



Su Sıcaklığının Diğer Su Özelliklerine Olan Etkileri

Ali Eslem KADAK*, Sıdkı ARAS

Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Kastamonu, TÜRKİYE

*e-posta: akadak@gmail.com

Geliş tarihi: 10/08/2017 Kabul tarihi: 16/12/2017

Öz: Sıcaklık, suların fiziksel özelliklerinden birisi olup, yoğunluk gibi, basınç gibi, salinite gibi yatay ve düşey su hareketleri gibi diğer fiziksel özellikleri de etkilemektedir. Diğer taraftan gazların ve tuzların suda erimeleri büyük ölçülerde sıcaklığa bağlı olduğu için su kimyasına da önemli etkileri bulunmaktadır. Özellikle CO₂ miktarının azalıp çoğalması özelliği yönünden sulardaki pH'nın yükselip düşmesi de indirekt olarak sıcaklığa bağlıdır. Ayrıca sulara ki biyolojik zenginlikler de ışıkla beraber sıcaklığın kısılacı altındadır. Hele hele balık üretiminde başarı suyun sıcaklığı ile alakalı olduğu için optimumun etrafında olup olmaması başarıyı belirlemektedir.

Anahtar kelimeler: Sıcaklık, suyun fiziksel özellikleri, kimyasal özellikler, biyolojik özellikler

The Effects of Water Temperature on Other Water Properties

Abstract: Temperature is one of the physical properties of waters and affects other physical properties such as density, pressure, salinity, as well as horizontal and vertical water movements. On the other hand, gases and salts have significant effects on water chemistry, since their solubility in water is significantly associated with the temperature. In particular, the increase or decrease in the pH of the water due to the amount of dissolved CO₂ levels and that situation depends indirectly on the temperature. In addition, the biological abundance of the water are affected warmth along with the light. Success in fish production is related to the water temperature, so it is determined whether or not to be around optimum water temperature.

Keywords: Temperature, physical properties of water, chemical properties, biological properties

GİRİŞ

Bilindiği üzere su, canlılar için havadan sonra en fazla bağımlılık duyulan maddedir. İnsanlar gıdasız 15 güne kadar yaşayabilmesine rağmen susuz 3-4 günden fazla dayanamamaktadırlar. Zaten su canlıları sulara doğup sulara ölmektedirler. Su, fiziksel temel bir maddedir. Tüm cisimlerin yoğunlukları ona göre belirlenmektedir. Ayrıca kaynama noktası 100 donma noktası 0 kabul edilerek ikisinin arası 100 e bölünüp santigrat dereceleri (°C) oluşturulmaktadır. Diğer sıvı maddelerin aksine olarak donduğu zaman yoğunluğu düşmekte, buna bağlı olarak çok büyük ölçülerde suların biyolojik fonksiyonlarını sürdürmesi sağlanmaktadır. Yağlar haricinde demirden kömüre, altından elmasa kadar tüm maddeleri çözebilmektedir. Gazların çözünümü sıcaklıkla ters katı maddelerin doğru orantılıdır. Bu özellik aşağılarda izah edileceği gibi su kimyasını önemli ölçülerde etkilemektedir.

Bugüne kadar suların özellikleri üzerinde biyologlar, çevreciler, kimyacılar, su ürünleri mensupları gerek yurtiçinde gerekse yurtdışında çokça kitaplar makaleler kaleme almışlardır. Ancak hiçbirisinde sıcaklığın diğer faktörler üzerine olan etkileri detaylı bir şekilde dile getirilmemiştir. İşte bu basit yazımızda bu boşluğun kısmen de olsa giderilmesine çalışılacaktır.

Sıcaklığın Diğer Fiziksel Özellikler Üzerine Etkileri

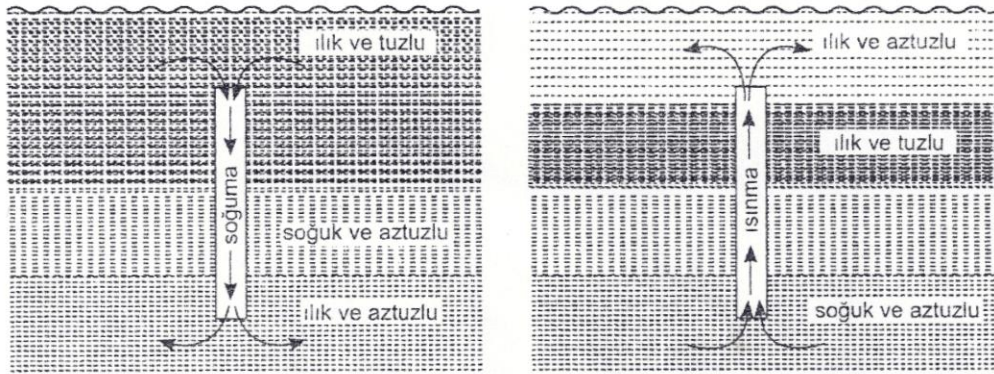
Bilindiği üzere sulardaki sıcaklık %99,99 nispetinde güneşe bağlıdır (bazı kimyasal reaksiyonlar ve bazı bakteriler de çok az da olsa ısı açığa çıkarmaktadırlar). Dolayısıyla günün çeşitli saatlerinde mevsimlere ve konumuna göre sıcaklık artıp azalmaktadır.

Sıcaklığın kendi fonksiyonu haricinde diğer fiziksel özellikler üzerine etkileri büyüktür. Bunlardan en barizi yoğunluk üzerine olanıdır. Yoğunluk, 4 dereceye kadar sıcaklıkla doğru orantılıdır bunun üzerinde ve altında ise ters orantıya geçmektedir. Yani maksimum yoğunluk 4 derecedir. (Kocataş, 1986). bu özellikle göllerde sonbahar ve ilkbaharda alt su ile üst suların yer değişmesini sağlamakta ve böylece alt suların ışığa havaya

kavuşmasını sağlamaktadır (Sönmez ve ark., 2008; Kosswig, 1970) bunun mekanizması şu şekilde olmaktadır; sonbaharda üst su 4 dereceye düşmesiyle ağırlaşır alta inmekte bunun yerini doldurmak içinse alt suyu yüzeye doğru çıkmaktadır, ilkbaharda ise aksine üst su ısınır 4 dereceden daha yüksek olmakta ve sonbaharda olan olay tekrarlanmaktadır. Böylece yılda iki kez alt su üste çıkarak tazelenmektedir. Bu olayın olmaması halinde Karadeniz'in 150 metrenin altında sularda olduğu gibi havasız kalıp aerobik bakterilerin H₂S gazı çıkarmasıyla öleceklerdir.

Yoğunluğun sıcaklığa bağlı olduğu gibi, basınç da büyük ölçülerde yoğunluğa bağlıdır. Yani indirekt de olsa sıcaklık basıncı da etkilemektedir. Diğer taraftan katı maddelerin erimeleri sıcaklıkla doğru orantılı olduğu için salinite derecesinin de (tuzluluk) sıcaklıkla ilgili olduğu hatıra getirilmelidir. Bilemiyoruz belki de Karadeniz ve Hazar denizinin tuzluluk değerinin düşük olmasının bir nedeni de bu deniz sularının diğerlerine nazaran daha serin olmasından kaynaklanmaktadır (Aras, 1973)

Sıcaklığın önemli etkilerden birisi de su hareketleri olmaktadır. Özellikle termohalin akıntılarının tamamı sıcaklıkla ilgilidir. Yoğunluğa bağlı olan akıntılar da indirekt de olsa sıcaklığa bağlıdır. İç dalgaların oluşması da su sıcaklığının değişmesine bağlıdır. Diğer taraftan denizlerde görülen düşey su hareketlerinden konvergans ve divergens olayları üzerinde de sıcaklığın büyük etkileri bulunmaktadır.



Şekil 1. Okyanuslarda Konvergans ve Divergens Oluşumu (Stowe, 1979)

Hatta önemli bir hareket olan upwelling'in bir tipi de konvergans olmaktadır ki bu da indirekt de olsa sıcaklıkla ilgilidir. Bütün bunların haricinde sıcaklık, çok az da olsa suların akustik (ses iletimi) özellikleri üzerinde de etkili olmaktadır.

Sıcaklığın Su Kimyası Üzerine Olan Etkileri

Bilindiği üzere su kimyasını çözülmüş gazlar, çözülmüş inorganik maddeler, çözülmüş organik maddeler oluşturmaktadır. Bunları etkileyen olaylarsa, fiziksel (özellikler sıcaklık) kimyasal bazı reaksiyonlar ve balıkların solunumu, bitkilerin fotosentezi gibi olaylardır.

Gazların erimeleri sıcaklıkla ters orantılı olduğunu yukarıda belirtmiştik. Yani soğuk sularda daha fazla sıcak sularda daha az çözünmektedirler. Bu erimler aşağıdaki tabloda bariz olarak müşahade edilebilmektedir.

Tablo 1. Deniz Seviyesinde Suyun Sıcaklığı İle Tutabileceği Erimiş Oksijen Miktarı Arasındaki İlgisi (Aras ve Bircan, 1985)

Su	Çözülmüş O ₂	Su	Çözülmüş O ₂
0	14,6	8	11,4
1	14,2	10	11,4
2	13,9	12	10,9
3	13,5	14	10,4
4	13,1	16	10,0
5	12,5	18	9,4
6	11,9	20	9,2
7	11,6	22	8,9

Tablonun tetkik edilmesinden kolayca anlaşılacağı gibi oksijenin çözünme miktarı sıfır derecede 14,6 mg/l olmasına rağmen 22 °C’de 8,9 mg/L ye düşmektedir. Diğer taraftan sularda pH derecesi CO₂ ile ters orantılı olduğu için CO₂ yükseldiği zaman pH düşmekte veya aksi olmaktadır. Sıcak havalarda CO₂ azalmakta pH ise yükselmektedir. Soğuk havalarda ise aksi olmaktadır. Dolayısıyla özellikle suni üretimde eğer pH sınıra yakın derecede seyrediyorsa bu yükseliş ve düşüşlere dikkat edilmelidir.

Göl sularında NH₄/NH₄OH nispetinin 300 civarında olması arzulanmaktadır. Bu nispet ise tamamen pH’a bağlıdır. pH ile NH₄/NH₄OH nispeti arasında şu şekilde bir ilgi bulunmaktadır.

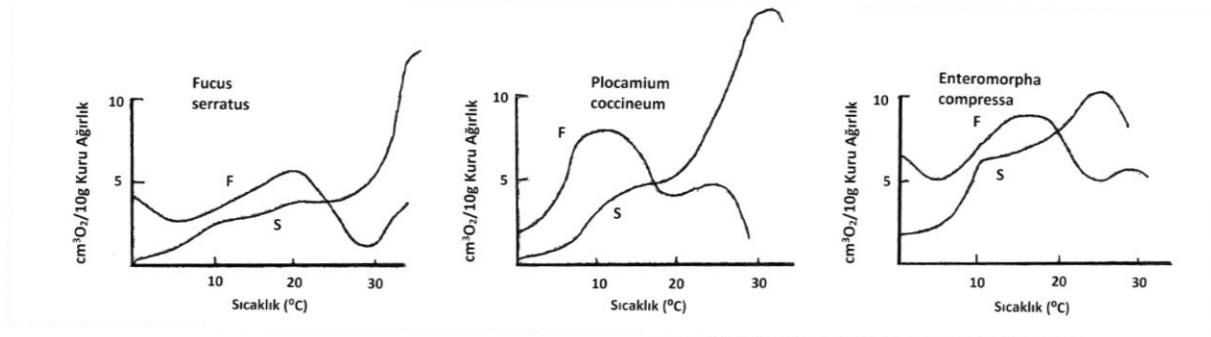
Tablo 2. pH ile NH₄/NH₄OH Arasındaki İlgisi (Cirik ve Cirik, 2000)

pH	NH ₄ /NH ₄ OH
6,0	3000
7,0	3000
8,0	30
9,0	3,0

Yani pH derecesi 1 derece yükselmesi ile nispet 10 misli azalmaktadır.

Sıcaklığın Sularda Biyolojik Olaylar Üzerine Etkileri

Sıcaklığın kimyasal, fiziksel olaylar üzerine olan etkilerinin derecesini yukarıda basit de olsa izaha çalıştık. Ancak aşağıda değinileceği gibi biyolojik olaylar üzerine olan etkileri çok daha önemlidir. Her ne kadar su bitkilerinde fotosentez dolayısı ile ışığa olan bağımlılığı öne çıkıyorsa da buda tamamen sıcaklığın kısılacı altındadır. Belli bir temperaturün altında ve üstünde hiçbir canlı yaşamadığı için tek başına ışığın hiçbir kıymeti kalmamaktadır. Balıkların büyümeleri döl vermeleri için her türün belirli bir su sıcaklık isteği olması gibi bitkilerin fotosentez için de buna benzer bağımlılıklar mevcuttur. Bu durum şekil 2 de gösterilmektedir.



Şekil 2. Sıcaklığın Alglerin Solunum ve Fotosentez Oranı Değişimlerine Etkisi (Kinne, 1970)

Sıcaklığın en bariz etkisi suni üretimde balıklar üzerinde müşahede edilmektedir. Bilindiği üzere her balık türünün optimum su sıcaklık derecesi bulunmaktadır. En fazla verim bu sıcaklıkta alınmakta bundan sapıldıkça yem tüketimi azalmakta ve dolayısıyla büyümede fire verilmektedir. Tablo 3 de su sıcaklığı ile balıkların günlük yem alma miktarları görülmektedir.

Tablo 3. Tatlı Sularda Alabalıkların Çeşitli Boy, Ağırlık ve Adetleri İçin Farklı Su Sıcaklıklarında Verilmesi Gereken (Vücut %'si Olarak) Günlük Yem Miktarları ve Çeşitleri (Aras ve Bircan, 1995)

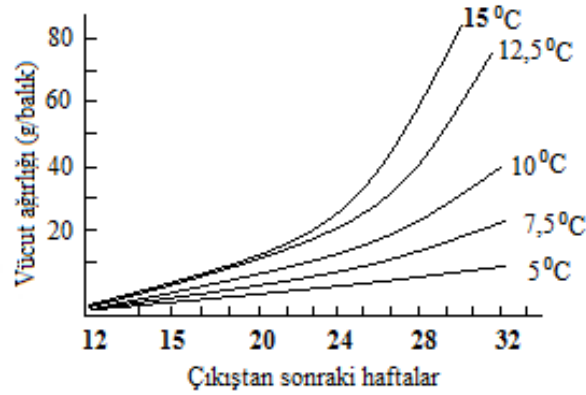
BOYLAR (cm)											
Su Sıcaklığı (°C)	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0
4,0	2,6	2,4	2,1	1,8	1,5	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6
6,0	3,0	2,8	2,5	2,1	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
8,0	3,5	3,3	2,9	2,4	1,9	1,7	1,6	1,3	1,2	1,1	1,0
10,0	4,1	3,9	3,4	2,8	2,2	2,0	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
12,0	4,8	4,6	4,0	3,2	2,5	2,3	2,0	1,7	1,6	1,5	1,4
14,0	5,6	5,4	4,6	3,7	2,9	2,6	2,3	2,0	1,8	1,7	1,6
16,0	6,5	6,3	5,3	4,3	3,5	3,0	2,6	2,3	2,1	2,0	1,9
18,0	4,6	4,4	3,7	3,0	2,4	2,2	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3
20,0	2,8	2,6	2,3	2,0	1,6	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
YEMLER	Granül 0,7mm No:0	Granül 1,1mm No:0	Granül 1,6mm No:1	PELET 2,1 mm No:2			PELET 3,5 mm No:3		PELET 5,0mm No:4		
Adet/kg	5000	2000	713	211	89	50	2,0	17,0	11,0	7,5	5,5
Balık	2000	713	211	89	50	27				5,5	<
Gram olarak	0,2	0,5	1,4	4,9	12,0	20,0	40,0	60	135	135	300
	0,5	1,4	4,9	11,0	20,0	40,0	60,0				

Ayrıca sıcaklık balıkların protein ihtiyaçları yönünde de önemli etkisi olmaktadır. Mesela aşağıda ki tabloda çeşitli ağırlıkta ki alabalıkların 8 ve 14 °C 'lerde ki günlük protein ihtiyaçları bu durumu açıkça sergilemektedir.

Tablo 4. Alabalığın Günlük Protein İhtiyacı (Leitritz, 1969)

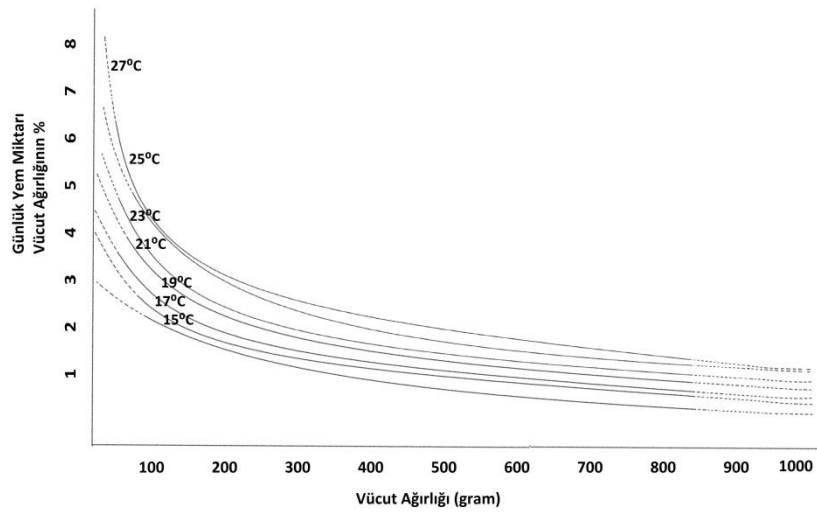
Ağırlık (gram)	Kg ağırlık başına günlük protein ihtiyacı (gram)		Ağırlık (gram)	Kg ağırlık başına günlük protein ihtiyacı (gram)		Ağırlık (gram)	Kg ağırlık başına günlük protein ihtiyacı (gram)	
	8 °C	14 °C		8 °C	14 °C		8 °C	14 °C
	0,08	20,0		40,0	14,0		4,0	8,0
0,35	18,0	36,0	17,0	3,8	7,5	83,0	2,6	4,4
0,61	16,0	32,0	20,0	3,6	7,5	90,0	2,2	4,0
0,95	14,0	28,0	23,0	3,4	6,5	113,0	2,2	4,0
1,1	12,0	24,0	26,0	3,2	6,5	130,0	2,0	3,0
2,0	10,0	20,0	30,0	2,9	6,0	151,0	2,0	2,5
3,0	9,0	18,0	35,0	2,9	5,5	180,0	2,0	2,5
3,7	8,0	16,0	41,0	2,8	5,0	227,0	1,7	2,0
5,2	7,0	14,0	45,0	2,8	5,0	252,0	1,7	2,0
6,2	6,0	12,0	50,0	2,7	4,8	284,0	1,5	1,8
8,1	5,0	10,0	57,0	2,7	4,8	324,0	1,2	1,6
9,5	4,8	9,0	65,0	2,7	4,8	412,0	1,0	1,5
12,0	4,4	8,0	70,0	2,7	4,5	504,0	1,0	1,5

Tablodan anlaşılacağı üzere 0,08 g lık toplam 1 kg ağırlığındaki alabalık yavrusunun 8°C'deki günlük protein ihtiyacı 20 gram iken 14°C'de 40 grama yani tam iki misline yükselmektedir. Tabii olarak bu özellikler balıkların büyümeleri üzerine de önemli etkiler yapmaktadır. Mesela aşağıda ki şekilde bu durumda açıkça görülebilmektedir.



Şekil 3. Gökkuşacağı Alabalığının Çeşitli Su Sıcaklarında Büyümesi (Emre ve Kürüm, 1996)

Görüldüğü gibi en iyi büyüme alabalık için optimum derece olan 15°C olmaktadır. Eğer araştırma devam ettirilip 20°C de kullanılmış olsaydı büyümenin düşmesi görülecekti.



Şekil 4. Sazan Balıklarına Su Sıcaklığına Bağlı Olarak Canlı Ağırlığı %'sinde Günlük Olarak Verilmesi Gereken Yem Miktarı (Alpbaz, 1984)

Alabalıklar haricinde diğer balıkların üzerinde etkili olan sıcaklık, sazanların büyüme ve yem tüketim değerlerini şu şekilde etkilemektedir. Şekil 4 de ayrıca sıcaklığa balıklar haricinde diğer su organizmaları üzerinde de etkili olmaktadır. Mesela suni üretimde önemli bir yeri olan Rotiferler 15 derecenin altında ve 30 derecenin üzerinde ölmektedirler. (Alpbaz, 1993).

Yem tüketimden olduğu gibi balıkları su miktarı ihtiyaçları üzerine de sıcaklığın büyük ölçüde etkisi olmaktadır. Bilindiği üzere su miktarı ihtiyacı oksijen tüketimine bağlıdır. Balıklarda oksijen tüketimi ise sıcaklıkla doğru orantılıdır yani sıcaklık arttıkça oksijen tüketimi yükselmektedir. Aşağıdaki tablo bu durumu açıkça göstermektedir.



Tablo 5. 200g Ağırlığında Çeşitli Balık Türlerinin İstirahat Halindeki O₂ İhtiyaçları (mg/kg/sa) (Aras ve Bircan, 1995)

Su Sıcaklığı (°C)	Yılan Balığı	Adi Sazan	Alabalık
5,0	-	25	63
10,0	61	48	181
15,0	61	83	207
20,0	103	131	329
25,0	171	254	-

Bu durum tabii olarak su miktarı ihtiyacını da etkilemektedir. Tablo 5 de bu etkinin derecesi açıkça müşahade edilmektedir. Tablodan anlaşılacağı üzere deniz kenarında 1 kg alabalığın su ihtiyacı 7°C'de 0,33 lt/kg iken 21°C'de 4,25 lt/kg a yükselmektedir yani 10 mislinden daha fazla artmaktadır.

Bütün bunların haricinde sıcaklık balıkların yumurtaların açılma süresini de büyük ölçüde etkilemektedir. Mesela aşağıdaki tabloda bu durum çok açık olarak gösterilmiştir.

Tablo 6. Gökkuşluğu ve Dere Alabalıkları Yumurtalarının Çeşitli Su Sıcaklıklarına Göre Açılma Müddetleri (Atay, 1980)

Su Sıcaklığı(°C)	Dere Alası (gün)	Gökkuşluğu Alabalığı (gün)
1-2	143	-
3	109	100
6	75	61
10	45	30
12	37	26
14	29	21

Tabloda kolayca anlaşılacağı üzere gökkuşluğu alabalıklarında 3 C'nin altında yumurtalar açılmamaktadır. 3°C'de 100 gün 14 °C'de ise 5 defa daha kısa 21 gün olmaktadır.

Sonuç olarak, yukarıda verilen bilgilerden anlaşılacağı üzere, sıcaklık su canlılarının doğuşundan ölümüne kadar her türlü hayati fonksiyonlarını en fazla etkileyen bir özelliktir. Özellikle su ürünleri yetiştiricilik uygulamalarında ilk başvurulacak olan kriter bu olmalıdır.

KAYNAKLAR

- Alpbaz, A., 1984. Su ürünleri Yetiştiriciliği. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, N:398. Bornova/İzmir.
- Alpbaz, A.G., 1990. Deniz Balıkları Yetiştiriciliği. E.Ü. Su Ürünleri Yüksek Okulu Yayınları, No:20, İzmir.
- Alpbaz, A., 1993. Kabuklu ve Eklembacaklılar Yetiştiriciliği. Ege üniversitesi basım evi. Bornova, İzmir
- Aras, S., 1973. Pratik Alabalık Yetiştiriciliği. Atatürk Üniversitesi Yayın Servisi No:16. Erzurum
- Aras, S., Bircan, R., 1995. Genel Su Ürünleri ve Balık Üretimi Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Teksir Kolu Yayınları, Erzurum.
- Atay, D., 1980. Alabalık Üretim Tekniği. Başbakanlık Basımevi. Ankara.
- Cirik, S., Cirik, Ş., 2000. Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:21. İzmir
- Emre, Y., Kürüm, V., 1996. Alabalık yetiştiriciliği. Minpa Matbaacılık. Ankara
- Kinne, O., 1970. Marine Ecology Volum I: Environmental Factors. Wiley-Interscience. London. New-York Sydney. Toronto
- Kocataş, A., 1986. Oseonoloji. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları Serisi No: 114, İzmir.
- Kosswig, C., 1970. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootenki Bölümü Ders Notları. Basılmamış
- Sönmez, A. Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., Aras, M. S. (2008). Sular bilgisi. Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Stove, K.S., 1979. Oceans Science. John Wiley and Sons. New-York.