

Sakaryabaşı Batı Göleti'nin Ötrofikasyon Derecesinin Araştırılması

Fikri AYDIN¹Serap PULATSÜ¹

Geliş Tarihi : 02.11.1998

Özet: Bu çalışmada Sakaryabaşı Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu'na su sağlayan Batı Göleti'nin ötrofikasyon derecesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Gölet suyunda başta fosfor fraksiyonları (toplam fosfor, toplam ortofosfat, toplam filtre edilebilir ortofosfat, partiküler inorganik fosfor) olmak üzere azot fraksiyonları (amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu), klorofil-a konsantrasyonu ile bazı fiziko-kimyasal özellikler (su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, ışık geçirgenliği, elektrik iletkenliği, toplam sertlik, kalsiyum ve magnezyum sertliği, organik madde, bikarbonat alkalitesi) dikkate alınmıştır. Toplam fosfor konsantrasyonu baz alındığında, göletin besin düzeyi açısından hiperötrofik olduğu ve özellikle amonyak-azotu değerinin bütün deneme periyodu boyunca alabalık yetiştiriciliği yapılan sular için izin verilen değerden yüksek olduğu saptanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda gölet yönetimine ilişkin önerilerde de bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fosfor ve azot fraksiyonları, klorofil-a konsantrasyonu, Sakaryabaşı Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu, Batı Göleti.

A Research on the Eutrophication Level of the Sakaryabaşı West Pond

Abstract: In this study, determination of the eutrophication state of the pond which supply water to the Sakaryabaşı Fish Culture and Research Station was aimed. In pond water, primarily phosphorus fractions (total phosphorus, total orthophosphate, total filtrable orthophosphate, particular inorganic phosphorus), and also nitrogen fractions (ammonia-nitrogen, nitrite-nitrogen, nitrate-nitrogen), chlorophyll-a concentration and some physico-chemical characteristics (water temperature, dissolved oxygen, pH, transparency, electrical conductivity, total hardness, calcium and magnesium hardness, organic matter, bicarbonate alkalinity) were undertaken. Regarding the total phosphorus concentration, it was detected that trophic state of the pond was hypereutrophic, and especially the values of ammonia-nitrogen, are higher than the acceptable values for rainbow trout production. The management strategies were recommended depending on the data obtained.

Key Words: Phosphorus and nitrogen fractions, chlorophyll-a concentration, Sakaryabaşı Fish Culture and Research Station, West Pond.

Giriş

Su kalite kontrolündeki temel sorunlardan biri olarak tanımlanan ötrofikasyon olayı, pekçok yıldır limnolojik araştırmaların merkezini oluşturmaktadır. Bir akvatik sistemdeki besin elementi konsantrasyonundan çok ortama giren besin elementi miktarı, ortamdaki fitoplankton ve makrofit ürününü dolayısıyla ötrofikasyonu kontrol eder (Wetzel 1983). Bir drenaj alanından suya verilen fosfor ve azot miktarı, yöredeki nüfus yoğunluğuna, tarımsal gübreleme yöntemleri ve gübreleme sıklığına, hayvancılığa, bitki örtüsüne, toprağın pedolojik karakterine ve atık su toplama ve arıtma sistemlerine bağlıdır.

Göllerin verimlilik düzeylerine göre sınıflandırılmasındaki temel faktörler; toplam fosfor ve klorofil-a konsantrasyonudur. Wetzel'e göre (1975), toplam fosfor konsantrasyonu, 30-100 mg/m³ olan göller ötrofik, toplam fosfor konsantrasyonu, 100 mg/m³'den büyük olan göller hiperötrofik olarak sınıflandırılırken, Vollenweider (1989)'a göre, ötrofik göllerde toplam fosfor konsantrasyonu, 16-386 mg/m³, hiperötrofik göllerde ise, 750-1200 mg/m³ arasında değişmektedir.

Toplam fosfor konsantrasyonunun, doğal koruma alanı ve rekreatif amaçlı göl ve göletlerin ötrofikasyon kontrolü için sınır değeri, 0,005 mg/l, çeşitli kullanımlar içinse 0,1 mg/l'dir (Anonim 1992).

Göllerin makrofit vejetasyonuna ait çalışma sonuçları, belirli besin düzeyine kadar ötrofikasyonun, öncelikle makrofitik kolonizasyonun artışıını sürdürdüğünü göstermiştir (Lachavanne ve ark.1992). Duarte ve Kalff (1990), su altı makrofit biyomasının, suyun alkalitesinin bir fonksiyonu olduğunu ve bitki biyomasının alkalinite ve ışık geçirgenliğinin artmasıyla yükseldiğini bildirmişlerdir. Makrofitlerle fitoplanktonlar besin maddeleri ve ışığı bölüştüklerden, makrofitlerin fazla olduğu göllerde fitoplankton ilk ürününün düştüğü belirtilmiştir (Erençin ve Köksal 1981, Round 1981). Wetzel (1975) ise, makrofitlerin saldıkları organik maddelerin fitoplankton gelişimini durdurduğunu bildirmiştir. Canfield ve ark. (1984) de, su altı makrofitlerinin fitoplankton gelişimini engellediğini vurgulamışlardır.

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Su Ürünleri Bölümü- Ankara

Birçok araştırma, sedimentin göllerdeki köklü akvatik makrofitler için azot ve fosforun temel kaynağı olduğunu (Chambers ve ark. 1989) ve sedimentten serbest bırakılan fosfor yüzünden göllerin yoğun bir şekilde makrofitle kaplandığını (Nürnberg 1984) ortaya koymuştur. Besleyici elementlerin sedimentten serbest bırakılmasının göl suyunun pH'sı tarafından önemli ölçüde etkilendiği, özellikle pH değerinin 8.5-10'dan yüksek olması halinde bırakılan miktarın önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir (Moss 1988, Mc Dugall ve Ho 1991).

Sedimentten amonyumun salınımı, yüksek sıcaklık ve düşük çözünmüş oksijen durumunda artarken, fosfat salınımının düşük çözünmüş oksijen değerlerinde yükseldiği, bu olaya sıcaklığın bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir (Cerco 1989).

Klorofil-a konsantrasyonu göllerde fitoplankton biyomasının basit bir belirleyicisi olarak hücre sayısı veya hücre hacminden daha çok kullanılmaktadır (Vollenweider 1974). Hiperötrofik göllerde (TF>200 mg/m³), alg kökenli olmayan katı maddeler ve bulanıklık, klorofil-a konsantrasyonu üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. McCauley ve ark. (1989) ve Seip (1991), klorofil-a konsantrasyonunun toplam fosfor konsantrasyonuna bağlı olarak azalması olayının, yüksek besin düzeylerine sahip göllere özgü bir olay olduğunu belirtmişlerdir.

Ötrofikasyonun da bir göstergesi olarak karışımıza çıkan ve yeşil iplikli alg türü olan *Cladophora sp.*'nin aşırı üremesi pekçok nehir ve gölde önemli sorunlara yol açmaktadır (Pitcairn ve Hawkes 1973, Simmonds 1973). Benzer bir sorun Çifteler-Sakaryabaşı Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu'nun ihtiyacı olan suyun sağlandığı Batı Göleti'nde de yaşanmaktadır. Göletin bu durumu özellikle belirli dönemlerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğini olumsuz etkilemekte ve görsel açıdan da kötü bir görüntü sergilemektedir.

Su ürünleri üretimini etkileyen limnolojik parametrelerden bir diğeri de amonyak değeridir. Amonyakın en önemli sublethal etkisi yetiştiriciliği yapılan balıklarda büyümeyi azaltmasıdır. Alabalık yetiştiriciliği yapılan sular için önerilen maksimum konsantrasyon değeri 0.025 mg/l'dir (Solbe 1988).

Bu çalışmada, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çifteler-Sakaryabaşı Araştırma ve Üretim İstasyonu açısından hayati önem taşıyan Batı Göleti'nin, başta fosfor olmak üzere belirli su parametrelerinin mevsimsel olarak izlenmesi ve verimlilik düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ile, gölete ilişkin yönetim stratejilerinin önerilmesi de mümkün olacaktır.

Materyal ve Yöntem

A.Ü. Ziraat Fakültesi Sakaryabaşı-Çifteler Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu, Su Ürünleri Bölümü'nün araştırma ve uygulama alanlarından birisidir. İşletme suyunu kendi alanı içinde bulunan karstik alanlardan almaktadır. Bu kaynakların su verimleri ve kalitesi bütün

yıl boyunca oldukça sabittir. Su sıcaklığı 17-21°C arasında değişmektedir (Erençin ve Erençin 1978). Sakaryabaşı havzasını debileri 1.74 m³/sn ve 0.41 m³/sn olan Doğu (Gökgöz) ve Batı (Kırgız) kaynakları oluşturmaktadır. Bu iki kaynak değişik amaçlarla kullanılmak üzere, su toplamak için önlerine set çekilerek birer gölete dönüştürülmüştür. Bunlardan araştırmanın yürütüldüğü Batı Göleti, işletmenin ihtiyacı olan suyun tamamını sağlamakta ve Eskişehir Bölgesinde insanların dinlenebileceği nefis bir doğal ortam oluşturmaktadır.

Bu çalışma, 1997 yılının Ocak ve Aralık ayları arasında yürütülmüştür. Örnek sular, göleti temsil edecek özellikte belirlenen iki istasyondan, yüzey ve dipten olmak üzere Ruttner su alıcısı ile alınmıştır. Su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, derinlik, ışık geçirgenliği ve pH ölçümleri belirlenen istasyonlarda yapılmıştır. Derinlik ölçümü iskandil yardımıyla, pH ölçümleri, ölçüm aralığı 0-14, hassasiyeti 0,01 olan dijital pHmetre ile belirlenmiştir. Sıcaklık ve çözünmüş oksijen değerleri taşınabilir YSI 51B Model oksijenmetre kullanılarak saptanmıştır. Işık geçirgenliği, 20 cm çapındaki Secchi diskiyle tespit edilmiş, Secchi diskinin gözden kaybolduğu ve tekrar görüldüğü derinliklerin ortalaması alınarak metre cinsinden kaydedilmiştir.

İstasyonlardan alınan su örnekleri kimyasal madde ilave edilmeksizin ve ışıktan korunarak plastik bidonlarla, örnek alınımından sonra yaklaşık üç saat zarfında laboratuvara ulaştırılmış, su örneklerinde analizler dört tekerrürlü olmak üzere yapılmıştır.

Filtre edilebilen çözünmüş ve filtre edilemeyen fosfatların birbirinden ayrılması, su örneklerinin Whatman GF/C membran filtreden geçirilmesi ile sağlanmıştır. Fosfor fraksiyonları (toplam fosfor, TF; toplam ortofosfat, TO; toplam filtre edilebilir ortofosfat, TFO) askorbik asit metodu kullanılarak spektrofotometrik olarak tayin edilmiş, partiküler inorganik fosfor (PIF) ise toplam ortofosfat değeri ile toplam filtre edilebilen ortofosfat değerlerinin farkından hesaplanmıştır. Azot fraksiyonları (amonyak azotu, NH₃-N; nitrit azotu, NO₂-N; nitrat azotu, NO₃-N) tayininde spektrofotometrik yöntemler kullanılmıştır (Anonymous 1975). Elektrik iletkenliği, k sabiti 1,03 olan otomatik sıcaklık düzeltmeli kondüktivitemetre probu kullanılarak ölçülmüştür. Toplam sertlik, kalsiyum sertliği tayinleri kompleksimetrik titrasyon metodu ile, magnezyum sertliği ise toplam sertlik ve kalsiyum sertliği sonuçlarından hesaplanarak saptanmıştır (Anonymous 1975). Bikarbonat alkalitesi, metil oranjin indikatörlüğü yanında ayarlı asit çözeltisi ile titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir. Organik madde, su örneklerinin KMnO₄ ile muamele edilip sodyum oksalat ile titre edilerek (mg/l O₂) cinsinden bulunan miktardır (Anonymous 1975). Klorofil-a tayininde, spektrofotometrik metod kullanılmıştır (Strickland ve Parsons 1972). Metodun prensibi, örnek suyun Whatman GF/C membran filtreden süzülmesi, asetonla ekstrakte edilmesi ve ekstraktın optik yoğunluğunun spektrofotometrede 630, 645 ve 665 nm dalga boylarında absorbansının okunması esasına dayanmaktadır.

Batı Göleti'ne ait verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik analizler Varyans analizi (ANOVA) ve Duncan testidir. Araştırmada kullanılan istatistik hesaplamaları ve kontroller, Düzgüneş ve ark.(1983)'nin belirttiği esaslara göre yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, Sakaryabaşı (Çifteler) Batı Göleti'nde seçilen iki istasyonun yüzey ve dip sularından, Ocak-Aralık ayları arasında, su örnekleri alınmıştır. Su örneklerine ilişkin fosfor ve azot fraksiyonları ölçüm sonuçları, Çizelge 1 ve 2'de, göletin fiziksel ve kimyasal parametreleri ile klorofil-a'ya ait sonuçlar ise, Çizelge 3 ve 4'de sunulmuştur. Çizelge 1 ve 2'de sunulan birinci ve ikinci istasyonlara ait azot ve fosfor fraksiyonları ile ilgili veriler değerlendirilirken, yüzey sularının (Y) aylara bağlı değişimi ile dip sularının (D) aylara bağlı değişimi ayrı ayrı ele alınmıştır. Çizelge 1 ve 3'te bulunan Ekim ayına ait eksik veriler, bu ayda birinci istasyondan teknik bir nedenle örnek alınmasından kaynaklanmıştır. Haziran ve Temmuz aylarında ise göl yüzeyinin tamamen yosunla kaplı olması nedeniyle ışık geçirgenliği ölçümü yapılamamıştır (Çizelge 3 ve 4).

Batı Göleti'nin ötrofikasyon kontrol sınırını aştığı (Anonim 1992) ve toplam fosfor konsantrasyonu baz alındığında, Wetzel (1983) ve Vollenweider'e (1989) göre, besin düzeyi açısından hiperötrofik olduğu tespit edilmiştir.

Batı Göleti'nde su altı makrofit biyomasındaki artışta suyun alkalinitesi ve ışık geçirgenliği değerinin yüksek olmasının da rolü vardır (Duarte ve Kalff 1990) (Çizelge 3 ve 4).

Deneme periyodu boyunca klorofil-a konsantrasyonu oldukça düşük ($0.449-2.790 \text{ mg/m}^3$) bulunmuştur. Pekçok araştırmacı tarafından su altı makrofitlerinin fitoplankton gelişimini engellediği belirtilmiştir (Erençin ve Köksal 1981, Round 1981, Canfield ve ark. 1984, Wetzel 1975). Dolayısıyla Batı Göleti'nde oldukça yoğun olarak gelişen su altı bitki biyomasının fitoplankton gelişimini önlemesi olasıdır. Ayrıca klorofil-a konsantrasyonunun oldukça yüksek olan toplam fosfor konsantrasyonuna göre düşük olması da hiperötrofik göllerde rastlanan bir durumdur (McCauley ve ark. 1989, Seip 1994).

Gölet suyuna ilişkin azot fraksiyonları ele alındığında ise, özellikle amonyak-azotu değerinin bütün çalışma

tercih edilen değerden (0.025 mg/l) yüksek olduğu yaz periyodu boyunca, alabalık yetiştiriciliği yapılan sular için saptanmıştır. Fosfat ve amonyak değerlerinin özellikle aylarında yükselmesi (Çizelge 1 ve 2), su sıcaklığına bağlı olarak sedimentten suya besin elementlerinin geçişinin artış göstermesi şeklinde yorumlanabilir (Cerco 1989).

Sonuç

Azot ve fosfor gibi besin elementlerinin, sucul ortamlara yüksek miktarlarda girişinin, ötrofikasyona ve alg ile makrofit biyomasında artışa neden olduğu bilinen bir olgudur. Batı Göleti'nin toplam fosfor konsantrasyonu esas alındığında, besin düzeyi açısından hiperötrofik olduğu bu çalışma ile kantitatif olarak ortaya konmuştur. Batı Göleti yakınlarındaki gerek yoğun tarımsal faaliyetler sonucu oluşan gübre taşınımı gerekse çevresindeki yapılanma göletin dolayısı ile işletmenin geleceğini olumsuz yönde etkilediğinden aşağıdaki gölet yönetim stratejileri önerilmiştir:

a) Gölet civarındaki yerleşim yerlerine ait atık suların gölete boşalmasını engelleyen yasal düzenlemeler gündeme getirilmelidir.

b) Gölette litoral bölgede yoğun bir şekilde görülen makrofitlerin uygun bir şekilde yönetimi sağlanmalıdır. Zira yüksek miktarda fosfor içeren makrofitlerin sistemden zamansız uzaklaştırılmasıyla, ölen makrofitlerden dolayı tekrar ortama yüksek oranda fosforun geri dönmesi söz konusu olabilir.

c) Göletteki su altı makrofit biyoması ile biyolojik mücadelede ot sazanının gölete adaptasyonu yararlı olabilir.

d) Sedimentlerin fosfor rezervi niteliği göz önüne alınarak sedimentin azot ve fosfor düzeyi belirlendikten sonra gerekirse ortamdaki belirli miktar ve aralıklarda sedimentin uzaklaştırılması yoluna gidilmelidir. Ancak araştırma boyunca tespit edilen gölet suyu pH'sının ($\text{pH} \leq 8,5$) sedimentten salınan besin elementi düzeyine olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

e) Ortamdaki fosfatı çöktürmek için alüminyum ve demir tuzları solüsyonları ile gölet suyu muamele edilebilir. Ancak bu işlemin dış kaynaklı fosfor girdisi devam ettikçe periyodik olarak tekrarlanması gerektiğinden bu işlemin ekonomik analizi iyi yapılmalıdır.

Çizelge 1. Batı Göleti 1.istasyonda fosfor ve azot fraksiyonlarının aylara göre değişimi (Y: yüzey, D: dip)

Parametre Aylar		TF (µg/l)	TO (µg/l)	TFO (µg/l)	PİF (µg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)
Ocak	Y	126,44±0,01 ^{+J}	43,22±0,02 ^G	3,97±0,01 ^H	39,25±0,01 ^G	0,0875±0,005	0,0055±0,0005	0,098±0,0010
	D	128,05±0,03 ^I	40,28±0,01 ^H	3,93±0,01 ^H	36,35±0,01 ^I	0,0880±0,001	0,0055±0,001	0,098±0,0010
Şubat	Y	156,80±0,66 ^I	75,26±0,52 ^F	5,51±0,23 ^G	69,75±0,75 ^F	0,0876±0,001	0,0045±0,0005	0,0945±0,0014
	D	171,21±0,66 ^H	74,21±0,52 ^G	5,60±0,08 ^G	68,61±0,61 ^H	0,1060±0,004	0,0075±0,0005	0,0855±0,0015
Mart	Y	287,04±1,31 ^F	101,05±1,05 ^E	9,45±0,05 ^F	91,60±1,00 ^E	0,1065±0,001	0,0065±0,0010	0,4665±0,0014
	D	257,60±0,66 ^F	92,10±0,52 ^F	11,40±0,09 ^E	80,70±0,62 ^G	0,1080±0,001	0,085±0,0005	0,5885±0,0015
Nisan	Y	460,47±0,65 ^E	102,63±0,53 ^E	8,37±0,05 ^F	94,26±0,47 ^E	0,0820±0,001	0,0065±0,0005	0,4355±0,0015
	D	456,54±0,65 ^E	103,68±0,52 ^E	8,10±0,09 ^F	95,33±0,36 ^F	0,0815±0,001	0,0095±0,0010	0,4370±0,0019
Mayıs	Y	756,29±1,97 ^B	208,95±0,52 ^D	11,06±0,06 ^E	197,89±0,47 ^D	0,1015±0,001	0,0145±0,0010	0,4855±0,0014
	D	761,52±0,66 ^B	211,05±0,52 ^D	11,50±0,01 ^E	199,55±0,51 ^D	0,1015±0,001	0,0176±0,0015	0,4695±0,0015
Haziran	Y	848,56±2,62 ^A	227,89±0,52 ^C	19,01±0,29 ^B	208,89±0,49 ^C	0,1680±0,001	0,0070±0,0010	1,0812±0,0055
	D	845,29±1,96 ^A	240,52±0,54 ^C	17,35±0,32 ^C	223,18±0,20 ^C	0,1690±0,001	0,0075±0,0005	0,135±0,0015
Temmuz	Y	756,29±1,96 ^B	208,95±0,52 ^D	15,30±0,01 ^C	193,64±0,51 ^D	0,7230±0,011	0,0115±0,0005	1,435±0,0019
	D	761,52±0,66 ^B	210,52±1,05 ^D	19,96±1,28 ^B	190,57±0,22 ^E	0,620±0,001	0,0105±0,0016	1,4465±0,0024
Ağustos	Y	487,95±0,66 ^D	315,27±0,52 ^A	13,83±0,01 ^D	301,43±0,52 ^A	0,7150±0,001	0,0055±0,0010	1,3505±0,0005
	D	489,92±1,31 ^D	321,53±0,53 ^A	13,36±0,55 ^D	308,21±0,02 ^A	0,7000±0,010	0,0075±0,0010	1,3770±0,0019
Eylül	Y	552,09±0,66 ^C	262,11±6,31 ^B	26,93±0,01 ^A	235,17±6,30 ^B	0,5815±0,015	0,0025±0,0005	1,5545±0,0200
	D	602,99±0,50 ^C	251,05±0,52 ^B	28,76±0,05 ^A	222,29±0,47 ^B	0,5015±0,002	0,0035±0,0017	1,710±0,0010
Ekim	Y	-	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-
Kasım	Y	173,17±1,31 ^H	21,84±0,26 ^I	1,51±0,01 ^I	20,32±0,25 ^I	0,0355±0,001	0,0055±0,0010	0,915±0,0029
	D	163,81±2,41 ^H	22,10±0,0 ^I	1,49±0,01 ^I	20,61±0,01 ^J	0,0455±0,001	0,0075±0,0010	0,8855±0,0015
Aralık	Y	194,10±6,55 ^G	35,26±1,58 ^H	3,26±0,06 ^H	32,00±1,64 ^H	0,0645±0,001	0,0035±0,0005	0,3730±0,0019
	D	186,26±1,31 ^G	37,87±1,08 ^H	3,45±0,16 ^H	34,42±1,23 ^I	0,0665±0,001	0,0025±0,0007	0,437±0,0060

* Sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Çizelge 2. Batı Göleti 2. istasyonda fosfor ve azot fraksiyonlarının aylara göre değişimi (Y: yüzey, D: dip)

Parametre Aylar		TF ($\mu\text{g/l}$)	TO ($\mu\text{g/l}$)	TFO ($\mu\text{g/l}$)	PIF ($\mu\text{g/l}$)	NH ₃ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)
Ocak	Y	128,37±0,04 ^{* I}	41,36±0,01 ^G	3,96±0,01 ^G	37,40±0,01 ^G	0,0825±0,005 ^{GDEF}	0,0050±0,001 ^B	0,1135±0,001 ^H
	D	128,76±0,27 ^I	41,552±0,25 ^G	3,96±0,02 ^G	37,59±0,23 ^I	0,0830±0,002 ^{DEF}	0,0060±0,001 ^C	0,1280±0,001 ^H
Şubat	Y	148,95±0,66 ^H	78,42±0,52 ^F	5,92±0,30 ^F	72,50±0,22 ^F	0,0985±0,001 ^{CD}	0,0060±0,001 ^B	0,1180±0,001 ^H
	D	91,35±1,97 ^J	77,37±0,52 ^F	7,21±0,09 ^F	70,15±0,62 ^H	0,1067±0,004 ^{DEF}	0,0075±0,001 ^C	0,1455±0,001 ^H
Mart	Y	207,85±0,66 ^F	94,21±0,53 ^E	8,34±0,15 ^E	85,86±0,37 ^E	0,0980±0,001 ^{CD}	0,0115±0,001 ^A	0,5450±0,001 ^F
	D	220,29±3,92 ^G	85,39±0,40 ^E	8,50±0,09 ^E	89,89±0,49 ^G	0,1015±0,001 ^{BC}	0,0945±0,001 ^A	0,4560±0,001 ^G
Nisan	Y	584,81±0,66 ^E	293,15±0,52 ^B	9,45±0,04 ^E	283,70±0,48 ^C	0,0960±0,002 ^{CD}	0,0080±0,001 ^B	0,4375±0,001 ^G
	D	593,97±0,66 ^E	260,55±0,55 ^C	9,61±0,01 ^E	250,93±0,54 ^C	0,0955±0,001 ^{CD}	0,0115±0,001 ^B	0,4455±0,005 ^G
Mayıs	Y	741,23±1,31 ^C	224,74±0,52 ^D	12,60±0,02 ^D	212,14±0,50 ^D	0,1195±0,001 ^{DEF}	0,0190±0,001 ^A	0,5390±0,002 ^F
	D	744,51±0,66 ^C	227,36±1,05 ^D	13,71±0,07 ^D	213,65±1,12 ^E	0,1215±0,002 ^{DEF}	0,0195±0,001 ^B	0,5455±0,002 ^F
Haziran	Y	853,79±1,31 ^A	234,21±0,53 ^C	24,53±0,09 ^B	209,68±0,44 ^D	0,1685±0,003 ^C	0,0075±0,001 ^B	1,3415±0,002 ^D
	D	869,51±6,54 ^A	257,36±0,54 ^C	24,40±0,11 ^B	232,96±0,42 ^D	0,1665±0,001 ^C	0,0085±0,001 ^C	1,3860±0,001 ^D
Temmuz	Y	740,57±0,66 ^C	224,74±0,52 ^D	17,24±1,55 ^C	207,49±0,66 ^D	0,6295±0,010 ^B	0,0130±0,001 ^A	1,4625±0,001 ^C
	D	743,19±0,66 ^C	227,37±1,05 ^D	24,61±0,02 ^B	202,76±1,07 ^F	0,5885±0,001 ^B	0,0135±0,002 ^B	1,4890±0,003 ^C
Ağustos	Y	628,01±0,66 ^D	375,26±0,53 ^A	16,29±0,01 ^C	358,97±0,52 ^A	0,6400±0,010 ^A	0,0075±0,001 ^B	1,5910±0,002 ^B
	D	658,77±1,31 ^D	391,05±0,52 ^A	16,49±0,20 ^C	374,56±0,32 ^A	0,6350±0,005 ^A	0,0085±0,001 ^C	1,5945±0,002 ^B
Eylül	Y	637,18±0,66 ^D	373,68±2,10 ^A	38,79±0,21 ^A	334,89±1,89 ^B	0,6275±0,015 ^{AB}	0,0040±0,001 ^B	1,7645±0,035 ^A
	D	767,41±1,32 ^B	378,95±2,10 ^B	34,37±0,05 ^A	344,57±2,16 ^B	0,6175±0,015 ^{AB}	0,0015±0,002 ^C	1,6795±0,004 ^A
Ekim	Y	408,11±0,66 ^E	212,11±0,52 ^B	12,66±0,03 ^A	199,44±0,48 ^B	0,0580±0,001 ^{AB}	0,0015±0,001 ^B	1,0315±0,078 ^A
	D	436,90±0,66 ^E	252,11±0,52 ^B	10,49±0,02 ^A	241,61±0,50 ^B	0,062±0,001 ^{AB}	0,0025±0,001 ^C	1,0825±0,026 ^A
Kasım	Y	152,23±2,62 ^H	24,12±0,01 ^H	1,83±0,01 ^H	22,29±0,02 ^H	0,0415±0,001 ^{EG}	0,0065±0,002 ^B	0,8950±0,020 ^E
	D	137,17±0,65 ^H	21,0±0,0 ^H	1,77±0,02 ^H	19,22±0,01 ^J	0,0425±0,001 ^{EG}	0,0065±0,001 ^C	0,9090±0,003 ^E
Aralık	Y	188,21±0,66 ^G	31,06±0,52 ^H	4,61±0,01 ^G	26,44±0,50 ^H	0,0640±0,001 ^A	0,0025±0,001 ^C	0,4375±0,002 ^G
	D	254,98±3,27 ^F	41,57±0,52 ^G	4,23±0,01 ^G	37,35±0,52 ^I	0,0620±0,001 ^A	0,0015±0,001 ^C	0,4470±0,001 ^G

* Sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Çizelge 3. Batı Göleti 1.istasyonda fiziksel ve bazı kimyasal özelliklerle klorofil-a'nın aylara göre değişimi (Y: yüzey, D: dip)

Parametre Aylar	Derinlik (m)	SD (m)	Su sıcaklığı (°C)	Çöz. oksijen (mg/l)	pH	EC (µmhos/cm)	Organik madde (mg/l)	Toplam sertlik (°FS)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Klorofil-a (mg/m ³)	
Ocak	Y		15,65± 0,35	7,42±0,42	7,86±0,01	662,50± 12,50	3,51±0,01	30,41± 0,38	27,20± 0,40	57,38± 1,17	383,00 ± 2,99	0,764±0,004	I
	D	3,05± 0,05	3,0 ± 0,00	15,70± 0,25	7,49±0,49	7,83±0,03	663,50± 3,50	3,52±0,02	31,10± 0,09	28,00± 0,00	58,56± 0,24	391,00 ± 0,99	0,774±0,010
Şubat	Y		16,40± 0,40	7,85±0,35	7,66±0,06	740,50± 0,50	4,58±0,16	33,05± 0,05	37,80± 0,60	57,12± 0,26	540,00± 16,00	0,948±0,020	H
	D	3,05± 0,05	3,0 ± 0,00	16,25± 0,25	7,86±0,24	7,68±0,08	745,00± 4,00	5,52±0,15	30,25± 0,05	36,80± 0,79	51,15± 0,36	570,00± 50,00	1,004±0,003
Mart	Y		17,25± 0,25	7,69±0,01	7,08±0,01	745,50± 0,50	5,21±0,15	34,60± 0,29	47,20± 0,79	55,40± 1,21	378,00± 22,00	1,835±0,009	E
	D	3,45± 0,05	2,05± 0,05	17,10± 0,09	7,69±0,01	7,07±0,01	746,50± 0,50	4,26±0,15	35,10± 0,09	46,40± 1,60	57,10± 1,21	349,00 ± 0,99	1,920±0,001
Nisan	Y		20,00± 1,00	7,62±0,02	7,91±0,01	731,00± 0,99	2,68±0,15	39,30± 0,09	64,00± 3,20	56,62± 1,70	362,50± 25,00	2,020±0,009	D
	D	2,75± 0,05	2,70± 0,00	20,10± 0,90	7,61±0,01	7,90±0,01	736,00± 0,99	3,00±0,16	40,75± 1,75	70,40± 9,60	56,25± 1,58	372,50± 25,05	2,055±0,040
Mayıs	Y		21,75± 0,25	6,50±0,10	7,77±0,01	722,50± 1,49	4,10±0,31	39,80± 0,20	83,00± 0,20	46,29± 0,61	375,00± 25,00	2,515±0,005	C
	D	2,35± 0,05	1,65± 0,35	21,55± 0,45	6,62±0,02	7,79±0,04	725,50± 0,50	4,42±0,32	41,25± 0,05	82,40± 2,40	50,18± 1,57	380,00± 20,00	2,500±0,008
Haziran	Y		23,10± 0,00	6,37±0,02	7,84±0,01	734,50± 0,50	4,89±0,15	41,60± 0,09	103,20± 0,79	38,39± 0,73	360,00± 20,00	2,730±0,009	B
	D	2,85± 0,15	-	23,85± 0,15	6,32±0,07	7,83±0,01	735,50± 0,50	5,21±0,16	41,70± 0,09	100,80± 1,60	40,09± 0,72	410,00± 70,00	2,735±0,025
Temmuz	Y		24,90± 0,09	6,05±0,01	7,76±0,01	724,00± 0,99	9,00±0,15	45,65± 0,15	70,40± 3,20	68,16± 1,58	380,00± 20,00	2,872±0,008	A
	D	2,85± 0,15	-	24,90± 0,09	6,04±0,04	7,78±0,01	724,50± 0,50	6,79±0,15	45,50± 0,09	68,80± 4,80	68,77± 3,16	410,00± 10,00	2,790±0,009
Ağustos	Y		23,40± 0,40	5,98±0,10	7,33±0,01	544,50±21,50	8,68±0,15	46,45± 0,05	61,60± 2,40	75,45± 1,34	480,00±20,00	1,814±0,002	F
	D	2,90± 0,10	1,10± 0,00	23,35± 0,35	5,97±0,12	7,35±0,01	545,00±22,00	8,05±0,16	46,85± 0,05	60,00± 0,80	77,39± 0,36	400,00±60,00	1,815±0,001
Eylül	Y		19,25± 0,15	6,87±0,02	7,32±0,01	689,50± 0,50	5,52±0,15	42,85± 0,05	82,40± 0,79	54,07± 0,61	410,00± 10,00	1,332±0,002	G
	D	2,45± 0,05	2,30± 0,30	19,10± 0,29	6,47±0,39	7,34±0,01	717,00±14,00	4,89±0,16	43,05± 0,05	82,40± 0,80	54,55± 0,36	330,00±10,00	1,320±0,020
Ekim	Y		18,00± 0,20	7,35±0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	3,05± 0,05	2,40± 0,00	18,85± 0,35	7,32±0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
Kasım	Y		14,85± 0,15	7,45±0,05	7,89±0,01	584,50± 1,52	4,55±0,34	50,60± 0,50	103,40± 4,60	60,14± 4,01	490,00± 10,00	0,9415±0,003	H
	D	2,55± 0,05	3,00± 0,00	14,80± 0,09	7,49±0,01	7,87±0,01	736,50± 1,49	4,58±0,26	49,65± 0,85	103,20± 5,20	57,95± 1,09	450,00± 50,00	0,9410±0,008
Aralık	Y		13,05± 0,05	8,18±0,02	8,06±0,01	728,00± 2,00	3,95±0,16	34,30± 0,20	80,00± 4,80	34,75± 3,45	550,00± 10,00	1,257±0,022	G
	D	2,30 ± 0,0	3,00± 0,00	12,90± 0,09	7,49±0,33	8,05±0,01	785,50± 2,55	4,42±0,63	36,00± 0,20	80,00± 4,80	38,88± 2,43	590,00± 30,00	1,285±0,005

Çizelge 4. Batı Göleti 2. istasyonda fiziksel ve bazı kimyasal özelliklerle klorofil-a'nın aylara göre değişimi (Y: yüzey, D: dip)

Parametre		Derinlik	SD	Su sıcaklığı	Çöz. oksijen	pH	EC	Organik madde	Toplam sertlik	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Klorofil-a
Aylar		(m)	(m)	(°C)	(mg/l)		(µmhos/cm)	(mg/l)	(°FS)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/m ³)
Ocak	Y			15,75± 0,29	7,43±0,14	7,81±0,01	647,50± 2,50	3,63±0,02	31,95± 0,05	28,60± 0,20	60,26± 0,24	390,00 ± 2,00	0,744±0,005 ^G
	D	2,45± 0,05	2,40 ± 0,00	15,70± 0,30	7,05±0,03	7,81±0,01	648,00± 0,99	3,63±0,01	31,75± 0,05	29,00± 0,20	59,53± 0,24	389,00 ± 0,99	0,745±0,005 ^H
Şubat	Y			16,35± 0,35	7,80±0,29	7,69±0,09	752,50± 2,50	3,31±0,15	31,90± 0,09	38,40± 0,79	54,19± 0,73	579,00± 20,00	0,647±0,003 ^H
	D	2,40± 0,10	2,30 ± 0,00	16,35± 0,35	7,89±0,11	7,66±0,06	757,00± 2,50	3,95±0,16	33,40± 0,09	38,00± 1,20	58,07± 0,97	560,00± 60,00	0,449±0,001 ^I
Mart	Y			17,20± 0,20	7,68±0,02	7,09±0,01	757,00± 2,99	3,15±0,15	38,50± 0,50	45,60± 2,40	65,83± 2,67	350,00± 2,00	1,967±0,004 ^C
	D	1,60± 0,10	1,50± 0,00	17,20± 0,20	7,63±0,07	7,11±0,00	758,00± 2,00	2,68±0,15	37,30± 0,10	47,20± 0,79	61,96± 0,24	349,50 ± 0,50	1,968±0,001 ^C
Nisan	Y			19,85± 0,14	7,63±0,03	7,89±0,01	719,00± 0,99	3,00±0,16	39,60± 0,09	72,80± 7,20	52,02± 4,62	382,50± 2,50	2,035±0,005 ^C
	D	2,05± 0,05	2,00± 0,00	19,75± 0,25	7,63±0,02	7,85±0,02	721,00± 0,99	3,63±0,16	39,90± 0,10	72,80± 7,20	52,73± 4,61	387,50± 12,50	2,025±0,005 ^C
Mayıs	Y			21,75± 0,25	6,65±0,05	7,78±0,01	712,50± 0,50	4,10±0,31	41,50± 0,09	89,60± 6,40	46,41± 3,64	390,00± 10,00	2,485±0,005 ^B
	D	2,05± 0,05	1,25± 0,25	21,60± 0,40	6,65±0,05	7,72±0,03	713,50± 0,50	4,42±0,31	41,90± 0,09	96,80± 0,80	43,01± 0,73	380,00± 20,00	2,475±0,005 ^B
Haziran	Y			22,05± 0,95	6,35±0,05	7,84±0,00	738,00± 2,00	4,45±0,16	41,55± 0,05	98,80± 3,60	40,95± 2,30	360,00± 20,00	2,725±0,005 ^A
	D	2,15± 0,15	-	22,05± 0,95	6,40±0,01	7,84±0,01	739,00± 0,99	4,89±0,15	41,75± 0,05	100,80± 1,60	40,22± 0,89	420,00± 60,00	2,715±0,005 ^A
Temmuz	Y			24,95± 0,15	6,04±0,01	7,79±0,01	725,50± 0,50	8,68±0,15	45,30± 0,09	76,00± 2,40	63,91± 1,21	490,00± 10,00	2,755±0,005 ^A
	D	2,05± 0,05	-	24,85± 0,15	6,04±0,01	7,79±0,01	725,50± 0,50	8,84±0,01	47,05± 1,55	76,00± 2,40	68,16± 5,22	490,00± 30,00	2,790±0,009 ^A
Ağustos	Y			23,45± 0,45	6,10±0,01	7,35±0,01	610,00±0,99	7,74±0,16	46,75± 0,05	62,40± 1,60	75,69± 0,61	470,00±11,00	1,799±0,030 ^D
	D	2,45± 0,05	1,00± 0,00	23,45± 0,45	6,07±0,01	7,36±0,01	614,00±0,99	7,74±0,16	46,10± 0,09	60,00± 0,79	75,57± 0,24	355,00±95,00	1,810±0,080 ^D
Eylül	Y			18,70± 0,70	6,89±0,01	7,37±0,01	716,50± 1,49	4,89±0,78	43,35± 0,15	82,40± 0,80	55,28± 0,85	430,00± 30,00	1,375±0,005 ^E
	D	2,05± 0,05	1,75± 0,25	18,70± 0,70	6,37±0,52	7,40±0,01	728,00±0,99	4,10±1,89	43,50± 0,10	83,60± 2,00	54,91± 1,46	440,00±40,00	1,367±0,007 ^E
Ekim	Y			18,05± 0,15	7,30±0,02	7,05±0,01	648,50± 0,50	5,53±0,79	43,05± 0,05	80,00± 4,80	56,01± 2,79	410,00± 10,00	0,757±0,002 ^H
	D	2,05± 0,05	2,00± 0,00	18,85± 0,35	7,30±0,02	7,05±0,01	649,50±0,50	5,68±0,63	43,25± 3,05	80,80± 0,79	56,01± 0,61	430,00±30,00	0,764±0,003 ^H
Kasım	Y			14,75± 0,25	7,51±0,01	7,81±0,01	795,50± 1,49	4,19±0,13	51,90± 3,10	78,60± 7,80	78,36± 2,79	530,00± 30,00	0,948±0,001 ^F
	D	2,55± 0,05	2,50± 0,00	14,75± 0,25	7,51±0,01	7,82±0,02	798,00± 0,99	4,19±0,19	51,95± 3,05	73,60± 7,80	78,48± 2,67	550,00± 10,00	0,947±0,002 ^G
Aralık	Y			13,10± 0,09	8,03±0,02	8,07±0,01	797,00± 0,99	5,21±0,16	34,10± 0,09	79,80± 6,20	34,38± 3,52	580,00± 20,00	1,255±0,001 ^I
	D	2,30 ± 0,00	2,30± 0,00	12,95± 0,15	7,80±0,30	8,07±0,01	792,50± 2,50	5,52±0,15	34,25± 0,05	81,00± 5,00	34,02± 2,92	570,00± 10,00	1,215±0,005 ^F

Kaynaklar

- Anonim, 1992. Türk Çevre Mevzuatı. Türkiye Çevre Vakfı Yayını. Cilt (II), s.667-1275, Ankara.
- Anonymous, 1975. Standard methods for the examination of water and waste water. Ondördüncü baskı. John D. Ducas Co., p.1-1193, USA.
- Canfield, D.E., Shireman, D.E., Colle, W.T., Watkins, C.E., and Maceina, M.J. 1984. Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida Lakes: Importance of aquatic macrophytes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41: 497-501.
- Cerco, C.F. 1989. Measured and modelled effects of temperature, dissolved oxygen and nutrient concentration on sediment-water nutrient exchange. Hydrobiologia, 174: 185-194.
- Chambers, P.A., Prepas, E.E., Bothwell, M.L. and Hamilton, H.R. 1989. Roots versus shoots in nutrient uptake by aquatic macrophytes in flowing waters. Can. J. Aquat. Sci., 46: 435-439.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F. 1983. İstatistik Metotları I. A.Ü.Zir.Fak.Yayınları: 861, Ders Kitabı, s. 1-229, Ankara.
- Duarte, C.M. and Kalff, J. 1990. Patterns in the submerged macrophyte biomass of lakes and the importance of the scale of analysis in the interpretation. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 47: 357-363.
- Erençin, C. ve Erençin, Z. 1978. Aynalı sazın (*C. carpio*) kültür balığı olarak Türkiye'de ilk defa yetiştirilmesi ile ilgili araştırmalar. A.Ü. Vet. Fak. Derg. XXV, No 1.
- Erençin, Z. ve Köksal, G. 1981. İçsular Temel Bilimleri. A.Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları :375, s.1-160, Ankara.
- Lachavanne, J.B., Perfetta, J. and Juge, R. 1992. Influence of water eutrophication on the macrophytic vegetation of Lake Lugano. Aquatic Sciences, 54(3): 1015-1621.
- McCauley, E., Downing, J.A. and Watson, S. 1989. A sigmoid relationships between nutrients and chlorophyll among lakes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46: 1171-1175.
- Mc Dougall, B.K. and Ho, G.E. 1991. A study of the eutrophication of the North Lake, Western Australia. Wat. Sci. Tech., 23: 163-173.
- Moss, B. 1988. Ecology of Fresh Waters. Man and Medium. 2nd Edition, Oxford Blackwell Scientific Publications, p.1-417, London.
- Nürnberg, G.K. 1984. The prediction of internal phosphorus load in lakes with anoxic hypolimnia. Limnol. Oceanogr., 29(1): 111-124.
- Pitcairn, C.E.R. ve Hawkes, H.A. 1973. The role of phosphorus in the growth of *Cladophora*. Water Research Pergamon Press. 7, 159-173.
- Round, F.E. 1981. The Ecology of Algae. Cambridge Univ. Press, p.1-653, Great Britain.
- Seip, K.L. 1994. Phosphorus and nitrogen limitation of algal biomass across trophic gradients. Aquatic Sciences. 56 (1), p. 16-28.
- Simmonds, M.A. 1973. Experience with algal blooms and the removal of phosphorus from sewage. Water Research Pergamon Press. 7, 255-265.
- Sollbe, J. 1988. Water quality. Pp. 67-86. In: Laird L.M. and T. Needham (eds). Salmon and trout farming. Ellis Harwood Lim. England.
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. 2nd Edition, Bull. Fish. Res. Board Can., 167, p.1-310.
- Vollenweider, R.A. 1989. Global Problems of Eutrophication and its Control. Conservation and Management of Lakes. In: J. Salanki and S. Herodek (Editors), Symp. Biol. Hung. Akademiai Kiado, 38: 19-41, Budapest.
- Wetzel, R.G. 1975. Limnology. W.B. Saunders Co., p.1-743, Philadelphia.
- Wetzel, R.G. 1983. Limnology. W.B. Saunders Co., p.1-767, Philadelphia.