

Pınarbaşı Göleti'nde (Afşin-Elbistan, Kahramanmaraş) Su Bitkileri Biyokütlesinin İncelenmesi ve Yönetim Metotlarının Değerlendirilmesi

Nilsun DEMİR¹ Hülya YAVUZ² Altunay PERENDECI³ Cem ÇAKIROĞLU⁴ Serdar S. ÇELEBİ²

Geliş Tarihi : 09.04.2002

Özet : Afşin Elbistan A termik santraline soğutma suyu temin eden Pınarbaşı Göleti'nde aşırı su bitkisi gelişimi görülmektedir. Bu sorunun tespiti ve çözümü amacıyla, gölette bitki biyokütlesinin en fazla olduğu Ağustos, Eylül 2000 aylarında su kalitesi, sediment yapısı ve bitki kompozisyonu incelenmiştir. Göletin kaynak kısmında bulunan *Groenlandia densa* (L.) Fourr., *Nasturtium officinale* R. Br. gibi su bitkilerinin yerlerini göletin genişlediği kesimde *Myriophyllum spicatum* L. ve *Chara globularis* Thuill. gibi bitkilerin aldığı belirlenmiştir. Gölette su yüzeyini kaplayarak çirkin bir görüntü oluşturan bitki ise *Cladophora fracta* (Dillw.) Kuetz. türüdür. Bu bitki gölet yüzey alanının yaklaşık % 42'sini kaplamaktadır. Gölette bulunan toplam bitki kuru madde ağırlığının ise 27 t olduğu tahmin edilmiştir. Bu makalede, bitkilerin yönetimi için göletin su kalitesi ve yapısına uygun olabilecek metotlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: su bitkisi, biyokütle, su kalitesi, sediment, yönetim

An Investigation on the Biomass of Aquatic Plants and Evaluation of Management Methods in Pınarbaşı Reservoir (Afşin-Elbistan, Kahramanmaraş)

Abstract : The aquatic plants were grown excessively in Pınarbaşı reservoir supplying cooling water to Afşin Elbistan A thermal plant. In order to understand the problem and suggest solutions, water quality, sediment structure and composition of plants were investigated in August and September 2000 since the plant biomass is the highest in the reservoir in this term. Water plants like *Groenlandia densa* (L.) Fourr. and *Nasturtium officinale* R. Br. in spring part of reservoir were replaced by *Myriophyllum spicatum* L. and *Chara globularis* Thuill. in the enlarged part. The plant covered the water surface was *Cladophora fracta* (Dillw.) Kuetz. It covered 42% of the water surface area approximately. Estimated total dry weight of aquatic plants in reservoir was 27 t. The plant management methods suitable for water quality and type of reservoir were discussed in this paper.

Key Words: aquatic plant, biomass, water quality, sediment, management

Giriş

Sularda ötrofikasyonun en önemli göstergesi, fitoplankton veya makrofitlerin biyokütlesindeki artıştır. Ötrofikasyona maruz kalan sularda besin maddeleri konsantrasyonu artar. Bu besin maddeleri, hem epifitik hem de planktonik bitkilerce kullanılır. Derin ve kıyısı dik olan göllerde fitoplankton, sığ ve berrak göllerde ise makrofitler gelişir. Artan besin maddesine bağlı olarak biyokütle ve verimlilikte de bir artış görülür. Ötrofikasyona bağlı olarak, özellikle kireçli sularda su altı bitkilerinin biyokütlesinin artabileceği, ancak makrofit biyokütlesinin fitoplankton veya epifitlerle ışığı bölüşmeden dolayı azaldığı, azalan ışığa toleransı olmayan türlerin kaybolduğu bildirilmektedir (Harper 1992).

İç sularımızda bulunan makro ve mikro algler, yüksek yapılı su bitkileri ve su bitkileriyle mücadele yöntemleri ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Ulubat, Manyas, İznik, Sapanca, Akşehir, Beyşehir, Eber ve Mogan Gölleri aşırı gelişen su bitkilerinin tehdidi altında olan göllerimizden

bazılandır (Erk'akan ve Yerli 1988, Seçmen ve Leblebici 1997, Kesici ve ark. 1999, Aysel ve ark. 2000).

Afşin Elbistan A-Termik Santralinin soğutma suyu ihtiyacı Ceyhan nehrinin kaynağında bir bent vasıtasıyla genişletilmiş olan Pınarbaşı Göleti'nden karşılanmaktadır. Afşin ve Elbistan ilçelerinin içme suyu, gölet yakınındaki kuyudan elde edilmektedir. Ayrıca göletten salınan su tarımsal sulama amacıyla kullanılmaktadır. Yöre halkı için önemli bir mesire yeri haline gelmiş olan Pınarbaşı Göleti'nde zamanla su bitkilerinde aşırı bir artış oluşmuştur. Bu aşırı artış, kaynakta ötrofikasyon probleminin olduğuna işaret etmektedir. Bu çalışmanın amacı, kaynakta mevcut su bitkilerinin incelenmesi, su bitkilerinin artışına neden olabilecek etkenlerin araştırılması ve çirkin bir görünüm oluşturarak kaynağın rekreatif değerini bozan su bitkileriyle mücadele yöntemlerinin değerlendirilmesidir.

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

² Hacettepe Üniv. Kimya Mühendisliği Bölümü-Ankara

³ Türkiye Şeker Fabrikaları Araştırma Enstitüsü-Ankara

⁴ Elektrik Üretim Anonim Şirketi Çevre-Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Daire Başkanlığı-Ankara

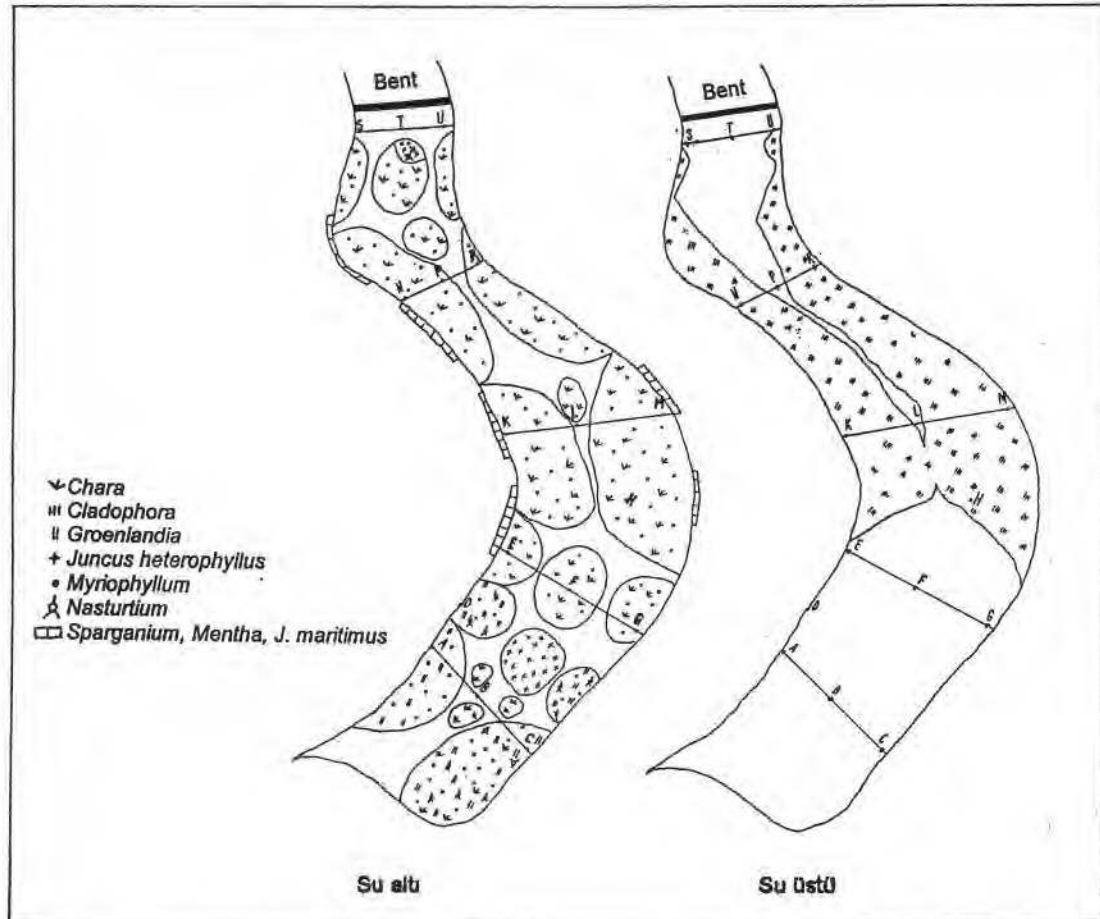
Materyal ve Yöntem

Pınarbaşı Göleti, Ceyhan nehrinin kaynağında bir bent vasıtasıyla oluşturulmuştur ve yüzey alanı 62500 m²'dir (Şekil 1). Gölet içerisinde ve mansabında birçok kaynak noktası (göze) mevcuttur. Afşin ve Elbistan ilçelerinin içme suyu, gölet yanındaki kaynaktan karşılanmaktadır. Göletten alınan su, Afşin Elbistan A-Termik santralının soğutma su ihtiyacını karşılamak üzere kullanılmaktadır. Santrale ait olan ve her biri 1800 m³/saat kapasiteli 4 adet pompanın bir veya birkaç tanesi santralin ihtiyacına göre devreye alınmakta ve göletten su çekmektedir. Türkiye Şeker Fabrikalarının yörede bulunan tesisleri de proses suyu ihtiyacını gerektiğinde gölette bulunan pompaları ile karşılamaktadırlar.

Göletten salınan su Ceyhan Nehri'nin kaynağını oluşturmaktadır. Gölette kirlilik kaynağı olabilecek Ketizmen deresi yaz aylarında genellikle tamamen kurumakta, ancak diğer aylarda gölete akmaktadır. Göletin kıyısında bir dinlenme tesisi ve orta mesafede dağınık olarak yerleşim bölgeleri bulunmaktadır. Tesisin önünde bulunan mekanik havalandırıcı (aerator) zaman zaman çalıştırılmakta ve ayrıca gerektiğinde sal yardımıyla yüzeydeki su bitkileri elle toplanarak temizlenmektedir. Sorunun tespiti amacıyla, bitki probleminin en fazla olduğu

dönemde, 6-8 Ağustos 2000 ve 6-8 Eylül 2000 tarihlerinde su, bitki ve sediment örnekleri alınmıştır.

Örnek alma noktalarının belirlenmesinde öncelikle noktasal kirlilik kaynakları göz önünde bulundurulmuştur. Gölet kıyısında bulunan dinlenme tesisinin tuvalet giderinin de karıştığı Ketizmen deresi ağız bir örnek alma noktası olarak seçilmiştir (D). Referans olarak kullanılmak üzere, içme suyunun sağlandığı kaynak kuyusundan hamsu örneği alınmıştır (Hamsu). Mekanik havalandırmanın ve elle yüzey temizlemenin etkisini anlayabilmek için havalandırma yakını da örnek alma noktası olarak seçilmiştir (B). Şekil 1'de görülen diğer tüm örnek alma noktaları göletin tamamını temsil edebilecek şekilde seçilen kesitlerden oluşmaktadır. İlk su örnekleri 8 Ağustos 2000 tarihinde Hamsu, B, D, F, H, L ve T noktalarından alınmış ayrıca haritada yer alan bütün noktalarda pH, iletkenlik, çözünmüş oksijen ve derinlik ölçümleri yerinde yapılmıştır. İlk analizler ışığında yapılan değerlendirmede; gölet içerisindeki farklı noktalarda su kalitesinin çok fark etmediği belirlenmiş, bu nedenle 8 Eylül 2000 tarihinde sadece B, D, H ve P noktalarından su örnekleri alınmıştır. Eylül ayında da bütün noktalarda pH, iletkenlik, sıcaklık ve çözünmüş oksijen ölçümleri yerinde yapılmıştır.



Şekil 1. Pınarbaşı Göleti'nde örnek alınan noktalar, su üstü ve su altı bitkilerinin dağılımı

Çizgisel hız ve debi ölçümlerinde, arazi tipi portatif debi ve hız ölçüm cihazı kullanılmıştır. Su örneklerinde, sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen ve iletkenlik ölçümleri yerinde yapılmıştır. Su ve bitki örnekleri, bozulmayı önlemek amacıyla portatif soğutucu yardımıyla soğutulmuş ve havayolu ile derhal Ankara'ya getirilerek analizler yapılmıştır. Kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı, permanganat sarfiyatı, nitrit-azotu, nitrat-azotu, amonyum azotu, toplam azot, ortofosfat, toplam fosfor, toplam askıda katı madde, toplam katı madde, toplam sertlik, serbest karbondioksit, alkalinite, bulanıklık, kalsiyum, magnezyum, demir, kadmiyum, sodyum, potasyum, mangan, çinko, bakır analizleri Anonim (1988, 1989a, 1989b ve 1995)'e göre yapılmıştır.

Pınarbaşı Kaynağı'nda makrofitler 8 Eylül 2000'de Şekil 1'de görülen örnek alma noktalarında incelenmiş, ayrıca gölet bir tekneyle dolaşarak farklı görünüşlü su bitkileri örneklenmiştir. Su bitkileri özel bir burgu vasıtasıyla su dışına alınmış, plastik torbalarda etiketlenerek laboratuara ulaştırılmıştır. Bitkiler laboratuara getirildikten sonra, lup, stereomikroskop ve binoküler mikroskop kullanılarak Fassett (1966), Prescott (1973) ve Casper ve Krausch (1980 ve 1981)'a göre tür teşhisleri yapılmış, alglerin sistematik dizininde Veysel ve ark 2000'dan yararlanılmıştır. Burgu (Burgu alanı= $0.25 \times 3.14 = 0.2 \text{ m}^2$) ile alınan bitkiler iyice süzülerek tartıldıktan sonra alt örnekler alınmış ve 105°C 'da 24 saatte sabit ağırlığa ulaşan örneklerin birim alanda kuru ağırlığı belirlenmiştir (Wetzel ve Likens 1991). Eylül ayında B ve P noktalarında yüzeyden su örnekleri alınmış, Lugol solüsyonu eklenerek çöktürülen örnekler, sayım hücrelerinde invert mikroskop kullanılarak sayılmıştır (Lund ve ark, 1958). B ve P noktalarından alınan su örnekleri Whatman GF/C filtre kağıdından süzülüp, asetonla ekstrakte edilmiş ve klorofil *a* spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Strickland ve Parsons 1972).

Bulgular ve Tartışma

Ağustos ve Eylül aylarında Pınarbaşı Göleti'nde yapılan incelemelerde bentin yükseltilmesinden önce gölette özellikle su altı bitkilerinin var olduğu, su üstünde ise az ölçüde battaniye tipi bitkilerin olduğu belirlenmiştir. Ancak bentin yükseltilmesinden sonra göletin büyük bir kısmının uzun süredir tamamen bitkilerle kaplandığı bildirilmektedir. Gölet kıyısındaki dinlenme tesisinin önünde zaman zaman elle mekanik temizleme ve havalandırma yapılmaktadır. Göletin suyu berrak olup dipteki bitkiler rahatlıkla gözlenebilmektedir. Su akışının az olduğu bölgelerde gölet yüzeyi bitkilerin oluşturduğu battaniye tabakası ile kaplanmakta, hatta bu tabaka üzerinde pet şişe, kola kutusu vb. gibi atıklara rastlanmaktadır. Bente yaklaşıldıkça yüzeydeki su bitkisi miktarının azaldığı gözlenmektedir. Pınarbaşı Göleti'ne akan başlıca noktasal kaynak olan Ketizmen deresi yaz aylarında tamamen kurumaktadır. Ancak dinlenme tesisine ait tuvalet foseptik tankından taşan suların dere yatağından gölete ulaştığı gözlenmiştir.

Göletteki ortalama derinlik 2,22 m'dir. Düşük sıcaklık, hafif alkali pH, düşük iletkenlik değeri ve yüksek çözülmüş oksijen değerleri göletteki suyun kaynak suyu niteliğinde olduğunu göstermektedir (Çizelge 1). Suyun kimyasal ve biyolojik parametre analizleri incelendiğinde; Ketizmen deresi girişi (D), üzeri tamamen bitkilerle kaplanmış olan H noktaları gibi en kirlil bölgelerde bile kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve permanganat sarfiyatı değerlerinin çok düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Ancak toplam azot ve toplam fosfat değerleri Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen (Anonim 1992) birinci sınıf su kalite değerlerinin üzerindedir. Pınarbaşı Göleti'nden alınan örneklerin analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre su özelliklerinin I. ve II. sınıf arasında olduğu ve I. sınıf özelliklere daha yakın

Çizelge 1. 7 Ağustos ve 7 Eylül 2000'de yerinde yapılan ölçüm sonuçları

Örnek alma noktası	Derinlik (m)		T(°C)		pH		İletkenlik (µS/cm)		Çözülmüş oksijen (mg/L)	
	Ağustos	Eylül	Ağustos	Eylül	Ağustos	Eylül	Ağustos	Eylül	Ağustos	Eylül
Ham su	-	-	13,3	-	7,68	-	423	-	8,5	-
A	2,0	2,03	13,5	13,1	7,80	7,64	413	410	8,9	9,1
B	2,32	2,27	15,4	13,7	7,78	7,75	417	412	8,8	9,0
C	1,70	1,76	17,0	13,8	8,20	7,80	416	412	7,6	7,8
D	0,64	-	14,5	13,5	7,80	7,77	422	450	7,5	7,8
E	2,34	-	15,2	14,1	8,03	7,68	442	444	9,2	9,8
F	1,96	2,13	15,7	14,8	7,86	7,87	401	437	9,1	9,1
G	2,28	-	14,5	14,5	7,90	7,86	430	435	9,0	9,2
H	2,34	2,52	15,5	14,5	8,14	7,80	369	422	8,6	8,7
K	2,55	2,43	15,0	14,3	7,98	7,72	420	424	7,8	7,7
L	2,55	2,43	15,0	14,4	7,95	7,85	393	425	9,1	9,3
M	2,48	2,41	13,5	14,3	7,77	7,77	430	433	8,6	8,5
N	2,53	-	14,1	14,1	7,88	7,73	436	439	9,1	9,2
P	2,68	2,53	14,2	14,3	7,92	7,65	438	433	7,9	8,1
R	2,43	2,26	13,8	15,4	7,81	7,86	425	419	9,1	9,3
S	2,60	2,09	14,1	14,1	7,88	7,74	430	435	8,2	8,4
T	2,51	2,08	14,3	14,2	7,83	7,65	426	439	7,9	8,1
U	1,78	1,73	14,3	14,3	7,88	7,70	430	434	8,1	8,2
Ortalama	2,22	2,21	14,61	14,2	7,89	7,75	420	429,6	8,5	8,6

- Ölçüm yapılmadı

Çizelge 2. Ağustos ve eylül ayında yapılan kimyasal analiz sonuçları

Parametre*	Hamsu Ağustos	B Ağustos	Eylül	D Ağustos	Eylül	F Ağustos	H Ağustos	Eylül	L Ağustos	P Eylül	T Ağustos
KOİ, mg/L	5,07	4,1	1,85	6,75	3,44	4,02	9,27	1,78	8,92	1,63	4,45
BOİ ₅ , mg/L	0	0	-	0	-	0	0	-	0	-	0
PS, mg/L	2,9	3,2	1,89	4,2	-	3,2	10,2	3,16	9,5	2,84	3,2
NO ₂ -N, mg/L	0,005	0,005	0,007	0,02	0,009	0,01	0,013	0,006	0,014	0,004	0,01
NO ₃ -N, mg/L	1,27	1,36	1,33	1,33	1,36	1,2	1,0	1,29	1,09	1,25	1,23
NH ₃ -N, mg/L	0,015	0,019	0,013	0,052	0,031	0,01	0,071	0,035	0,029	0,043	0,028
TN, mg/L	1,50	2,0	1,66	2,82	2,03	2,55	1,53	1,73	1,78	2,09	1,59
PO ₄ -P, mg/L	0,033	0,037	-	0,081	-	0,021	0,025	-	0,045	-	0,074
TP, mg/L	0,031	0,032	0,029	0,077	0,073	0,033	0,11	0,024	0,043	0,024	0,122
TAKM, mg/L	2	4	-	22	-	40	46	-	18	-	0
TKM, mg/L	290	244	-	378	-	338	426	-	274	-	382
TS, AS°	11,6	11,8	-	12,2	-	11,8	10,8	-	10,8	-	11,6
SCO ₂ , mg/L	7,96	7,96	7,96	7,96	-	6,63	4,87	7,96	5,31	7,96	6,20
Alk, mg/LCaCO ₃	145,9	150,9	141	150,9	-	156,0	140,9	141	140,9	141	150
Bul, NTU	-	-	0	-	-	-	-	0	-	0	-
Ca, mg/L	64,31	64,31	-	70,03	-	64,31	57,17	-	60,03	-	64,31
Mg, mg/L	11,28	12,12	-	10,43	-	12,12	12,12	-	10,43	-	11,28
Fe, mg/L	<1	<1	-	<1	-	<1	<1	-	<1	-	<1
Cd, mg/L	<0,5	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	<0,5	-	<0,5	-	<0,5
Na, mg/L	-	2,06	-	-	-	-	-	-	2,04	-	-
K, mg/L	-	0,42	-	-	-	-	-	-	0,46	-	-
Mn, mg/L	-	<1	-	-	-	-	-	-	<1	-	-
Zn, mg/L	-	<0,5	-	-	-	-	-	-	<0,5	-	-
Cu, mg/L	-	<1	-	-	-	-	-	-	<1	-	-

*Ölçüm yapılmadı

*KOİ; kimyasal oksijen ihtiyacı, BOİ; biyolojik oksijen ihtiyacı, PS; permanganat sarfiyatı, TN; toplam azot, TP; toplam fosfor, TAKM; toplam askıda katı madde, TKM; toplam katı madde, TS; toplam sertlik, SCO₂; serbest karbondioksit, Alk; alkalinite, Bul; bulanıklık ifade etmektedir.

görülmektedir. Bu ölçümlere ilaveten, güneş doğmadan önceki saatlerde gölette ölçülen çözünmüş oksijen değerlerinin gündüz saatlerindeki değerlerle yaklaşık aynı olduğu saptanmıştır. Bu durum, gölette aşırı biyokütleli solunumundan kaynaklanan bir oksijen kısıtlaması olmadığını göstermektedir.

Pınarbaşı Göleti'nde Afşin Elbistan A termik santralının dört ünitesinden ikisinin devrede olduğu 7 Eylül 2000'de, bent üzerinde yapılan ölçümlerde ortalama çizgisel hız 0,97 m/sn, ortalama debi ise 1,29 m³/sn olarak ölçülmüştür. Gölet yüzeyinde, yosunla kaplanmamış farklı noktalarda yapılan çizgisel hız ölçümlerinde bentten hemen 3-5 metre önce bile yüzeyel çizgisel hızların yaklaşık sıfır olduğu tespit edilmiştir.

Ağustos 2000 tarihinde alınan örneklerin analizlerinde toplam fosfor, ortofosfat ve toplam azot değerlerinin sudaki konsantrasyonlarının ötrofik bir göl için beklenenden düşük olması dikkati çekmiştir. Aşırı plankton üremesinde ve ötrofikasyonda özellikle fosforun kısıtlayıcı element olduğu bilindiğinden toplam fosfat fosforu ve azot miktarlarının sedimentin kendi özelliğinden ve/veya ölen bitkilerin yapısında bulunan fosfordan ve azotun sedimentte çürüyerek açığa çıkmasından kaynaklanabileceği düşünülerek eylülde gerekli görülen noktalardan sediment örnekleri alınarak gözenek suyu (pore water) ve sediment analizleri (Çizelge 3) yapılmıştır.

Sediment gözenek suyundaki toplam azot ve toplam fosfor değerleri D noktası hariç su örneklerindeki değerlerden daha yüksektir. Gözenek suyu toplam fosfor değerleri oldukça yüksektir ve Enell ve Löfgren (1988)

tarafından ötrofik sistemler için bildirilen değerlere uyum göstermektedir. Sularda bitkilerin gelişimi ve ötrofikasyonun olabilmesi için gerekli olan en temel elementler bilindiği gibi karbon, azot ve fosfordur. Pınarbaşı Göleti'nden örneklerin alındığı her iki dönemde Ketizmen Deresi deşarjının olmayışı ve civarda yoğun olarak gübrelenen bir zirai bölge bulunmaması, sediment ve gözenek suyu örneklerinde fosfor konsantrasyonunun sudan yüksek bulunması, gölette bitki artışına neden olan besin maddelerinden fosforun içsel kaynaklı olabileceğini göstermektedir. Mevcut su bitkileri öterek parçalanmakta ve tekrar bitkiler tarafından kullanılabilir fosfor formu oluşturmaktadırlar. Nitekim, sediment örneklerinde B gübrelenen kum yapısında bir sediment, H noktasında ise ince kıl ve mirik yapıları bir sediment tespit edilmiştir. Bitki gelişimi için gerekli olan fosfor sedimentte bulunmakta, gölette su altı ve su üstü bitkilerinin yüksek yoğunlukta yetişmesini desteklemektedir. Öte yandan analiz sonuçları, azotun suda ve sediment gözenek suyunda yeterli miktarda bulunduğunu ortaya koymaktadır. Su bitkilerinin büyüme mevsimi boyunca, sediment ve sudan büyük miktarda besin maddesini alarak biriktirdikleri, öldükleri zaman dipte organik madde ve besin maddelerinin yoğunlaştığı ve uzun dönemde göl ekosistemini önemli düzeyde etkiledikleri bildirilmiştir (Asaada ve ark. 2000). Yapılan analizlere göre gölette bitkiler tarafından karbon kaynağı olarak kullanılacak herhangi bir organik kirlilik söz konusu değildir. Ancak analizlerde kalsiyum karbonat (CaCO₃) cinsinden saptanan alkalitenin tamamı, ortam pH'nin 8,2'den düşük olması nedeniyle bikarbonata (HCO₃⁻) karşı gelmektedir. Reimer (1984) ve Tchobanoglous ve Burton (1991)'a göre;

Çizelge 3. Sediment örnekleri ve gözenek suyu analiz sonuçları

Parametre	B	D	H	P
Gözenek suyu toplam azot, TN, mg/L	1,96	0,960	9,62	6,06
Gözenek suyu toplam fosfat fosforu, PO ₄ -P, mg/L	0,322	0,245	0,862	0,809
Sediment toplam fosfat fosforu, PO ₄ -P, µg/g	643,7	890,6	490,6	625
Sedimentte bitkilerce alınabilir P ₂ O ₅ (ppm)	76,8	35,9	71,9	74,7
Sedimentte bitkilerce alınabilir Fe (ppm)	144,6	37,2	135,1	135,1

bikarbonat bitki hücrelerinin çoğalmasında karbon kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu sonuçlar bölgedeki su ve toprağın kimyasal yapısının, Pınarbaşı Göleti'nde ve hatta Ceyhan Nehri'nde bazı bölgelerde oluşan aşırı yosunlanmanın temel nedenlerinden biri olduğunu göstermektedir.

Pınarbaşı Göleti'nde suyun son derece berrak ve temiz görünümü olması nedeniyle fitoplanktonun suda problem oluşturmayacak kadar az olduğu kanaatine varılmış ve fitoplankton sayısı ile klorofil *a* sadece B ve P noktalarında analiz edilmiştir (Çizelge 4).

Gölette fitoplankton sayısı ve fitoplanktona ait klorofil *7a* değerleri çok düşüktür. Göletteki fitoplankton sayısının azlığı ve klorofil *a*'nın 2 mg/m³ gibi düşük bir değerde bulunması, göletin klorofil *a* baz alındığında Wetzel (1983)'e göre oligotrofik olarak sınıflandırılabileceğini göstermektedir. Fitoplanktonun daha çok pennat diatomlardan oluştuğu tespit edilmiştir. Bu diatomlar, aynı zamanda makrofitlerin üzerinde epifitik (yapışık) olarak bulunmaktadırlar.

Pınarbaşı Göleti'nde bitki örneklerinin alındığı eylül ayında aşağıdaki su bitkileri teşhis edilmiştir.

Su içi ve yüzen su bitkileri ;

Bölüm	: Chlorophyta (Yeşil Algler)
1. Sınıf	: Cladophorophyceae
Takım	: Cladophorales
Familiya	: Cladophoraceae
Tür	: <i>Cladophora fracta</i> (Dillw.) Kuetz.
2. Sınıf	: Zygnematophyceae
Takım	: Zygnematales
Familiya	: Zygnemataceae
Cins	: <i>Spirogyra</i>
3. Sınıf	: Charophyceae
Takım	: Charales
Familiya	: Characeae
Tür	: <i>Chara globularis</i> Thuill.
Bölüm	: Spermatophyta (Çiçekli Bitkiler)
Cins	: <i>Juncus</i>
Tür	: <i>Myriophyllum spicatum</i> L.
Tür	: <i>Nasturtium officinale</i> R. Brown
Tür	: <i>Groenlandia densa</i> (L.) Fournet

Su kıyısında ise ;

Bölüm	: Spermatophyta
Tür	: <i>Juncus maritimus</i> Lamarck
Tür	: <i>Sparganium erectum</i> L.
Tür	: <i>Mentha aquatica</i> L.

gibi yer yer kümelenmiş su bitkileri teşhis edilmiştir.

Pınarbaşı Göleti'nde örnek alınan noktalarda saptanan su altı bitkilerinin kuru madde ağırlıkları incelendiğinde, kuru madde ağırlığı en yüksek bitkinin

Chara globularis olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Göletin kaynak kısmında bitki biyokütlesinin ağırlıkça daha az olduğu, ancak göletin genişlediği ve çizgisel (linear) akış hızının azaldığı noktalarda su bitkilerinin biyokütlesinin arttığı görülmektedir. Kesitin daralmasıyla çizgisel akış hızının arttığı bentin yakınında toplam biyokütleda bir azalma olduğu saptanmıştır. A-C kesiti ve D noktasında görülen *Groenlandia densa* ve *Nasturtium officinale*, bu noktadan ileride gözlenmemiştir. *Juncus* cinsine ait türe ise kaynak noktasının yanısıra bent yakınında çizgisel akış hızının arttığı noktalarda rastlanmıştır. Gölette kesitin genişlediği ve çizgisel akış hızının azaldığı E-G kesitinden itibaren su altı bitkilerinden *Chara globularis* ve *Myriophyllum spicatum* ve su üstü bitkilerinden *Cladophora fracta* türlerinin baskın hale geçtikleri saptanmıştır. *Chara globularis* türünün kireçli suları seven bir su bitkisi olduğu bilinmektedir. *Myriophyllum spicatum* türünün ise bulanıklaşan sularda bile yapraklarını su yüzeyine ulaştırarak ışıktan yararlanabildiği bildirilmektedir (Cooke ve ark. 1993). Bu bitkinin yoğun *Cladophora* örtüsünün altında azalan ışık koşullarında gelişebilmesinin ve diğer bitkilerin çoğuna baskın hale geçmesinin nedeninin bu olduğu düşünülmektedir. Pınarbaşı Göleti'nin sığ bir gölet oluşu ve ışığın dibe kadar ulaşması da su bitkilerinin yoğun bir şekilde gelişimine neden olmaktadır. Su altında ışıklandırmanın bitki biyokütlesi ve örtüsünü etkileyen en önemli faktör olduğu bildirilmiştir (Duarte ve ark. 1985).

Gölette su yüzeyini kapatarak, çirkin bir görüntü oluşturan bitki ise *Cladophora fracta*, Türkçe adıyla 'Battaniye yosunu'dur. Battaniye yosunu, su yüzeyinde kalın kütleler oluşturarak gölette estetik görünümü bozmaktadır. Round (1981), sularda en çok şikayet edilen alglerden birinin *Cladophora* olduğunu bildirmektedir. Filamentli bir yeşil alg olan *Cladophora* önce substratum üzerinde bir örtü oluşturmaktadır. Bitki, besin artınca yoğun bir gelişim göstermekte, 1 mg/L'nin üstündeki fosfor konsantrasyonlarında organik olarak kirlenmiş akarsularda geceleri oksijen konsantrasyonunu azaltabileceği ve balık ölümlerine neden olabileceği, suyun olta balıkçılığı gibi rekreasyonel değerlerini azaltabileceği belirtilmektedir (Mason 1991). Ancak, gece sabaha karşı saptanan çözünmüş oksijen değerleri, Pınarbaşı Göleti'nde suyun gözelerden kaynakarak sürekli yenilenmesi nedeniyle oksijen miktarının azalmadığını göstermektedir. Hatta ölçümler, gölette çözünmüş oksijenin yaklaşık %90 doygunluk değerinde olduğunu ve bu tür bir olumsuzlukla karşılaşma riskinin olmadığını ortaya koymaktadır.

Çizelge 4. B ve P noktalarında fitoplankton sayısı ve klorofil *a* değerleri

Parametre	B	P
Fitoplankton sayısı (adet/L)	8132	16550
Klorofil <i>a</i> (mg/m ³)	2,04	2,44

Pınarbaşı Göleti'nde *Cladophora fracta* türünün kuru ağırlık olarak 397 g/m²'lik bir biyokütleyle ulaştığı ve gölet yüzeyinin yaklaşık %40'ını kapladığı belirlenmiştir (Çizelge 6, Şekil 1). Bitki genç olduğu dönemde dipteki diğer su bitkileri ile kümelenmekte, olgunlaştığında ise su yüzeyinde yüzen kütleler oluşturmaktadır. *Cladophora glomerata* türünün, Windermere Gölünde kuru ağırlıkça ortalama 200 g/m² gibi bir biyokütleyle ulaştığı ve gölün güney havzasında su yüzeyinin yaklaşık % 95'ini örttüğü belirtilmektedir (Planas ve ark. 1996). Güney Bohemya'da sazan havuzlarında, *Cladophora fracta* türünün kuru ağırlık olarak biyokütlesinin 490 g/m²'ye ulaştığı bildirilmiştir (Eiselhova ve Pokorny 1994). Pınarbaşı Göleti'nde *Cladophora fracta* biyokütlesi bu değerler arasında bulunmaktadır.

Bunun yanı sıra, gölet dip alanının % 38'inin *Chara globularis*, % 35'inin *Myriophyllum spicatum*, % 2,8'inin *Juncus sp.*, % 5,5'inin *Groenlandia densa*, % 8,3'ünün ise *Nasturtium officinale* gibi su içi bitkileriyle kaplı olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, gölet dip alanının yaklaşık %90'ının su altı bitkilerince kaplandığı belirlenmiştir (Şekil 1). Göletin su kapasitesini artırmak amacıyla inşa edilen bent, gölette bir genişlemeye neden olmuş ve suyun yüzeyel çizgisel akış hızını düşürmüştür. Gölette *Cladophora fracta* türünün çizgisel akış hızının azaldığı noktalarda su yüzeyini tamamen kapladığı belirlenmiştir. Göletin genişlediği bölgelerin yanı sıra, akış hızının yapısal olarak engellendiği bölgelerde de bitki yoğunluğunun

arttığı gözlenmiştir. Su hareketi, bitki topluluklarının lokasyonu ve kompozisyonunu etkileyen en önemli abiyotik faktörlerden biridir. Wye nehrinde makrofit örtüsü ve biyokütle yükünün akış hızıyla negatif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Benzer bir şekilde İsveç'te bir nehrinde makrofit örtüsünün akım 0,3 m/sn'nin altında olduğunda arttığı, daha yüksek hızlarda ise azaldığı belirlenmiştir (Wade 1994). Pınarbaşı Göleti'nde ortalama çizgisel akış hızı bent üzerinde, 0,97 m/sn olarak ölçülmüştür. Ancak kesitin geniş olduğu noktalarda ise, çizgisel hız çok daha düşüktür. Gölet yüzeyinde, yosunla kaplanmamış farklı noktalarda yüzer eleman kullanılarak yapılan hız ölçümlerinde, bentten hemen 3-5 metre önce bile yüzeyel çizgisel hızın yaklaşık sıfır olduğu tespit edilmiştir.

Kimyasal bulgulara ilaveten bu gözlemler, bentin yükseltilmesiyle yüzeyin genişlemesi sonucu çizgisel akış hızının düşmesinin, göletteki aşırı yosunlanmanın bir diğer nedeni olduğunu ortaya koymaktadır.

Pınarbaşı Göletinde su bitkilerindeki artış, göletin ötrofikasyona uğradığının bir göstergesidir. Bu ötrofikasyonun temel nedeni, suyun ve toprağın kimyasal yapısının yanı sıra, kaynak üzerinde yapılan ve su hacmini ve akış kesit alanını artırarak çizgisel akış hızını azaltan bentin yapımıdır. Ölen ve parçalanan bitkiler tabana çökmekte ve giderek artan bitki popülasyonu için kaynak oluşturmaktadır. Bu nedenle, bitki türlerine en uygun ve etkin bitki mücadele yöntemi uygulanarak en kısa sürede

Çizelge 5. Örnek alınan noktalarda bitki türleri ve kuru madde ağırlıkları (g/m²)

Nokta	Bitki türleri					
	<i>G. densa</i>	<i>M. spicatum</i>	<i>Juncus sp.</i>	<i>N. officinale</i>	<i>C. globularis</i>	<i>C. fracta</i>
A	78,7	17,5	-	-	-	18,2
B	-	-	38,5	51,3	147,3	-
C	13,7	651,5	-	-	461,8	-
D	110,8	28,5	35,5	450,3	-	54,9
E	-	285,8	-	-	1032,2	75,7
F	-	129,8	-	-	2251,3	174,3
G	-	-	-	-	1432,0	214,9
H	-	117,5	-	-	787,4	397,2
K	-	17,6	-	-	685,8	317,3
L	-	176,3	-	-	485,3	135,7
M	-	175,0	-	-	1276,3	286,2
N	-	-	-	-	176,0	254,1
P	-	354,1	-	-	189,1	375,9
R	-	58,0	-	-	1071,2	397,4
S	-	295,0	-	-	202,7	187,5
T	-	379,3	149,2	-	79,8	-
U	-	174,3	-	-	-	277,6

(-) Alınan örnekte mevcut değildir

Çizelge 6. Su bitkilerinin dağılımı, yaklaşık olarak kapladıkları alan ve kuru ağırlık olarak toplam biyomassları

Bitki türleri	Su dibinde kapladığı alan (%)	Su yüzeyinde kapladığı alan (%)	Kapladığı alanda toplam bitki kuru madde ağırlığı (t)
<i>G. densa</i>	5,5	-	0,2
<i>M. spicatum</i>	35	-	4
<i>Juncus sp.</i>	2,7	-	0,3
<i>N. officinale</i>	8,3	-	1,3
<i>C. globularis</i>	38,8	-	16
<i>C. fracta</i>	-	41,7	5,8
Toplam	90,3	41,7	27,6

göletin restorasyonu için önemli bir adım atılmalıdır. Ayrıca, göletin rekreasyonel değerini artırmak için nokta kaynaklı kirlenmelere karşı dikkatli olunmalı ve önleyici tedbirler alınmalıdır.

Pınarbaşı Göleti'nde, su kalite parametrelerine ve göletin yapısına uygun şekilde su bitkilerinin yönetimi gerekmektedir. Su bitkilerinin yönetimi, tamamen bitkisel bir su kütlesi anlamına gelmez. Sadece bitkilerin aşırı gelişimi ve bu aşırı gelişimin yaratacağı problemlerin çözülmesi gereklidir. Su bitkilerinin uygun şekilde yönetimi ve istenmeyen bitkilerle mücadelede; biyolojik, kimyasal ve mekanik metodlar kullanılmaktadır.

Pınarbaşı Göleti'nde biyolojik mücadelede böcek kullanımı, gölette bulunan bitki türleriyle beslenecek ve göletin yapısına uyacak böceğin bulunması çok zaman alacağından mümkün gözükmemektedir. Aynı durum patojen organizmalar için de geçerlidir. Öte yandan istenmeyen bitki türleri ile mücadelede, makroskobik ve mikroskobik bitkilerin kullanılması, yeni bitki türünün muhtemel aşırı gelişimi daha kötü sonuçlara yol açabileceğinden uygun değildir. Bu yöntemler arasında sadece herbivor balık kullanımı ilk bakışta, ülkemizde ot sazını üretimi gerçekleştirildiğinden mümkün görülmektedir. Bu balığın ülkemizde, özellikle balık havuzlarında ot kontrolünde kullanılabileceği belirtilmiştir (Baran ve Seçer 1979). Ancak ot sazının; gölet ekosistemini nasıl etkileyeceğinin bilinmemesi, bilinmeyen parazitleri taşıması, su sıcaklığı 20°C'nin üstünde olduğunda etkin bitki mücadelesi yapması gibi çeşitli dezavantajları vardır. Pınarbaşı Göleti'nde su, kaynak suyu olduğu için oldukça soğuktur ve Ağustos ayında bile ortalama sıcaklık 14,6°C olarak ölçülmüştür. Bu nedenle ot sazının gölette bitki mücadelesinde kullanılması imkansızdır.

Pınarbaşı Göleti'ne biyolojik mücadele amacıyla bir miktar kerevit eklenebilir. Kerevit (tatlı su istakozu), oksijence zengin, 3-4 m'den derin olmayan, gizlenme imkanı bulunan sulara gelişebilir (Atay 1997). Kerevit sert suları tercih eder ve ülkemize özgü *Astacus leptodactylus* türü için kalsiyumun sınırlı değerleri 5-130 mg/l'dir (Köksal 1988). Bu parametreler, Pınarbaşı Göleti özellikleriyle uyum göstermektedir. Kerevit, bir süre sonra avlanıp besin olarak da değerlendirilebilir. Ancak gölette kerevitte biyolojik mücadele, göletin tam anlamıyla estetik bir görüntüye kavuşması için yeterli değildir.

Su bitkilerinin kimyasal kontrolünde herbisitlerden; bakır sülfat, 2,4-D, Endothall, Diquat, Simazine, Dichlorobenil, Fenac, Dalapon ve Amitrole yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu maddelerin çoğunun uygulanmasında bir takım kısıtlamalar vardır. Örneğin; Fenac, boşaltılmış gölet tabanına uygulanır. Bu durumun zorluğu göze alındığında, Pınarbaşı Göleti'nde Fenac kullanımı mümkün değildir. Öte yandan, bakır sülfat dışındaki diğer herbisitlerin kullanıldığı suların, içme suyu, hayvan ve bitkilerin sulanmasında, rekreasyonel amaçlı kullanımlarında bir takım kısıtlamalar vardır. Örneğin; Simazine uygulanan su, 12 ay süre ile insan tüketimi ve hayvanların sulanması için kullanılmamalıdır. Belirtilen kısıtlamalar nedeniyle, seçilecek herbisit oldukça

önemlidir. Pınarbaşı Göleti'nde kullanım fazlası suyun Ceyhan Nehri'ni oluşturduğu ve akış güzergahında çiftçilik ve hayvan yetiştirme gibi tarımsal faaliyetlerin yapıldığı, ayrıca suyun bölgede içme suyu olarak da kullanıldığı dikkate alınırsa; herbisit kullanımı genel olarak bir risk teşkil edebilir. Bu herbisitlerden sadece bakır sülfatın uygulandığı su, insan tüketiminde, bitki ve hayvanların sulanmasında ve rekreasyonel amaçlı olarak kullanılabilir. Bu kullanımda bakır sülfat'ın suya dozajlama miktarı çok önemlidir. Özellikle kaynak içme suyu olarak kullanıldığında, sudaki Cu^{+2} konsantrasyonu 1 ppm'in altında olmalıdır. Öte yandan su bitkilerinin gelişiminin önlenmesinde; bakır sülfat pentahidrat (BSPH- $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) dozaj değeri akışlı sistemler için 1,6-3,2 kg BSPH/m³/sn/gün olarak önerilmektedir. (Gangstadt 1988) Ölçümlerin yapıldığı dönemdeki değerler ışığında; Pınarbaşı Göleti'nde maksimum su debisi yaklaşık 10000 m³/saat (2,60 m³/sn) olmaktadır. Bu akış hızı için gerekli BSPH dozaj miktarı ise ortalama 7 kg/gün (2,6 ton/yıl)'dır. Bu kabul edilebilir miktardaki günlük dozajlama BSPH'ın sudaki çözeltisinin bir botten homojen olarak göl yüzeyine püskürtülmesi ile yapılabilir. Bu değerlendirmenin sonucunda, Pınarbaşı Göleti'nde bitkilerin aşırı gelişmesinin önlenmesinde bakır sülfat kullanımı önerilebilir.

Su bitkilerinin yönetimi amacıyla kullanılan mekanik yöntemlerden en basiti olan elle toplama yöntemi Pınarbaşı Göleti'nin restoran önündeki küçük bir kısmında düzensiz ve kısmi bir şekilde uygulanmaktadır. Mevcut haliyle bu uygulamanın göletin tamamında etkili bir şekilde yapılabilmesi olanaksızdır. Bitkilerin köklerinin sökülerek bertaraf edilmesi bitkileri tamamen yok etmeye, tekrar büyümelerini engellemeye yönelik olduğundan bu gölet için önerilmemektedir. Çünkü burada amaç bitkilerden tamamen kurtulmak değil, sadece yüzeydeki estetik görüntünün güzelleştirilmesi, dipteki bitkilerin bir kısmının bırakılarak göletin doğal yapısının korunması olmalıdır. Göletteki suyun boşaltılması ve dibin kurutulması yöntemi uzun zaman alacağından, termik santralin sürekli çalıştığı dikkate alındığında, o dönem içerisinde kullanılabilecek alternatif bir su kaynağı olmadan önerilemez. Ayrıca Pınarbaşı Göleti rekreasyonel bir yer olduğundan suyun boşaltılması halihazırdaki kullanım amaçlarına da ters düşmektedir. Yöre halkından edinilen bilgilere göre dip çamurunun alınması yöntemi bölgede daha önce de bir kez uygulanmış, ancak etkili bir sonuç alınamamıştır. Bu yöntemin sürekli uygulanması, hem ekolojik dengeyi bozması ve yenilenmesine fırsat vermemesi hem de göletin kullanım amaçları açısından uygun değildir. Gölgeleme işlemi ise uygulanması zor ve pahalı bir yöntemdir. Ayrıca suyun içerisindeki görüntüyü bozacağından yine göletin kullanım amaçları açısından uygun görülmemektedir.

Bu durumda, makinalarla toplama yöntemi Pınarbaşı Göleti'ndeki aşırı bitki üremesi probleminin çözümü için uygun bir yöntem olarak gözükmemektedir. Bu yöntemde öncelikle bölgedeki su ve bitki özelliklerine en uygun olan biçme makinası seçilmeli ve seçilen biçiciye uygun bir taşıma, aktarma ve depolama programı hazırlanmalıdır. Bu programa, toplanan bitkilerin nasıl kurutulacağı ve daha sonra ne gibi işlemlere tabii tutulacağı da ilave

edilmelidir. Bu mekanik yöntemde, su üzerinde birikmiş olan bitkiler ve su seviyesinin hemen altındaki bitkiler toplanacak ve kıyıya aktarılacaktır. Böylece göletin dibindeki görüntü bozulmadan, gölet uzun süre susuz kalmadan, bitkiler ve canlılar tamamen yok edilmeden su yüzeyinde oluşan çirkin görüntü ortadan kaldırılmış olacaktır. Ayrıca bu yöntemin avantajlarından biri olarak, bitkilerle birlikte sudaki organik madde ve besin miktarı da azalacağından ötrofikasyon hızının düşmesi beklenmektedir. Bu da ileride uygulama sıklığının azalmasına yardımcı olacaktır.

Sonuç

Pınarbaşı Göleti'nde suyun ve bölgenin yapısından kaynaklanan ve bentin yükseltilmesi sonucu çizgisel akış hızının düşmesiyle oluşan aşırı yosunlanma probleminin giderilmesine yönelik uygun yönetim alternatifleri aşağıda değerlendirilmiştir:

- Bakır sülfat dozajlaması: Gölet kullanım amaçlarına göre uygulanması mümkün olan bu yöntem yöre halkının muhtemel tepkisine neden olabilir.

- Mekanik yöntemler: Makinalarla toplama yöntemi en uygun yöntem olarak gözükmemektedir. Ancak ilk yatırım maliyetinin önemli bir kısmını oluşturan biçici/toplayıcı makina fiyatları tipine bağlı olarak 25 000 ile 100 000.- USD arasında değişmektedir. Yüksek gözüken bu maliyet, yurt dışından getirilecek makina yerine, uygun yapıda ve gerekli ekipmanlara sahip yerli imalat bir bot ve bu botta görev alacak eğitimli birkaç personelin kullanılmasıyla büyük ölçüde düşürülebilecektir.

-Ayrıca, suyun özellikleri biyolojik mücadelede kullanılan kerevitin Pınarbaşı Göleti'nde yaşayabilmesine uygun gözükmemekte, bu canlının sorunun çözümüne yardımcı olacağı kanaatini uyandırmaktadır. Ancak uzun vadeli bu yöntem, tek başına yeterli olmayıp, mekanik mücadeleye yardımcı olarak değerlendirilmeli ve deneme çalışmaları yapılmadan kesinlikle uygulamaya konulmamalıdır. Bu öneriler, gölet kıyısındaki Restoran (mutfak + WC) atıksularından ve Kefizmen deresinden kaynaklanan, halihazırda ihmal edilebilecek düzeydeki organik kirlenme durumunda etkili olacaktır. Tüm bu öneriler, gelecekte göletin yakın çevresinde oluşması muhtemel yapılaşmadan veya tarımsal faaliyetlerden kaynakla-nabilecek kirlı suların uygun bir kanalizasyon sistemi ile toplanarak uzaklaştırılmayıp, gölete verilmesi durumunda yeterli olmayacak ve gölet bugünkünden daha aşırı düzeyde bir ötrofikasyona maruz kalacak, yüksek bitki türlerine ilaveten istenmeyen plankton oluşumu da gözlenebilecektir. Bu nedenle, yerel idarenin bu konuda gerekli hassasiyeti göstererek bazı önlemler alması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma Elektrik Üretim Anonim Şirketi, Çevre-Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Daire Başkanlığı tarafından yaptırılmıştır. Araştırmanın yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Elektrik Üretim Anonim Şirketi

Çevre-Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Daire Başkanlığı yönetici ve personeline içten teşekkürlerimizi sunarız..

Kaynaklar

- Anonim, 1986. TS 6231, Su kalitesi-Nitrat tayini-2,6 Dimetilfenol spektrofometrik metot, 8 s.
- Anonim, 1989a. TS 6288, Su kalitesi-Permanganat indeksinin tayini, 7 s.
- Anonim, 1989b. DIN 38409, Water quality-Chemical oxygen demand-Chromosulphuric oxidation method.
- Anonim, 1992. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği. Türk Çevre Mevzuatı, TÇV Yay., Ankara, 2, 667-1275.
- Anonim, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th Ed. APHA Publ., Washington, 1108 p.
- Asaeda, T., V. K. Trung and J. Manatunge, 2000. Modelling the effects of macrophyte growth and decomposition on the nutrient budget in shallow lakes. Aquatic Botany, 68, 217-237.
- Atay, D. 1997. Kabuklu Su Ürünleri ve Üretim Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1478, 348 s.
- Aysel, V., U. Gezerler-Şipal ve F. Aysel, 2000. Türkiye Tatlısu Alglerinin Kontrol Listesi. Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Derg. (Baskıda).
- Baran, İ. ve S. Seçer, 1979. Sakaryabaşı balık üretim ve araştırma İstasyonundaki yoğun bitki popülasyonunun biyolojik mücadelesinde ot balığı (*Ctenopharyngodon idella* Val.) kullanılmasıyla ilgili uygulamalar. Vet. Hek. Dergisi, 49 (1) 1-9.
- Casper, S. J. and H. D. Krausch, 1980. Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil; Lycopodiaceae bis Orchidaceae, Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 23, Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, 403 p.
- Casper, S. J. and H. D. Krausch, 1981. Pteridophyta und Anthophyta. 2. Teil; Saururaceae bis Asteraceae, Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 24, Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, 942 p.
- Cooke, G. D., E. B. Welch, S. A. Peterson and P. R. Newroth, 1993. Restoration and Management of Lakes and Reservoirs, 2nd Ed. Lewis Publ. Boca Raton, 548 p.
- Duarte, C. M., J. Kalff and R. H. Peters, 1986. Patterns in biomass and cover of aquatic macrophytes in lakes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43, 1900-1906.
- Eiseltova, M. and J. Pokorny, 1994. Filamentous algae in fish ponds of Trebon Biosphere, Reserve-ecophysiological study. Vegetatio, 113 (2) 155-170.
- Enell, M. and S. Löfgren, 1988. Phosphorus in interstitial water, methods and dynamics. Hydrobiologia, 170, 103-132.
- Erk'akan, F. ve S. V. Yerli, 1988. Yabancı ot tehdidi altında olan ötrofik karakterli göllerde uygulanabilecek savaşım yolları ve Mogan gölü (Ankara) örneği. Tabiat ve İnsan, 4, 19-29.
- Fassett, N. C. 1966. A Manual of Aquatic Plants. 4th Ed. Univ. of Wisconsin Press, Wisconsin, 405 p.
- Gangstad, E. O. 1986. Freshwater Vegetation Management. Thomas Publ., US, 380 p.
- Harper, D. 1992. Eutrophication of Freshwaters, Principles, problems and Restoration. Chapman & Hall, London, 327 p.
- Kesici, E., R. İkiz ve A. Günlü, 1999. Eğirdir Gölü'nün (Isparta-Türkiye) bazı hidrolojik değişimlerinin karaot makroflorası ve Cyprinidae popülasyonları üzerine etkisi. X.Uluslararası Sempozyum, 22-24 Eylül, Adana, Cilt II Poster Özetleri, 826-837.

- Köksal, G. 1988. *Astacus leptodactylus* in Europe. (In) Holdich, D. M. and Lowery, R. S. (Eds). Freshwater Crayfish, Biology, Management and Exploitation, Crom Helm, London, 365-400.
- Lund, J. W. G., C. Kipling and E. D. Le Cren, 1958. The inverted microscope method estimating algal numbers and statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11, 143-170
- Mason, C. F. 1991. Biology of Freshwater Pollution. 2nd Ed. Longman, UK, 351 p.
- Planas, D., S. C. Maberly and J. E. Parker, 1996. Phosphorus and nitrogen relationships of *Cladophora glomerata* in two lake basins of different trophic status. *Freshwater Biology*, 35, 609-622.
- Prescott, G. W. 1973. Algae of the Western Great Lakes Area, 5th Ed. W.M.C Brown Co. Publ. Dubuque, 977 p.
- Reimer, D. N. 1984. Introduction to Freshwater Vegetation. Van Nostrand Reinhold Comp., New York, 51-82.
- Round, F. E. 1981. The Ecology of Algae. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 557-558.
- Seçmen, Ö. ve E. Leblebici, 1997. Türkiye'nin Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü. Ege Üniv. Fen Fak. Yay. No:158.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons , 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. 2nd Ed. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 310 p.
- Tchobanoglous, G. and F. L. Burton, 1991. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse., 3rd Ed., Metcalf and Eddy, McGraw -Hill. Inc., NY., USA., 438 p.
- Wade, P. M. 1994. Management of Macrophytic Vegetation. In: Calow, P. and Petts, G. E.(Eds). The Rivers Handbook. Hydrological and Ecological Principles. Vol. 2. Blackwell Sci. Publ., Oxford, 363-400.
- Wetzel, R. G. and G. E. Likens, 1991. Limnological Analysis. 2nd Ed. Springer Verlag, New York, 391 p.
- Wetzel, R. G. 1983. Limnology. 2nd Ed. W.B. Saunders, Philadelphia, 767p.
-
- İletişim adresi :
Nilsun DEMİR
Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi
Su Ürünleri Bölümü – Ankara
Tel : 0-312-3170550/1643
Fax : 0-312-3185298
E.mail : ndemir@agri.ankara.edu.tr