

# SUCUL EKOSİSTEMLERDE ÜRETİM

Prof. Dr. Dursun AVŞAR



AKADEMİSYEN  
KİTABEVİ

© Copyright 2019

*Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.*

**ISBN**

978-605-258-411-8

**Sayfa ve Kapak Tasarımı**

Akademisyen Dizgi Ünitesi

**Kitap Adı**

Sucul Ekosistemlerde Üretim

**Yayıncı Sertifika No:**

25465

**Yazar**

Prof. Dr. Dursun AVŞAR

**Baskı ve Cilt**

Bizim Dijital Matbaa

**Yayın Koordinatörü**

Yasin DİLMEN

**Bisa Code:**

TEC049000

**DOI**

10.37609/akya.1427

**GENEL DAĞITIM**

**Akademisyen Kitabevi A.Ş.**

*Halk Sokak 5 / A*

*Yenişehir / Ankara*

*Tel: 0312 431 16 33*

*siparis@akademisyen.com*

**www.akademisyen.com**

## SUNUŞ

Su Ürünleri sektörü, bu yüzyılın ilk çeyreği itibariyle sergilediği büyüme eğilimi sayesinde hak ettiği yere doğru hızla yaklaşmıştır. Bu bağlamdan olmak üzere, dünyanın yıllık su ürünleri üretimi son 50 yılda ortalama %3.2'lik bir hızla sürekli yükselme eğilimi sergilerken; aynı dönemdeki nüfus artışı sadece %1.6'lık hızla kendini hissettirebilmiştir. Son istatistiklere göre dünyanın yıllık su ürünleri üretimi ise neredeyse 160 milyon tonlara kadar dayanmış durumdadır. Kişi başına tüketilen su ürünü miktarı aynı dönem başlarında 9.9kg iken; bu değer son yıllarda 19.2kg'a kadar yükselmiştir. 2010 yılı itibariyle su ürünleri, hayvansal protein ihtiyacının %16.7'sini, toplam protein ihtiyacının ise %6.5'ini karşılayacak düzeylere çıkmıştır. Diğer taraftan dünyamızda 2.9 milyar insan hayvansal protein ihtiyacının %20'sini; 4.3 milyar insan ise %15'ini su ürünlerinden karşılar duruma gelmiştir.

Ülkemizin gerek üç tarafının denizlerle çevrili olması ve gerekse iç suları itibariyle azımsanmayacak bir su ürünleri potansiyeline sahip olduğu bir gerçektir. Bugün için söz konusu potansiyelin sürekli en yüksek seviyede elde edilebilen ürün düzeyinde kullanıldığını ileri sürmek pek de olası görünmüyor. Her ne kadar bilim insanları potansiyelin sürdürülebilirliğine yönelik son yıllarda azımsanmayacak derecede eserler vermiş olsalar da; maalesef bazı alanlarda henüz istenen düzeye ulaşılamamıştır. Bu alanlardan biri de su ürünlerinin temelinde gerçekleşen üretim ve bunun sucul ekosisteme nasıl giriş yaptığı hususudur. O nedenle bu kitapta bugün için ihtiyaç duyulan alanların başında gelen "Sucul Üretim" ya da "Sucul Ekosistemlerde Üretim" konusu ele alınmıştır.

Ayrıca bu kitapla su ürünlerinin şekillenmesinde temeli oluşturan birincil üretim ve herhangi bir sucul ekosistem itibariyle besin piramidinde bir üst beslenme adımıyla şekillenen ikincil üretim ile bu üretimlerin oluşumundan sorumlu proseslerin neler olduğu, belirleme yöntemleri, sözü edilen proseslerin nasıl işlediği, gerek duyulan maddeler ve etki eden faktörler ele alınmak suretiyle ülkemizde henüz gelişme aşamasında olan su ürünleri sektörüne yeni bir Türkçe kaynak kazandırılmaya çalışılmıştır.

Bu kitabın meslektaşlarıma, öğrencilere ve diğer tüm okuyuculara yararlı olmasını diliyorum.

Sarıçam-ADANA  
Prof. Dr. Dursun AVŞAR

# İÇİNDEKİLER

Sunuş .....	iii
Şekiller Listesi.....	iv
Tablolar Listesi .....	vi
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Kemosentez.....	5
1.1.1. Farklı Organizmalar için Kemosentez Mekanizması .....	6
1.1.1.1. Nitrit-Nitrat Bakterilerinde Kemosentez (Azot Oksidasyonu).....	7
1.1.1.2. Kükürt Bakterilerinde Kemosentez (Kükürt Oksidasyonu).....	8
1.1.1.3. Demir Bakterilerinde Kemosentez (Demir Oksidasyonu).....	9
1.1.1.4. Hidrojen Bakterilerinde Kemosentez (Hidrojen Oksidasyonu).....	10
1.1.1.5. Metan Bakterilerinde Kemosentez (Metan Oksidasyonu) .....	10
1.2. Mevcut Ürün (Standing Crop, Standing Stock) Kavramı .....	11
<b>2. BİRİNCİL VE İKİNCİL ÜRETİM .....</b>	<b>13</b>
2.1. Okyanuslarda Birincil Üretimin Coğrafik Değişimi .....	14
2.2. Organik Üretim (Mevcut Stok ya da Mevcut Ürün)'in Ölçümü.....	17
2.2.1. Direk Sayım .....	19
2.2.2. Karbonhidrat Tahmini .....	19
2.2.3. Zooplankton Sayımı.....	19
2.2.4. Adenozin Trifosfat (ATP) Tahmini.....	20
2.2.5. Besin Tuzları (Nütrinet) Alımının Ölçümü.....	21
2.2.6. Klorofil Tahmini.....	23
2.2.6.1. Fotosentez.....	24

2.2.6.1.1. Fotosentez Miktarının Tahmini.....	27
2.2.6.1.1.1. Üretilen Oksijen Miktarından Fotosentez Miktarının Belirlenmesi.....	28
2.2.6.1.1.2. Tüketilen Karbondioksit Miktarından Fotosentez Miktarının Belirlenmesi.....	33
2.4. Birincil Üretime Etki Eden Faktörler .....	35
2.4.1. Işık.....	35
2.4.1.1. Üretimin Vertikal Değişimi .....	42
2.4.2. Sıcaklık.....	45
2.4.3. Besin Tuzları .....	49
2.4.3.1. Karbon (C) .....	50
2.4.3.1.1. Karbon Döngüsü .....	52
2.4.3.2. Azot (N) .....	54
2.4.3.2.1. Azot Döngüsü .....	56
2.4.3.3. Fosfor (P) .....	59
2.4.3.3.1. Fosfor Döngüsü .....	61
2.4.3.4. Silisyum (Si).....	63
2.4.3.4.1. Silisyum Döngüsü .....	64
2.4.4. Diğer Gerekli Elementler .....	65
2.4.4.1. Demir (Fe).....	66
2.4.4.2. Bakır (Cu).....	67
2.4.4.3. Manganez (Mn) .....	67
2.4.4.4. Yapay Deniz Suyu Ortamı .....	67
2.4.5. Birincil Üretimi Etkileyen Diğer Faktörler .....	69
2.4.5.1. Upwelling .....	70
2.4.5.1.1. Langmuir Girdabı .....	71
2.4.5.1.2. Kıyusal Upwelling .....	71
2.4.5.1.3. Ekvatorial Upwelling .....	73

2.4.5.1.4. Antarktik Upwelling .....	73
2.4.5.1.5. Upwelling Sahaları.....	74
2.4.5.2. Sıcaklık.....	75
2.4.5.3. Tuzluluk (Salinite).....	77
2.4.5.4. Bulanıklık (Turbidite) .....	77
2.4.5.5. Su Hareketleri.....	78
2.4.5.5.1. Konveksiyon.....	78
2.4.5.5.2. Rüzgarlar .....	79
2.4.5.5.3. Nehir Akıntıları .....	79
2.4.5.5.4. Med-Cezir (Gel-Git).....	80
2.4.5.5.5. Viskozite (Akışkanlık).....	80
2.4.5.5.6. Yoğunluk .....	81
2.4.5.5.7. Otlama (Grazing) .....	82
<b>3. NÜTRİENT DAĞILIMI VE FİTOPLANKTON .....</b>	<b>87</b>
3.1. Horizontal Dağılım .....	87
3.2. Vertikal Dağılım.....	90
3.3. Ötrofikasyon.....	92
<b>4. OTLAMA (GRAZING) ORANININ TAHMİNİ .....</b>	<b>97</b>
<b>5. İKİNCİL ÜRETİM.....</b>	<b>101</b>
5.1. İkincil Üretimi Tahmin Yöntemleri .....	103
5.1.1. Kohort (Kuşak ya da Tertip) Üretiminin Tahmin Edilmesi .....	105
5.1.2. Sürekli Çoğalma Özelliği Gösteren Popülasyonlarda Üretimin Tahmin Edilmesi.....	111
Kaynaklar.....	113
Teknik Terimler İndeksi.....	119

## ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1. Sucul ekosistemde gerçekleşen madde ve enerji döngüsü ..... 4
- Şekil 2. Alglerde fotosentetik sistemin şematik görünümü .....26
- Şekil 3. Birincil üretimi ölçmede kullanılan gran yöntemi .....29
- Şekil 4. Karışım derinliği, kritik derinlik ve kompenzasyon derinlikleri arasındaki ilişkinin şematik görünümü .....31
- Şekil 5. Işık ile fotosentez arasındaki ilişkinin şematik görünümü .....37
- Şekil 6. Solunum, fotosentetik üretim ve kompenzasyon noktasının vertikal anlamda birbirlerine göre durumları .....39
- Şekil 7. Bazı sucul fitoplanktonik canlılarda foot kandil cinsinden ışık şiddetine karşılık göreceli olarak fotosentez düzeyi eğrisi .....41
- Şekil 8. Işık şiddetine göre gerçekleşen fotosentez düzeyinin derinlikle değişimi.....43
- Şekil 9. Işık şiddetinin sabah erken, aydınlık bir günün kuşluk vakti ve öğle civarı olmak üzere günün üç periyodu için neden olduğu fotosentez düzeyinde gözlenen değişim .....43
- Şekil 10. Işık şiddetine karşılık fotosentez düzeyinin vertikal değişimi .....44
- Şekil 11. Su kolonunun yüzey suyu, doyma yoğunluğunun altındaki derinlik ve fotik zonun alt sınırında gerçekleşen fotosentez düzeyinin gün içindeki değişimi .....45
- Şekil 12. Birbirinden bağımsız olan  $F_1$  ve  $F_2$  gibi iki çevresel faktörün değişimine bağlı olarak net fotosentez miktarının değişimi .....46
- Şekil 13. Fotosentezin fosfat ve sıcaklık tarafından ayarlanması .....48
- Şekil 14. Tokyo Körfezindeki potansiyel fotosentez miktarı, ( $P_{maks}$ ) ve sıcaklığın mevsimsel değişimi .....49
- Şekil 15. Bir alg kültürünün fotosentez olayı sırasında içinde bulunduğu ortamın  $CO_2$  ve klorofil düzeyinde zamanla gözlenen değişimler .....51

Şekil 16. Sucul ortamda karbon dolaşımı .....	52
Şekil 17. Sucul ortamda azot dolaşımı .....	58
Şekil 18. Amonyum, nitrit ve nitratın mevsimsel değişimi .....	59
Şekil 19. Manş Denzinde fosfor yoğunluğunun mevsimsel değişimi.....	60
Şekil 20. Ortamdaki ortofosfat yoğunluğu ile klorofil miktarının yıl içinde zamana göre değişimi .....	61
Şekil 21. Sucul ortamda fosfor dolaşımı .....	62
Şekil 22. Fosfatın mevsimsel değişimi .....	63
Şekil 23. Upwelling tipleri .....	72
Şekil 24. Upwelling sahalarının dünya okyanuslarındaki dağılışı .....	75
Şekil 25. Ilıman iklim kuşağı planktonik organizmalarının mevsimsel gelişimi .....	76
Şekil 26. Işık, sıcaklık, besin tuzları, mevcu diyatom, dinoflagellat ve zooplankton stoklarının sıcak iklim kuşağı sucul ortamında mevsimsel değişimi .....	82
Şekil 27. Herhangi bir ortamın nütrient, fitoplankton ve zooplanktonik organizma yoğunluğu arasındaki ters ilişki .....	83
Şekil 28. Birincil üretimin dünya okyanusları itibariyle dağılımı .....	88
Şekil 29. Baja kaliforniya'daki punta collnet açıklarında dokuz temmuz 1965'te yüzey suyunda litrede $\mu\text{g}$ olarak ölçülen nitrat değerleri .....	90
Şekil 30. Standart derinliklerden şişelerle sağlanan örneklerden elde edilen Klorofil-a değerleri ile sürekli örneklemeden sağlanan Klorofil-a değerlerinin vertikal değişimi .....	91
Şekil 31. Tek bir kuşağa ait kopepodların farklı safhaları için maksimum olarak bulunurlukları arası zaman aralığının tahmin edilmesi .....	110



## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Kemosentetik bakterilerin kemosentez mekanizmaları .....	7
Tablo 2. Şişe deneyine sayısal bir örnek .....	33
Tablo 3. Fitoplankton büyümesinde kullanılan yapay deniz suyu ortamı .....	69
Tablo 4. Önemli upwelling alanlarındaki günlük üretim düzeyleri. ....	75
Tablo 5. İki otlama şiddetinin bir fitoplanktonik popülasyonda zamanla meydana getireceği değişim .....	85

## KAYNAKLAR

1. AKMAN, Y., DARICI, C., 1998. Bitki fizyolojisi. Çukurova Üniversitesi Yayınları, Çukurova Üniversitesi Basımevi. 342s.
2. ANDERSON, G.C., 1969. Subsurface chlorophyll maximum in the northeast Pacific Ocean. *Limnol. Oceanogr.* 14: 386-391.
3. ARMSTRONG, F.A.J., STEARNS, C.R. and STRICKLAND, J.D.H., 1967. The measurement of upwelling and subsequent biological processes by means of the Technicon Autoanalyser and associated equipment. *Deep-Sea Res.* 14: 381-389.
4. BANZE, K., 1974. The nitrogen to phosphorus ratio in the photic zone of the sea and the elemental composition of the plankton. *Deep-Sea Res.* 21: 767-771.
5. BARNES, H., 1949. On the volume measurement of water filtered by a plankton pump, with an observation on the distribution of plankton animals. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 28: 651-662.
6. BARNES, H. and MARSHALL, S.M., 1951. On the variability of replicate plankton samples and some applications of "continuous" series to the statistical distribution of catches over restricted periods. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 30: 233-263.
7. BLACKMAN, F.F., 1905. Optima and limiting factors. *Ann. Bot.* 19: 281-295.
8. BOZCUK, S., 1986. Bitki Fizyolojisi, Metabolik olaylar. Hatipoğlu Yayınevi, 174s.
9. BROWN, T.E., and RICHARDSON, F.L., 1968. The effect of growth environment of the physiology of algae; light intensity. *J. Phycol.* 4: 38-54.
10. BRYAN, J.R., RILEY, J.P. and LEB. VILLIAMS, P.J., 1976. A Winkler procedure for making precise measurement of oxygen concentration for productivity and related studies. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 21: 191-197.
11. CASSIE, R.M., 1959. Micro-distribution of plankton. *New Zealand J. Sci.* 2: 398-409.
12. CUSHING, D.H., 1951. The vertical migration of planktonic Crustacea. *Biol. Reviews*, 26: 158-192.
13. CUSHING, D.H., 1959. The seasonal variation in oceanic production as a problem in population dynamics. *J. Cons. Intern. Explor. Mer*, 24 (3): 455-464.
14. CUSHING, D.H., 1964. The work of grazing in the sea. In *Grazing in Terrestrial and Marine Environments*. Ed. D.J. Crisp, Blackwell, London, 207-225pp.
15. DAVIS, C.O., BRAITNER, N.F. and HARRISON, P.J., 1978. Continuous culture of marine diatoms under silicon limitation. 3. A model of Si-Limited growth. *Limnol. Oceanogr.* 23: 41-52.
16. DAVIS, JR. R.A., 1972. Principles of oceanography. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. Philippines, 434p.

17. FUJITA, Y., 1970. Photosynthesis and plant pigments. Bull. Plankton. Soc. Japan, 17: 20-31.
18. GOERING, J.J., WALLEN, D.D. and NAUMAN, R. M., 1970. Nitrogen uptake by phytoplankton in the discontinuity layer of the eastern subtropical Pacific Ocean. Limnol. Oceanogr. 15: 789-796.
19. GOLDMAN, J.C., McCARTHY, J.J. and PEAVEY, D.G., 1979. Growth rate influence on the chemical composition of phytoplankton in oceanic waters. Nature, vol. 279: 210-215.
20. GORDON, L.I., PARK, P.K., HAGER, S.W. and PARSONS, T.R., 1971. Carbon dioxide partial pressures in North Pacific surface waters-time variations. J. Oceanogr. Soc. Japan. 27: 81-90.
21. GÖKSU, M.Z.L., 2003. Su Kirliliği. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 7. 231s.
22. HAMA, T., MIYAZAKI, T., OGAWA, Y., UNAKUMA, T., TAKAHASHI, M., OTSUKI, A. and ICHIMURA, S., 1983. Measurement of photosynthetic production of marine phytoplankton population by using a stable C<sup>13</sup> isotope. Mar. Biol. 73: 31-37.
23. HEWITT, E.J., 1957. Some aspects of micro nutrient element metabolism in plants. Nature, 180: 1020-1022.
24. HOLM-HANSEN, O., 1970. ATP levels in algal cells as influenced by environmental conditions. Plant Cell Physiol. 11: 689-700.
25. ICHIMURA, S., 1967. Environmental gradient and its relation to primary productivity in Tokyo Bay. Records. Oceanogr. Works. Japan. 9: 115-128.
26. ICHIMURA, S., SAIJO, Y. and ARUGA, Y., 1962. Photosynthetic characteristics of marine phytoplankton and their ecological meaning in the chlorophyll method. Bot. Mag., Tokyo, 75: 212-220.
27. KIZIROĞLU, İ., 1994. Genel Biyoloji. Desen Yayınları, 527s.
28. KOBLENTZ-MISHKE, O.J., VOLKOVINSKY, V.V. and KABANOVA, J.G., 1970. Plankton primary production of the world oceans. In scientific exploration of the South Pacific, Standard Book No: 309-01755-6. Nat. Acad. Sci., Wash., 183-193.
29. KOCATAŞ, A., 2012. Genel Oseanoloji Deniz Bilimlerine Giriş. Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd Şti. ISBN: 978-605-4485-40-6. 357s.
30. KOK, B., 1960. Efficiency of photosynthesis. In handbuch der pflanzen physiologie, Ed: W. Ruhland Springer Verlag, New York, Vol. 5: Part 1, pp. 563-633.
31. KOK, B., and HOCH, G., 1961. Spectral changes in photosynthesis. In a symposium on light and life. Eds: W.D. McElroy and B. Glass, The Johns Hopkins Pres, Baltimore, 397-423pp.
32. KOVALA, B.P., LARRANCE, J.D., 1966. Computation of phytoplankton cell numbers, cell volume, cell surface and plasma volume per litter from microscopical counts. 95p.

33. LEWIN, J., 1966. Silicon metabolism in diatoms. V. Germanium dioxide, a specific inhibitor of diatom growth, *Phycologia*, 6: 1-12.
34. LIVINGSTON, R.J., 2001. *Eutrophication Processes in Coastal Systems*. CPR Press New York, 327p.
35. LUI, N.S.T. and ROELS, O.A., 1972. Nitrogen metabolism of aquatic organisms. II. The assimilation of nitrate, nitrite and ammonia by *Biddulphia aurite*. *J. Phycol.* 8: 259-264.
36. McLAUGHLIN, J.J.A. and ZAHL, P.A., 1966. Endozic algae. In *symbiosis*, Ed: S.M. Henry. Academic Pres, New York, 257-297pp.
37. MENZEL, D.W., HULBERT, E.M. and RYTHER, J.H., 1963. The effects of enriching Sargossa Sea water on the production and species composition of the phytoplankton. *Deep-Sea Res.* 10: 209-219.
38. NIERMANN, U., KIDEYS, A.E., BESIKTEPE, S., BODEANU, N., GOU-BANOVA, A., KHOROSHILOV, V., MIKAELIAN, A., MONCHEVA, S., MUTLU, E., NEZLIN, N., PETRANU, A., SENICHKINA, L., SHIGANOVA, T., 1995. An assessment of recent Pyhto-and Zooplankton migrations in the Black Sea and planning for feature. Report on the meeting of marine biologists in Erdemli, Turkey, 20 Feb.-3 Mar. 1995. TU-Black Sea Project, NATO Science for Stability Program. 100p.
39. NORTH, B.B., 1975. Primary amines in California coastal waters: Utilization by phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* vol. 20: 20-27.
40. ÖZEL, İ., 1992. *Planktonoloji I*, E.Ü. Fen Fak. Ders Kitabı, No: 145, E.Ü. Basımevi, Bornova, İzmir, 358s.
41. ÖZEL, İ., 2005. *Planktonoloji I*, (Plankton Ekolojisi ve Araştırma Yöntemleri), E.Ü. Su Ürünleri Fak. Yayın No: 56, E.Ü. Basımevi, Bornova, İzmir, 271s.
42. PARSONS, T.R., TAKAHASHI, M., HARGRAVE, B., 1990. *Biological oceanographic process*. Third edition. Pergamon Press, Oxford, England, 330p.
43. PLATT, T. and SUBBA RAO, D.V., 1975. Primary production of marine microphytes. In *photosynthesis and productivity in different environments*. Cambridge Univ. Pres (U.K) 249-280.
44. PROVASOLI, L., 1958. Nutrition and ecology of protozoa and algae. *Ann. Rev. Microbiol.* 12: 279-308.
45. PROVASOLI, L., McLAUGHLIN, J.J.A. and DROOP, M.R., 1957. The development of artificial media for marine algae. *Archiv. Mikrobiol.* 25: 392-428.
46. RABINOWICTCH, E., and GODVINDJEE, A., 1969. *Photosynthesis*. John Wiley, 273p.
47. REDFIELD, A.C., 1934. On the production of organic derivatives in sea water and their relation to the composition of plankton. *James Johnstone Memorial Volume (Liverpool)*. 176p.
48. REDFIELD, A.C., McARTHUR, J.J. and PEAVEY, D.G., 1979. Growth rate influence on the chemical composition of phytoplankton in oceanic waters. *Nature*, 279: 210-215.

49. RICKER, W.E., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Fish. Res. Bd. Bull. 119: 300p.
50. RILEY, G.A., 1946. Factors controlling phytoplankton populations on Georges Bank. J. Mar. Res. 6: 54-73.
51. RILEY, J.P. and CHESTER, R., 1971. Introduction to Marine Chemistry. Academic Pres, London, 465p.
52. RYTHER, J.H., 1956. Photosynthesis in the Ocean as a function of light intensity. Limnol. Oceanogr. I, 61-70.
53. RYTHER, J.H., 1965. The measurement of primary production. Limnol. Oceanogr. 1: 72-84.
54. RYTHER, J.H. and KRAMER, D.D., 1961. Relative iron requirement of some coastal and offshore plankton algae. Ecology, 42: 444-446.
55. STEEMANN NIELSEN, E., 1958. Experimental methods for measuring organic production in the sea. Rapp. Proc.-Verb. Cons. Int. Explor. Mer. 144: 38-46.
56. STEEMANN NIELSEN, E., HANSEN, V. Kr. and JORGENSEN, E.G., 1962. The adaptation to different light intensities in *Chlorella vulgaris* and the time dependence on transfer to a new light intensity. Physiol. Plant. 15: 505-517.
57. STEEMANN NIELSEN, E. and JORGENSEN, E.G., 1968. The algae. I. General part. Physiol. Plant. 21: 401-413.
58. STRICKLAND, J.D.H., 1965. Production of organic water in the primary stages of the marine food chain. In chemical oceanography. Ed: J.P. Riley and G. Skirrow, Academic Pres, London, Vol. 1: 477-610.
59. STRICKLAND, J.D.H., 1968. A comparison of profiles of nutrient and chlorophyll concentrations taken from discrete depths and by continuous recording. Limnol. Oceanogr. 13: 388-391.
60. STRICKLAND, J.D.H. and PARSONS, T.R., 1972. A practical handbook of sea water analysis. Fish. Res. Bd. Canada, Bull. 167: 311p.
61. TAKAHASHI, M., SHIMURA, S., YAMAGUCHI, Y., and FUJITA, Y., 1971. Photo inhibition of phytoplankton photosynthesis as a function of exposure time. J. Oceanogr. Soc. Japan. 27: 43-50.
62. TALLING, J.F., 1960. Comparative laboratory and field studies of photosynthesis by a marine planktonic diatom. Limnol. Oceanogr. 5: 62-77.
63. TALLING, J.F., 1973. The application of some electrochemical methods to the measurement of photosynthesis and respiration in freshwaters. Fresw. Biol. 3: 335-362.
64. THURMAN, H.V. and WEBER, H.H., 1984. Marine Biology. Bell and Howell Company. USA, 446p.
65. TRANTER, D.J. and NEWELL, B.S., 1963. Enrichment experiments in the Indian Ocean. Deep-Sea Research 16: 1-9.

66. WIEBE, P.H., 1970. Small-scale spatial distribution in oceanic zooplankton. *Limnol. Oceanogr.* 15: 205-217.
67. WILLIAMS, P.M. and CHAN, K.S., 1966. Distribution speciation of Iron in natural waters: Transition from river water to a marine environment. British Columbia, Canada, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23: 275-293.
68. VALIELA, I., 1984. *Marine Ecological Processes*. Springer-Verlag New York Inc., Printed in USA, 408p.
69. VENRICK, E.L., 1972. Small-scale distributions of oceanic diatoms. *Fish. Bull.* 70: 363-372.
70. VENRICK, E.L., MCGOWAN, J.A. and MANTYLA, A.W., 1973. Deep maxima of photosynthetic chlorophyll in the Pacific Ocean. *Fish. Bull.* 71: 41-52.