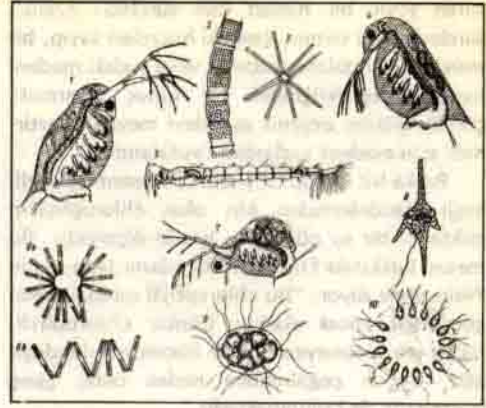
Bu düşünce yeni değildi; 1918'de Alman bilgin Thienemann tarafından da ortaya atıldığı gibi, 1934'te başka bir bilgin Allee de şöyle diyordu: "sonuç olarak, önümüzdeki görünüm

şudur: Bir organizma birliği, yalnız bitkiler ve hayvanlar arasında değil (yaşamsal birlik) aynı zamanda biota (tüm yaşam) ile ortamı arasında varolmaktadır”.

1935'te Tansley, bu temel ekolojik birliğe "ekosistem" adını verdi. Yani bu, organizmalar ile kimyevî ve fizikî faktörlerin birlikte meydana getirdikleri ortam anlamına geliyordu.

Ekoloj'un araştırmalarında ekosistemler, temel birlikler olup, aynı zamanda cinsleri ve büyüklükleri de farklıdır. Böylece: bütün evren de, kapalı bir ekosistem olarak araştırılabilir. Hattâ, atom da, kendi içinde çok küçük bir ekosistem örneğidir. Genelleşen bu kavramın içinde Lindemann'ın getirdiği yenilik, su yaşamına ekosistem anlamını uygulamasında idi. Lindemann, bir ekosistemdeki organizmaları, kendi besî düzeyine göre, gruplara ayırmak gerektiğini öne sürdü. Bu gruplaşmalar şöyle oluyordu: a) Üretenler, b) İlk tüketiciler, c) İkinci sınıf tüketiciler v.b. gibi, ... Buna göre her grup, kendinden evvelki grubun varlığına bağlı idi. Üretici grup ise, doğrudan doğruya, güneşe bağlı idi. Lindemann, "bir organizma, başlangıç enerjisi (güneş) olan kaynaktan ne kadar uzaklaşırsa, daha önceki enerji kaynağına daha az bağımlı olur." gerçeğini buldu. Saldırganlar ise, kendi avlarına bakarak, besinlerinde daha az sınırlıdırlar.

Genellikle zincirin her düzeyinde, hayvanlar gittikçe, boyca daha büyük olmaktadır. İlk küçük tüketici grup, ikinci sınıf tüketici gruba bakarak, sayıca daha hızlı üremektedir. Bundan ötürü de, varlıklarını sürdürebilirler. Besi pirami-



Tablo: 6. Çeşitli Zoo. ve Fito. planktonik organizmalar. (H. Liebmann - 1962)

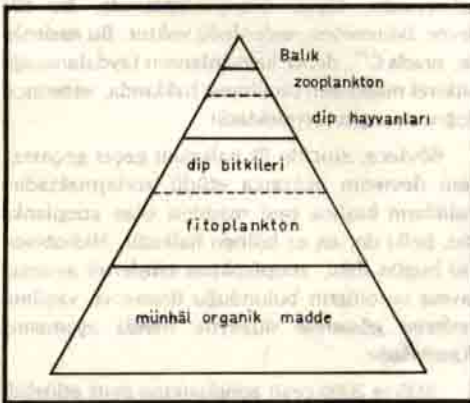
- 1 : **Daphnia pulex.**
- 2 : **Melosira granulata.**
- 3 : **Asterionella formosa.**
- 4 : **Daphnia magna.**
- 5 : **Corethra plumicornis larvası (Lampert).**
- 6 : **a - b, Tabellaria fenestrata (Minder).**
- 7 : **Moina rectirostris.**
- 8 : **Ceratium hirundinella.**
- 9 : **Pandorina morum, koloni.**
- 10 : **Endorina elegans, Koloni.**

dinin temelinde bulunan organizmalar, genellikle küçük ve daha boldurlar. Oysa, piramidin tepesine doğru organizmalar boyca büyük ve sayıca azalmaktadırlar. Halbuki, her halkanın canlı madde ağırlığı, kendinden evvelki halkanın, organizmalarının tüm ağırlığından daha küçüktür. Her alt halkada, balance daha hareketlidir. Yani, üreme oranı, tüketim oranının üstündedir. Zincirin kopmaması için her halka, kendinden sonraki halkanın tüketimi için, kaybettiğinden daha çok madde yaratmak zorundadır.

Sulardaki bitkisel üretimi ölçmek karışık bir problemdir: Besi piramidinin değişik halkalarının üretimini ölçmek için, önceleri; bitkisel bölümden, yani; fitoplankton üretiminden işe başlanırdı. Bu tür araştırma, karadaki besi zincirine bakarak çok güçlü. Çünkü, karadaki bitkilerin boyları epeyi büyüktü. Oysa, sulardaki organik maddenin ilkel üretimi, yani, plankton alglerinin (fitoplankton) toplanması çok güçlü.

Suların bitkisel üretimi nasıl ölçülecekti?

İlk zamanlar önemli sonuçlar vermeyen bazı değişik usullere başvuruldu. Örneğin: Çok uzun



Şekil: 7. Dipten satha kadar bir su kütlesindeki gıda materyelinin yoğunluklarına göre nispi dağılımı. (Juday - 1942)

süren şöyle bir metod öne sürüldü: Aralıklı sürelerle aynı sıvının içindeki hücreleri sayıp, bir evvelki ile kıyaslama yapmak veya sudaki madenî tuzların değişikliğinden bir sonuç çıkarmak; çünkü, bitkiler organik maddeyi meydana getirmek için madenî tuzlardan faydalanırlar.

Başka bir metod da şudur: Fotosentezin belli başlı maddelerinden biri olan chlorophyll'in miktarını bir su nümunesi içinde ölçmektir. Bu metod hakkında Fransız bilim adamı Jean-Marie Pêrés şöyle diyor: "Bu chlorophyll metodu belki güç değil, ancak eksiktir. Çünkü: Chlorophyll, hiçbir şey üretmeyen ölü bir hücrede bulunduğu gibi, birçok çoğalmalara neden olan, genç hücrelerde de bulunmaktadır."

O halde: Üretmeyi, yani fotosentezi ölçen bir metod bulmak gerekiyor.

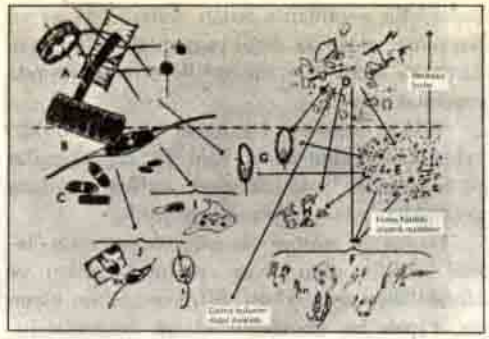
Bu gaye ile fotosentez oranını ölçmek için 2 teknik denendi.

1) Fotosentezde meydana gelen oksijen miktarını ölçmekle, fotosentez oranı da ölçülmüş olur. Fakat, bu metotta, sudaki organizmaların solunumuyla oksijen tüketimlerini de gözönünde tutmak gerekiyordu. Diğer taraftan, buna paralel olarak, Plymouth'ta İngiliz biyologları çok yalın bir teknik uyguluyorlardı. Su ile dolmuş bir kapta önceden, oksijenin başlangıcındaki yoğunluğunu ölçüyorlardı. Karanlıkta bırakılan bu kabın bir veya iki gün sonra, tekrar oksijeninin yoğunluğunu ölçerek, oksijen azalmasını hesaplıyorlardı. İki oksijen arasındaki farktan, organizmaların solunumuna bağlı oksijen tüketimi meydana çıkıyordu. Burada, suya ışık girmediği için fotosentez rol oynamamıştır. Su kabını sonradan güneşe çıkarıyorlar ve bu durumda oksijen tekrar ölçülüyordu. Oksijendeki artış, bu defa fotosentez yüzünden meydana geliyordu. Daha evvelden, mikro organizmaların solunumuna bağlı oksijen azalması bilindiği için, ikisi arasındaki farktan fotosentez oranı ölçülüyordu.

2) İkinci Dünya Savaşından sonra, Danimarkalı Steeman Nielsen tarafından geliştirildi.

Burada, bitki tarafından emilen radioaktif C^{14} 'in emilme oranı fotosentez miktarını göstermektedir. Bugün dahi kullanılan bu metotla, bitkisel ilk organik maddenin yaradılışı hakkında, yaklaşık bir bilgi edinebiliriz.

Ancak; Prof. Pêrés'in de dediği gibi, Carbon 14 'ün organizmalar tarafından fiksasyonu, her zaman ilk maddenin üreme oranına uymaz. Çünkü planktonlarda da yaşamın, uzun devreli türleri olduğu gibi, çok kısa devreli olanları da vardır. Bunlar da, besi zincirinin sonradan gelen halkaları tarafından kullanılabilir durumdadır. Bu yol ile fikse olan ve hesaplanan C^{14} , zincir hak-



Şekil: 8. Sularn dibinde mikro organizmalar tarafından gıda zincirinin oluşturulması. (Mars - 1942)

A: Phytoplankton; B: Az - çok yüzeblen diatom'lar; C: Dipte yaşayan Diatom'lar; D: Detritus materyeli; E: Bacteriler; F: Renksiz flagellat'lar; G: Ciller'lar; H: Küçük Amip'ler; I: Büyük Amip'ler; J: Büyük renksiz Flagellat'lar.

kında yanlış bir fikir verecektir. Çünkü, bu cinsler ölecek ve çabuk parçalanacaklardır. Böylece, besi piramidinin daha yüksek halkalarına fayda sağlamadan kaybolacaklardır.

Örneğin; Pêrés ve arkadaşları Akdeniz'de organik maddeyi meydana getiren planktonların ancak $1/3$ 'i, daha sonraki besi halkası için, besin olarak faydalı olabiliyordu. Öteki $2/3$ 'ünü kapsayan türlerin yaşam devreleri o kadar çabuk deviniyordu ki, onları kullanabilecek zaman kalmıyordu. Oysa, Manş Denizinde, bu tür devre, bilinmeyen nedenlerle yoktur. Bu nedenle de, orada C^{14} , deniz hayvanlarının faydalanacağı bitkisel maddenin ölçülmesi hakkında, yeterince doğru sonuçlar vermektedir.

Böylece; zincirin ilk halkasını geçer geçmez, yeni devrenin miktarca etüdü zorlaşmaktadır. Balıkların başlıca besi maddesi olan zooplankton, belki de, en az bilinen halkadır. Hidrobiyoloji bugün dahi, zooplankton cinslerini ayırma, sayma ve onların bulunduğu üreme ve yayılma yerlerini gösterme düzeyini henüz aşamamış durumdadır.

1935'te 2000 çeşit zooplankton ayırt edilebilmiştir. 1974'de ise bu sayı 6300'e yükselmiştir. Bu türlerin sayısı, karadaki benzerlerinden çok düşüktür. Karada, yüzbinlerce çeşit böcek türü bilinmektedir. Oysa, zooplanktonlar düzeyinde, madde üremesini ölçmek için elde metodlar hemen hemen hiç yoktur.

Halkalar ilerledikçe araştırmalar karışık durum almaktadır. Mikroskop aracı dışında, bitki ile beslenen veya et yiyen planktonlar arasındaki farkı gösteren bir teknik, bugün yoktur. Bazı bilim adamlarına göre tüm bitkisel yaşam ile hayvansal yaşamı ayırma, ancak klorofilin yardımı ile olabilmektedir. nk: Chlorophylle yalnız bitkilerde olan bir özelliktir. Zira, bu iki cins plankton arasında, bunun dışında, hiçbir kimyasal fark bugüne kadar bulunamamıştır. Bundan başka, yine, bilim adamlarının bildiklerine göre, hayvan diye vasıflandırılan bazı türlerde de Chlorophylle'in bulunduğu aşıkardır.

Öte yandan, bitki ile beslenenlerin szdkleri suyun içinde hem fitoplankton, hem zooplankton bulunmuştur. Aralarında canlı, l parçaları, bakteri ve organik maddeler de bulunmaktadır.

Acaba, l organik madde hayvana faydalı oluyor mu?

Yakın zamanlarda İngiltere'de yapılan araştırmalar bunu doğrulamıştır. Fakat, bilim, bunu henüz gerçek olarak kabullenemiyor. Hayvanın yuttuğu l organik maddeden değil de, orada bulunan bakterilerden faydalandığı zannediliyor. Bundan ötürü; sularda, bakteriler tarafından tamamlanan, ilkel halkadaki üretim bahis konusudur denilmektedir.

Hl böyle olunca: Bakteriler temel yaşam zincirini kısa devre yapmakla, bozmuyorlar mı?

Yani, normal piramidin tepesinden, tekrar inişi beklemeden, bir yükselme oluyor mu?

Besi zinciri devresinin, tek yönde devindiği, biliniyordu. Oysa; bilim adamları sonradan birçok yönde de ayrıntılı besi devrelerine rastladılar. Değişik yönde olan bu besi devreleri arasında madde, durmadan ve her yönde dönüyor. Yani, canlı kitle, l organik madde (parçacıklar) ve erimiş maddeler arasında durmadan, her yönde birbiri ile karşılaşmaktadır.

Bitki ile beslenen halkanın etüdü çok karışıktır. Bazı zooplankton tipleri, hatt, zincirin daha st kademelerindeki bazı balık türlerinde de, genç oldukları zaman, bitki ile beslenirler. Yaşlandıkları zaman ise, etle beslenmeye başlarlar. Bitkisel planktonda uygulandığı gibi, zooplanktonların C¹⁴n ölçecek yalın bir metod yoktur. Ancak, bazı tipik zooplanktonların laboratuvarında beslenme ve solunum oranları llebilmektiştir. Bu llerin, özgürlük içinde, açık sularda yaşayan planktonlara tatbiki Őimdilik uygulanamamaktadır.

Ayrıca, plankton üremesi ve çoğalması problemi de henüz ilkel durumdadır. nk, bu planktonların doğal ortamı içinde üretme imkni

henüz yoktur. Bugüne kadar laboratuvarında tüm bir kuşak zooplankton retme Őerefi Dr. M. Mullin ve de Scripps'indir. Bunlar, derin Okyanus, kopepod türleri üretimini başarı ile yapabilmislerdir. Bugün İngiltere ve İskoçya'da da bu alanda çalışmalar yapılmaktadır. Bakalım, bu durum bizi ne gibi yeni sonuçlara doğru götürecektir?

Bakterilerin oynadığı baş rol veya organik maddenin dönüş yolu nedir?

Crdk ki, besi zincirinin nicesel (quantitative) bilgileri, hayvansal devre hakkında çok sınırlı bir durumdadır. Değişik organizmaların ne kadar süre içinde, ne kadar plankton tüketimi yaştıkları henüz pek bilinmemektedir.

Devrenin teki yarısına gelince: Yani, dönüş yoluna ki, burada organik madde, yeniden elementel maddeye dnmektedir. Bu safhada bilim, derin su bakterilerinin araştırmalarında çok geri kalmıştır. Oysa; karadaki veya tatlısulardaki bakteriler konusunda, daha fazla bilgi sahibiyiz bugün.

Bu alanda geri kalmanın nedenlerinden biri; bakterilerin çok derin sularda yaşayamaz kanısı olmuştur. Son zamanlara kadar bu kanı etkisini sürdürmüştür.

Diğer bir neden de; derin denizlerde yaşayan bakterilerin tatlısulardaki gibi, bol miktarda bulunmaması nedeninin, iyi açıklanmamış olmasıdır. Cllerde, bakterilerin büyük bir kısmı, suda süspansiyon halinde bulunur. Denizlerde ise, tersine; yüzey ile dip arasındaki suda pek az sayıda bakterileri bulunur. Özellikle, büyük kısmı dip çamurunda yaşar; bundan ötürü de, etüd edilmeleri glecektedir. Bu bakteriler genellikle tek hücreli mikroorganizmalardır. Çok değişik biçimleri, boyları ve yaşamları vardır. Büyük çoğunlukla organik maddelerle beslenirler. Fakat, aralarında öyle türler vardır ki, tıpkı bitkilerin yaştığı gibi, inorganik maddeden kendi protoplazmasını meydana getirir. Bazı tür bakterilerde de, güneş işiği yerine kimyasal enerji kullanmaktadırlar. Bu bakteriler, fotosentezin imknsiz olduğu, derin tabaklarda, inorganikten organik maddeyi meydana getiren tek canlılardır. Birçok bakteriler, bazı organizmalara besi maddesi olma ödevini yüklenmişlerdir. Böylece; bakteriler besi zincirindeki değişik fonksiyonları ile zincirin noksan kalan halkasını tamamlamaktadırlar.

Bugün: Bilginler büyük bir gayretle, deniz bakterileri cinsleri ve çeşitli fonksiyonlarını tanımaya çalışmaktadırlar. Fakat, onların hakik miktarını saymak için elverişli bir metodu henüz ortaya atamamışlardır. Onların değiştirdiği (d-

nüştürdüğü) organik maddeyi ölçmek için de, bugün bir metod yoktur. Bugün, bakteriler hakkındaki verilerimizi az çok karışık duruma sokan bir taraf da, bakterilerin tamamen bilinmeyen ve henüz tam olarak tesbit edilemeyen sebeplerden ötürü, olağanüstü hızla çoğalmalarıdır.

Böylece; sulardaki yaşam devresinin sayısı etüdü, hayvansal halkada olduğu gibi, bakteri halkasında da engellenmiş oluyor.

Hayvan ve bitki kalıntılarının etüdü de, pek ileri durumda değildir. Bu konu, besi zincirinin önemli unsurudur. Çünkü, şimdiye kadar büyük derinliklerin canlı varlıklarının sadece yukardaki yaşam devresini tamamlamış olan yaratıkların, aşağıya doğru yağmur gibi inen, ölü kalıntıları ile beslendikleri kanısı vardı. Fakat, bugün bu fikir zayıflamış ve ölü yağmuru da önemini kaybetmiştir.

Şöyle ki; aydınlık tabakadan inen organik maddenin 1/10 ile 1/30'ü ancak 400 - 500 m. derinliklere kadar inebiliyor ve bunlarda, bilhassa bu arada sindirilmeyen ve ağır eriyen maddeler türünden oluşmaktadır.

Pasifik'te Sovyet bilgini Mikail Vinogradov, "Vítiaz" araştırma gemisinde yaptığı araştırmalarla şu sonuca vardı: Yüzeyden gelen organik yağmur 1500 ile 2000 m.'yi pek aşmamaktadır. O halde; büyük derinliklerin beslenme kaynağı olarak, muhtelif seviyelerde dikey yönde vukubulan göçler olabilir. Yani; her hayvan yukardaki tabakada beslenecek, aşağıdaki tabakada ise yem olacaktır. Böylece organik madde de alt tabakalara taşınacaktır.

Bilginlerin çoğu, dikey göçlerin var olduğunu kabul etmekle beraber, onların büyük derinliklere inebileceklerine pek inanmamaktadırlar. Bir Batiscaphe uzmanı olan Prof. Pérès de dikey göçlerin 4000 ile 5000 metreye kadar olabileceğini; ancak, ondan sonra değerini kaybettiğini öne sürüyor. O, yukardan inen besin yağmurunun her derinlikte yeniden var olduğuna inanmaktadır. Ancak, "tek bir yağmur yoktur" diyor Pérès. Bu, üst tabakalardan başlayarak derinlere kadar inen tek yağmur anlamına değildir. Her düzeyden başlayan yeni bir yağmur vardır. Hatta, en büyük derinliklerde bile. Ancak, ünlü bilgin Prof. J. D. H. Strickland daha temkinli davranmıştır. Ona göre; devamlı devinen ve değişen bir dev sıvı kütlelerinde yapılan araştırmalar, bugün için, besi zinciri hakkında gerekli bilgiyi sağlaya-

mamıştır. Elde edilen bilgiler ise, özellikle etle beslenen düzeyde dahi, gerçeği yansıtmaktan çok uzaktır.

Ultramodern teknoloji hidrobiyologlara yararlı olabilir mi?

Bugün, Hidrobiyolojide de öteki bilimlerde kullanılan modern araçlar uygulanmaktadır. Eski klasik metod şöyle idi: Bir su kütlelerinin içindeki besi maddelerini araştırmak için bir şişe su alınır ve içindeki fosfor, azot, v.b. maddeler analiz yolu ile meydana çıkarılırdı. Bugün ise modern sağlık evlerinde olduğu gibi, kanın süratli analizlerinde ve otomatik olarak çalışan elektronik auto-analyseur olarak sayan, başka tip elektronik bir araç da, sudan alınan bir örneğin içindeki organizmaların tüm sayısını ortaya çıkarmakta kullanılmaktadır.

Bugün, balıkların yem değiştirmelerini öğrenmek için, biyologlar hayvanlara küçük radyo vericileri bağlamaktadırlar. Başka yeni araçlar ise, gemi hareket halinde iken bile, suyun tüm analizlerini gerçekleştirebilmektedir. 1966'dan beri de, zooplanktonların otomatik olarak sayısını veren, yeni araç ve metodlar kullanılmaktadır. Bugün, azot ve fosforun devinip ve değişmesi radioaktif izotopları kullanılmak suretiyle takip edilmektedir.

XX. yüzyıl sonuna doğru, artık açıkça bilinmektedir ki; dünya nüfusu 7 milyarı geçecektir. Öte yandan; Okyanus suları, gezegenimizin hem saha, hem de kütle itibarıyla az çok % 70'ini kaplayan ve bugün tam olarak faydalanılamayan, büyük bir bölümü olarak ortada duruyor. Bu nedenle, sulardan üretim problemi, yani; organik maddeyi üreten canlıların kapasitesinin tesbiti, gelecekteki insanlık âlemi için, en başta gelen büyük bir önemi taşımaktadır.

Bu üretimi insanlığın faydalanabileceği duruma nasıl getirebiliriz?

Gezegensel boyutlarla tanımlanan bu dev santiyede, insan daha emekleme düzeyini aşmamıştır. Oysa, ölçülebilene, gün ve saatlere göre, süre çok kısa ve sınırlıdır. Yani, kaybedilecek her saniye bile büyük değer taşımaktadır.

Ünlü biyolog Maurice Aubert bu konuda şöyle demektedir: "Yeteri kadar üretime erişmek, bugünkü şartlarda mümkün değildir. Ancak, bu yolda insanlığı, olağanüstü ve sınırsız bir çaba için birleştirebilecek, insansal bir deha kurtarabilir."