

# SAPANCA GÖLÜNE MEVSİMSEL BESİN MADDESİ YÜKLENMESİNİN ARAŞTIRILMASI

Recep İLERİ, Burhan SÜMER, Haluk GEZBUL, Erdoğan ŞENOL

*Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Sakarya Üniversitesi  
54040 Esentepe Kampüsü, ADAPAZARI*

**Özet** - Bu çalışmada, Adapazarı kenti ve çevresinin içme suyu kaynağı olan Sapanca Gölü' ne yüklenip kirliliğe sebep olan besin miktarlarındaki mevsimsel değişime ve gölün trofik durumu araştırılmıştır. Göle karışan akarsu ağzlarından ve gölden çıkışı sağlanan sulardan mevsimsel olarak (İlkbahar-Mart, Yaz-Temmuz, Sonbahar-Kasım, Kış-Şubat) bir yıl boyunca örnekler alınmıştır. Onikisi giren ve üçü çıkan olmak üzere onbeş noktadan alınan örneklerde sıcaklık, pH, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>3</sub>-N, TKN, PO<sub>4</sub>-P, BOI<sub>5</sub> ve KOI parametreleri tesbit edilmiştir. Bu değerlerden ötrofikasyona neden olan azot ve fosfor girdileri, çıktuları ve gölde kalanlar hesaplanarak göldeki trofik durum belirlenmiştir. Sonuçlara ve Vollenweider yöntemine göre, gölün mezotrofik safhaya geçtiği tesbit edilmiştir. Ayrıca, artmakta olan kirliliğin önlenmesi, gölün ötrofik bir duruma geçmemesi ve gölün korunması için alınması gereken önlemlere değinilmiştir.

**Abstract** - In this study, the variation of seasonal nutrient loading to be caused pollution and trophic state of the Sapanca Lake which is the only source of drinking and usage water for the city of Adapazarı and its environs was investigated. Samples were taken every three months through one year from fifteen different points on the streams feeding and draining off the lake. Parameters of temperature, pH, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>3</sub>-N, TKN, PO<sub>4</sub>-P, BOI<sub>5</sub> and KOI on the different twelve streams feeding and three draining off points were determined. From these values, loading, discharge and accumulation amounts of nitrogen and phosphorus causing eutrophication were calculated and trophic state of the lake was determined. According to the results and analyses using the Vollenweider method, indicated that the lake had passed to the mesotrophic state. In addition, to avoid further pollution, possible subsequent eutrophic state and find some solutions in order to protect lake were discussed.

## I. GİRİŞ

Sapanca Gölü, Marmara bölgesinde yer alan, deniz seviyesinden 30 m yükseklikte, 46.8 km<sup>2</sup> yüzey alanına sahip bir tatlı su gölüdür. Kuzey ve güneydeki dağlardan inen küçük dereler ve dip kaynakları ile beslenen göl, doğusundan çıkan Çark Suyu ile Sakarya Nehrine boşalmaktadır. Maximum derinliği 52 m, drenaj alanı 311 km<sup>2</sup> ve ortalama su tutma hacmi 1120-1325x10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> (31.5m kotunda) dır (1, 2).

Topoğrafik yapısı itibariyle göl civarı yerleşmeye ve ziraate çok müsaittir. Bu sebeple etrafında irili ufaklı yerleşmeler, çeşitli ticari ve sanayi kuruluşları mevcuttur. Bu açıdan gölü kirleten kaynaklar olarak; yerleşim bölgeleri atıksuları, ticari ve endüstri atıksuları, gölde seyreden motorlu kayıklar, yağmur suları ile göle intikal eden gübre ve tarım koruma ilaçları, D-100 karayolu ve TEM otoyolundan gelen kirletici maddeler ve göle karışan dereler olarak sıralayabiliriz. Bu kaynaklar, göle birçok kirlilik yükü ile birlikte azot ve fosfor da taşımaktadır. Yerleşim bölgeleri ve ticari kuruluşların atıksuları, göldeki çeşitli faaliyetlerden kaynaklanan kirlenme drenaj ve yağmur suları ile gelen tarımsal mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler, bazı endüstri atıkları, göle karışan dereler ile taşınan kirlilik, azot ve fosfor içerir (3). Gölün güney ve güneybatısında meyvecilik, sebze ve talul üretimi önemli boyutlardadır. Ürünü hastalık ve zararlılara karşı korumak, verimliliği artırmak amacıyla yörede pestisit (tarımsal mücadele ilaçları) ve kimyasal gübre kullanımı yaygındır. Pestisitlerin yapısı herhangi bir yolla bozulmamışsa toprakta birikim yapabilirler. Bunların sulara karışması ile sularda yaşayan mikroorganizmalar, planktonlar balıklar ve gıda zinciri yoluyla da insanlar pestisitlerin gittikçe artan derişinde olarak, zararlı etkilerine maruz kalırlar. Akut ve kronik etkileri olan birçok pestisit, kalp sorunlarını artırıcı, kuşlarda üremeyi önleyici, bazı tip kanserlere ve doğum sakatlıklarına neden oluşu veya



Göl kirlenmesini belirleyen önemli kriterlerden biri de gölde trofik sınıflandırma yapılmasıdır. Ötrofikasyon olayı, sulardaki besin zinciriyle alakalıdır. Ötrofikasyonda esas sınırlayıcı faktörün fosfor ve azot olduğu bilinmektedir. Gölde bu maddelerden bol miktarda varsa arzu edilmeyen algler üremektedir. Araştırmada azot türleri ve fosfat ölçümleri bu nedenle seçilmiştir.

#### IV. TOPLAM AZOT VE FOSFOR YÜKÜ

Derelerin getirdiği yüklere tarım alanlarından, evsel atıksulardan, orman alanları ve atmosferden gelen yükler de katılarak hesaplamalar yapılmıştır (9). Buna göre, Göldeki azot yükü = 15.15g N/m<sup>2</sup>-yıl olarak bulunmuştur. Göldeki fosfor yükü = 170.19 mg P/m<sup>2</sup>-yıl'dır. Aşırı beslenmenin başlama sınırı olarak kabul edilen kritik fosfor yükü, Vollenweider yöntemine göre şu eşitlikten yararlanarak hesaplanmıştır (2, 4, 9).

$$L_c = 10 \cdot q_s \cdot (1 + (Z/q_s)^{0.5})$$

Burada,

$L_c$  = kritik fosfor yükü, mg/m<sup>2</sup>-yıl

$q_s = Z/T_w$  = hidrolik yük, m/yıl

$Z$  = ortalama derinlik, m alınarak  $L_c = 150.1$  mg/m<sup>2</sup>-yıl olarak bulunmuştur.

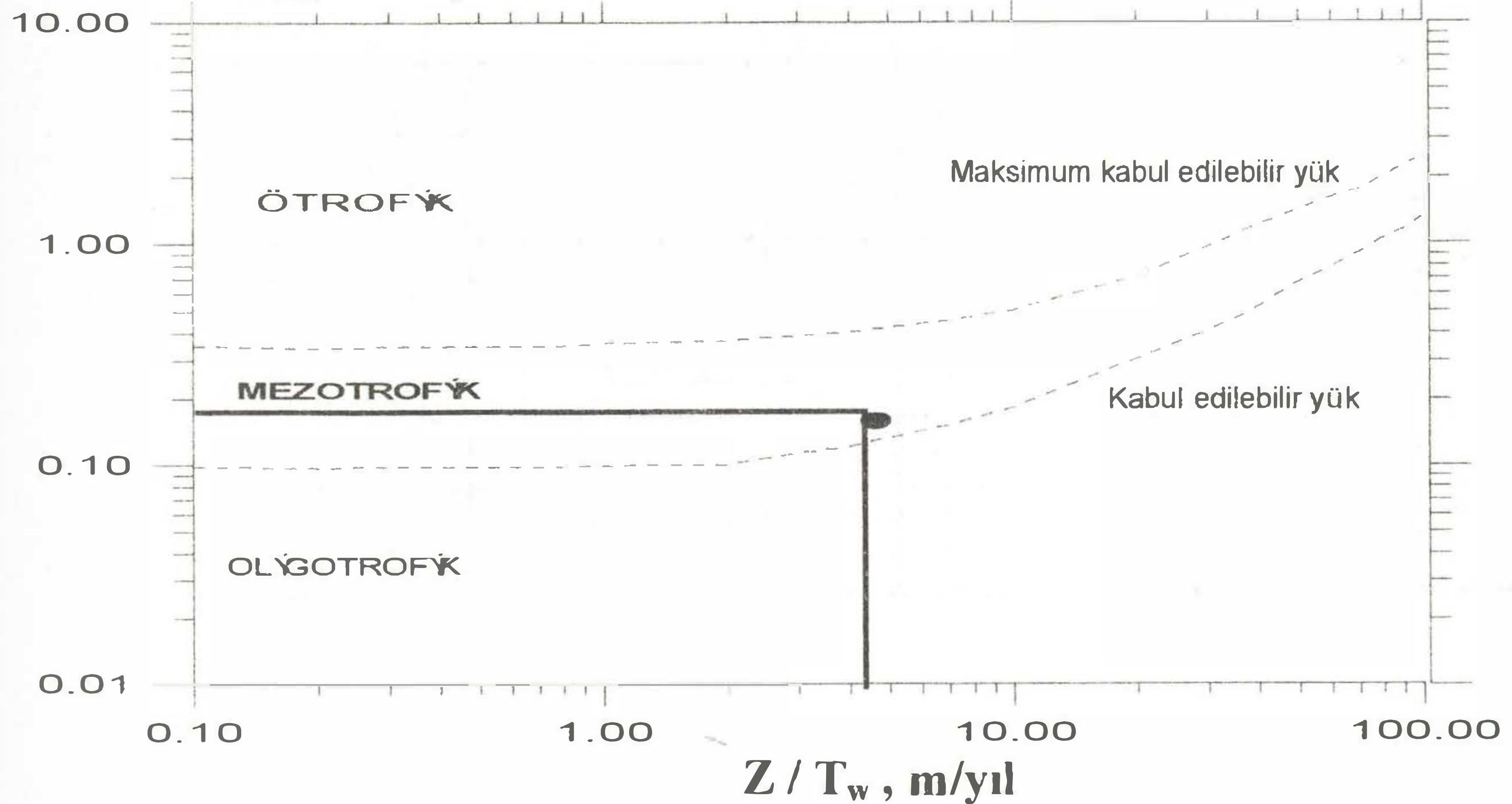
Derelerin getirdiği yüklere tarım alanlarından, evsel atıksulardan, orman alanları ve atmosferden gelen

yükler ilave edilmiş, ayrıca gölden çıkan akımlar da hesaplarda dikkate alınmış, göldeki fosfor yükü 170.9 mg P/m<sup>2</sup>-yıl bulunmuştur. Bu değer kritik fosfor yükü değerinin ( $L_c = 150.1$  mg P/m<sup>2</sup>-yıl) üzerindedir. Göldeki fosfor yükü (0.171 g P/m<sup>2</sup>-yıl) ve hidrolik yük (4.38 m/yıl) değerleri Şekil 2' de işaretlendiğinde Sapanca Gölünün oligotrofik (az besinli) durumdan mezotrofik (orta derece besinli) duruma geçtiği görülmektedir.

Tablo 1. Örnekleme Noktalarında Yıllık Ortalama Debiler

No	Örnekleme Noktası	Yıllık Ortalama Debi m <sup>3</sup> /s
1	Uzunkum Kanalizasyonu	0.040
2	Yüzevler Kanalizasyonu	0.038
3	Sarp Deresi	0.055
4	Keçi Deresi	0.110
5	İstanbul Deresi	0.895
6	Mahmudiye Deresi	0.640
7	Kurtköy Deresi	0.816
8	Yanık Deresi	0.130
9	Balıkane Deresi	1.103
10	Eşme Deresi	0.120
11	Karaçay Deresi	0.546
12	Arifiye Deresi	0.063
13	Endüstri Su Alma Noktası	1.900
14	Belediye Su Alma Noktası	0.487
15	Çark Suyu Çıkışı	3.274

#### Fosfor Yükü, g P/m<sup>2</sup>-yıl



Şekil 2. Gollerin Kaldırabileceği Fosfor Yükü

Tablo 2. Sapanca Gölü Mevsimsel Kirlilik Parametreleri Değişimi ve Standartlarla Kıyaslanması

Parametre	Mevsim	TS <sup>7</sup> 266	Göl Alma	Belediye Noktası	Su	Göl Alma	Endüstri Noktası	Su	Gölün Çıkışı	Çark	Suyu
			Ölçüm Değeri	TS 266'yı	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	TS 266'yı	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	TS 266'yı	Su Kalite Sınıfı SKKY
Sıcaklık T, °C	İlkbahar	-	11	-	I	11	-	I	11.1	-	I
	Yaz	-	21.3	-	I	21.5	-	I	21.4	-	I
	Sonbahar	-	16	-	I	16.5	-	I	15.3	-	I
	Kış	-	8.9	-	I	9.0	-	I	8.6	-	I
	Ortalama	-	14.3	-	I	14.2	-	I	14.1	-	I
pH	İlkbahar	6.5-9	7.0	Sağlıyor	I	7.1	Sağlıyor	I	7.0	Sağlıyor	I
	Yaz	6.5-9	7.0	Sağlıyor	I	7.0	Sağlıyor	I	7.0	Sağlıyor	I
	Sonbahar	6.5-9	6.9	Sağlıyor	I	7.1	Sağlıyor	I	7.0	Sağlıyor	I
	Kış	6.5-9	6.3	Sağlamıyor	I	6.0	Sağlamıyor	II	6.2	Sağlamıyor	I
	Ortalama	6.5-9	6.8	Sağlıyor	I	6.7	Sağlıyor	II	6.8	Sağlıyor	I
(Amon- yak Azotu) NH3-N (mg/l)	İlkbahar	0	0.105	Sağlamıyor	I	0.129	Sağlamıyor	I	0.174	Sağlamıyor	I
	Yaz	0	0.213	Sağlamıyor	II	0.289	Sağlamıyor	II	0.235	Sağlamıyor	II
	Sonbahar	0	0.079	Sağlamıyor	I	0.083	Sağlamıyor	I	0.124	Sağlamıyor	I
	Kış	0	0.119	Sağlamıyor	I	0.123	Sağlamıyor	I	0.124	Sağlamıyor	I
	Ortalama	0	0.129	Sağlamıyor	I	0.161	Sağlamıyor	I	0.161	Sağlamıyor	I
(Nitrit Azotu) NO2-N (mg/l)	İlkbahar	0	0.031	Sağlamıyor	III	0.034	Sağlamıyor	III	0.035	Sağlamıyor	III
	Yaz	0	0.046	Sağlamıyor	III	0.048	Sağlamıyor	III	0.043	Sağlamıyor	III
	Sonbahar	0	0.046	Sağlamıyor	III	0.036	Sağlamıyor	III	0.041	Sağlamıyor	III
	Kış	0	0.037	Sağlamıyor	III	0.030	Sağlamıyor	III	0.033	Sağlamıyor	III
	Ortalama	0	0.040	Sağlamıyor	III	0.037	Sağlamıyor	III	0.038	Sağlamıyor	III
(Nitrat Azotu) NO3-N (mg/l)	İlkbahar	10.2	0.624	Sağlıyor	I	0.554	Sağlıyor	I	0.629	Sağlıyor	III
	Yaz	10.2	1.412	Sağlıyor	I	1.003	Sağlıyor	I	1.763	Sağlıyor	III
	Sonbahar	10.2	1.075	Sağlıyor	I	0.868	Sağlıyor	I	1.242	Sağlıyor	III
	Kış	10.2	0.729	Sağlıyor	I	0.643	Sağlıyor	I	1.326	Sağlıyor	III
	Ortalama	10.2	0.96	Sağlıyor	I	0.767	Sağlıyor	I	1.240	Sağlıyor	III
(Toplam Fosfor) PO4-P (mg/l)	İlkbahar	-	0.198	-	III	0.176	-	III	0.234	-	III
	Yaz	-	0.204	-	III	0.193	-	III	0.258	-	III
	Sonbahar	-	0.182	-	III	0.168	-	III	0.182	-	III
	Kış	-	0.136	-	III	0.175	-	III	0.136	-	II
	Ortalama	-	0.180	-	III	0.178	-	III	0.180	-	III
Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) (mg/l)	İlkbahar	-	1.645	-	III	1.762	-	III	2.120	-	III
	Yaz	-	1.743	-	III	2.240	-	III	3.380	-	III
	Sonbahar	-	1.360	-	II	0.974	-	II	1.290	-	II
	Kış	-	1.480	-	II	1.648	-	III	1.558	-	III
	Ortalama	-	1.557	-	III	1.557	-	III	2.087	-	III
BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	İlkbahar	-	7.1	-	II	7.8	-	II	8.9	-	III
	Yaz	-	8.8	-	III	8.9	-	III	9.2	-	III
	Sonbahar	-	8.4	-	III	8.5	-	III	8.8	-	III
	Kış	-	6.4	-	II	7.4	-	II	6.6	-	II
	Ortalama	-	7.8	-	II	7.9	-	II	8.4	-	III
KOİ (mg/l)	İlkbahar	-	19.6	-	I	23.6	-	I	27.9	-	II
	Yaz	-	24.9	-	I	26.7	-	II	31.3	-	II
	Sonbahar	-	23	-	I	26.1	-	II	26.1	-	II
	Kış	-	17.1	-	I	20.1	-	I	20.7	-	I
	Ortalama	-	21.9	-	I	22.5	-	I	26.5	-	II

Tablo 3 a. Sapanca Gölü'ne Akan Kanalizasyon ve Derelerin Mevsimsel Kirlilik Parametreleri Değişimi ve Standartlarla Kıyaslanması

Para- metre	Mevsim	Uzunkum	Kanalizyonu	Yüzevler	Kanalizasyonu	Sarp	Deresi	Keçi	Deresi
		Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY
Sıcaklık T, °C	İlkbahar	11.1	I	11.0	I	11.1	I	11.3	I
	Yaz	26.6	I	26.9	I	23.2	I	21.1	I
	Sonbahar	16	I	16.3	I	15.7	I	14.8	I
	Kış	9.1	I	9.0	I	10.4	I	9.2	I
	Ortalama	15.7	I	15.8	I	15.1	I	14.1	I
pH	İlkbahar	7.1	I	7.6	I	6.9	I	7.1	I
	Yaz	7.4	I	7.3	I	6.9	I	7.0	I
	Sonbahar	7.1	I	7.0	I	6.8	I	6.9	I
	Kış	6.8	I	6.9	I	5.8	IV	5.8	IV
	Ortalama	7.1	I	7.2	I	6.6	I	6.7	I
(Amon- yak Azotu) NH3-N (mg/l)	İlkbahar	0.037	I	0.186	I	1.190	III	0.263	II
	Yaz	0.167	I	0.394	II	2.135	IV	0.501	II
	Sonbahar	0.026	I	0.047	I	0.732	II	0.430	II
	Kış	0.053	I	0.177	I	0.113	I	0.378	II
	Ortalama	0.07	I	0.201	II	1.30	III	0.393	II
(Nitrit Azotu) NO2-N (mg/l)	İlkbahar	0.037	III	0.186	IV	1.190	IV	0.038	III
	Yaz	0.167	IV	0.394	IV	2.135	IV	0.057	IV
	Sonbahar	0.026	III	0.047	III	0.732	IV	0.046	III
	Kış	0.053	IV	0.177	IV	0.113	IV	0.019	III
	Ortalama	0.070	IV	0.201	IV	1.30	IV	0.040	III
(Nitrat Azotu) NO3-N (mg/l)	İlkbahar	1.694	I	0.878	I	3.003	I	1.450	I
	Yaz	2.947	I	1.058	I	3.948	I	3.603	I
	Sonbahar	2.095	I	0.692	I	1.983	I	2.011	I
	Kış	1.824	I	1.056	I	2.358	I	1.252	I
	Ortalama	2.140	I	0.921	I	2.823	I	2.079	I
(Toplam Fosfor) PO4-P (mg/l)	İlkbahar	0.203	III	0.214	III	0.402	III	0.206	III
	Yaz	0.201	III	0.236	III	0.503	III	0.316	III
	Sonbahar	0.162	III	0.196	III	0.189	III	0.126	II
	Kış	0.154	II	0.194	III	0.306	III	0.208	III
	Ortalama	0.180	III	0.210	III	0.350	III	0.214	III
Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) (mg/l)	İlkbahar	2.649	III	3.485	III	2.812	III	1.023	II
	Yaz	2.853	III	3.495	III	2.932	III	2.020	III
	Sonbahar	1.999	III	2.007	III	0.833	II	0.696	II
	Kış	2.651	III	3.385	III	1.523	III	0.645	II
	Ortalama	2.538	III	3.093	III	2.025	III	1.096	II
BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	İlkbahar	159.8	IV	157.6	IV	132.3	IV	11.8	III
	Yaz	168.6	IV	160.9	IV	151.6	IV	16.7	III
	Sonbahar	146.4	IV	180.9	IV	127.3	IV	12.4	III
	Kış	150.4	IV	153.4	IV	81.6	IV	8.3	III
	Ortalama	156.3	IV	163.2	IV	123.2	IV	12.3	III
KOİ (mg/l)	İlkbahar	438.2	IV	432.2	IV	274.3	IV	22.3	I
	Yaz	466.5	IV	443.8	IV	316.3	IV	32.4	II
	Sonbahar	403.8	IV	490.4	IV	265.8	IV	23.8	I
	Kış	418.7	IV	434.4	IV	170.4	IV	18.7	I
	Ortalama	431.8	IV	450.2	IV	256.7	IV	24.3	I

Tablo 3 b. Sapanca Gölü'ne Akan Derelerin Mevsimsel Kirlilik Parametreleri Değişimi ve Standartlarla Kıyaslanması

Para- metre	Mevsim	İstanbul	Deresi	Mahmudiye	Deresi	Kurtköy	Deresi	Yanık	Deresi
		Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY
Sıcaklık T, °C	İlkbahar	11.0	I	11.2	I	11.1	I	11.4	I
	Yaz	21.9	I	24.1	I	20.9	I	22.3	I
	Sonbahar	15.3	I	14.5	I	14.0	I	14.7	I
	Kış	8.6	I	9.4	I	9.6	I	8.4	I
	Ortalama	14.2	I	14.8	I	13.9	I	14.2	I
pH	İlkbahar	7.1	I	6.9	I	7.5	I	7.2	I
	Yaz	7.3	I	6.9	I	7.0	I	7.3	I
	Sonbahar	6.9	I	6.8	I	6.7	I	6.8	I
	Kış	5.9	IV	5.8	IV	5.6	IV	5.9	IV
	Ortalama	6.8	I	6.6	I	6.7	I	6.8	I
(Amon- yak Azotu) NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	İlkbahar	0.187	I	0.103	I	0.185	I	0.056	I
	Yaz	0.324	II	0.314	II	0.321	II	0.232	II
	Sonbahar	0.110	I	0.096	I	0.116	I	0.054	I
	Kış	0.179	I	0.099	I	0.178	I	0.058	I
	Ortalama	0.200	II	0.153	I	0.200	II	0.100	I
(Nitrit Azotu) NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	İlkbahar	0.029	III	0.022	III	0.036	III	0.026	III
	Yaz	0.041	III	0.038	III	0.049	III	0.034	III
	Sonbahar	0.029	III	0.019	III	0.033	III	0.028	III
	Kış	0.033	III	0.037	III	0.042	III	0.024	III
	Ortalama	0.033	III	0.029	III	0.040	III	0.028	III
(Nitrat Azotu) NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	İlkbahar	0.858	I	0.739	I	0.994	I	1.464	I
	Yaz	1.676	I	1.126	I	1.312	I	1.149	I
	Sonbahar	1.401	I	1.094	I	0.997	I	1.283	I
	Kış	0.898	I	0.653	I	1.017	I	1.024	I
	Ortalama	1.321	I	0.903	I	1.080	I	1.230	I
(Toplam Fosfor) PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	İlkbahar	0.116	II	0.136	II	0.184	III	0.140	II
	Yaz	0.164	III	0.150	II	0.204	III	0.192	III
	Sonbahar	0.132	II	0.156	II	0.168	III	0.166	III
	Kış	0.120	II	0.130	II	0.196	III	0.182	III
	Ortalama	0.133	II	0.143	II	0.188	III	0.170	III
Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) (mg/l)	İlkbahar	2.031	III	1.443	II	1.430	II	1.528	III
	Yaz	2.943	III	3.480	III	2.414	III	4.021	III
	Sonbahar	2.531	III	0.963	II	1.082	II	1.469	II
	Kış	1.039	II	0.854	II	0.658	II	0.798	II
	Ortalama	2.136	III	1.685	III	1.296	II	1.954	III
BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	İlkbahar	10.4	III	19.6	III	11.6	III	8.7	III
	Yaz	11.3	III	21.4	IV	12.8	III	11.9	III
	Sonbahar	9.9	III	15.5	III	9.3	III	8.9	III
	Kış	10.0	III	14.3	III	11.9	III	7.7	II
	Ortalama	10.4	III	18.7	III	11.4	III	9.3	III
KOİ (mg/l)	İlkbahar	18.3	I	48.6	II	37.5	II	15.1	I
	Yaz	19.6	I	69.6	III	43.8	II	23.6	I
	Sonbahar	15.7	I	38.8	II	30.4	II	16.1	I
	Kış	16.8	I	34.6	II	33.9	II	10.4	I
	Ortalama	17.6	I	47.9	II	36.4	II	16.3	I

Tablo 3 c. Sapanca Gölü'ne Akan Derelerin Mevsimsel Kirlilik Parametreleri Değişimi ve Standartlarla Kıyaslanması

Para- metre	Mevsim	Balkhane	Deresi	Eşme	Deresi	Karaçay	Deresi	Arifiye	Deresi
		Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY	Ölçüm Değeri	Su Kalite Sınıfı SKKY
Sıcaklık T, °C	İlkbahar	11.3	I	11.2	I	11.0	I	11.2	I
	Yaz	21.8	I	23.1	I	23.0	I	23.5	I
	Sonbahar	13.8	I	16.0	I	15.2	I	16.3	I
	Kış	8.7	I	10.1	I	8.8	I	9.8	I
	Ortalama	13.9	I	15.1	I	14.5	I	15.2	I
pH	İlkbahar	7.4	I	7.3	I	7.0	I	7.0	I
	Yaz	6.9	I	7.1	I	7.1	I	7.1	I
	Sonbahar	6.9	I	6.9	I	7.0	I	6.7	I
	Kış	5.4	IV	5.9	IV	6.1	III	6.0	III
	Ortalama	6.7	I	6.8	I	6.8	I	6.8	I
(Amon- yak Azotu) NH3-N (mg/l)	İlkbahar	0.296	II	0.051	I	0.189	I	0.203	II
	Yaz	0.316	II	0.201	II	0.285	II	0.596	II
	Sonbahar	0.176	II	0.086	I	0.127	I	0.200	II
	Kış	0.216	II	0.062	I	0.203	II	0.201	II
	Ortalama	0.251	II	0.100	I	0.201	II	0.300	II
(Nitrit Azotu) NO2-N (mg/l)	İlkbahar	0.044	III	0.024	III	0.018	III	0.043	III
	Yaz	0.048	III	0.035	III	0.020	III	0.058	IV
	Sonbahar	0.051	IV	0.032	III	0.011	III	0.053	IV
	Kış	0.053	IV	0.033	III	0.019	III	0.046	III
	Ortalama	0.049	III	0.031	III	0.017	III	0.050	IV
(Nitrat Azotu) NO3-N (mg/l)	İlkbahar	1.876	I	0.166	I	0.697	I	0.429	I
	Yaz	1.998	I	3.028	I	0.926	I	1.012	I
	Sonbahar	1.710	I	2.984	I	0.825	I	0.390	I
	Kış	1.976	I	1.644	I	0.764	I	0.461	I
	Ortalama	1.890	I	2.330	I	0.803	I	0.573	I
(Toplam Fosfor) PO4-P (mg/l)	İlkbahar	0.219	III	0.140	II	0.183	III	0.249	III
	Yaz	0.316	III	0.192	III	0.232	III	0.318	III
	Sonbahar	0.298	III	0.164	III	0.181	III	0.302	III
	Kış	0.326	III	0.184	III	0.144	II	0.211	III
	Ortalama	0.290	III	0.170	III	0.185	III	0.270	III
Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) (mg/l)	İlkbahar	2.882	III	1.039	II	2.255	III	4.802	III
	Yaz	5.480	IV	1.984	III	2.612	III	8.650	IV
	Sonbahar	2.083	III	1.394	II	0.916	II	2.732	III
	Kış	1.838	III	0.839	II	1.045	II	4.600	III
	Ortalama	13.709	IV	1.314	II	1.707	III	5.196	IV
BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	İlkbahar	7.8	II	10.6	III	19.8	I	127.3	IV
	Yaz	11.8	III	12.3	III	22.8	I	142.1	IV
	Sonbahar	10.2	III	11.1	III	16.3	I	110.6	IV
	Kış	9.4	III	9.6	III	18.7	I	90.4	IV
	Ortalama	9.8	III	10.9	III	19.4	I	117.6	IV
KOİ (mg/l)	İlkbahar	24.5	I	32.5	II	40.3	II	188.5	IV
	Yaz	33.2	II	36.7	II	45.2	II	200.8	IV
	Sonbahar	29.1	II	31.0	II	31.4	II	134.6	IV
	Kış	26.4	II	29.4	II	38.3	II	168.1	IV
	Ortalama	28.3	II	32.4	II	38.8	II	173.0	IV

## V. SONUÇLAR

Elde edilen verilere ve hesaplamalara göre göl mezotrofik durumdadır. Toplam azot ve fosfor yükü kritik yükleri aşmış durumdadır.  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$  değerleri örnekleme noktalarının çoğunda 1982-1992 yılı ölçüm değerlerinden büyüktür (9). Bu da, kirlenmenin devam ettiğini göstermektedir. Yukarıda saydığımız bütün olumsuzluklara rağmen Sapanca Gölü yinede korunabilir. Bu konuda alınacak tedbirlerin başında, Sapanca Gölü ile ilgili devletin katkısı yerel yönetimlerin yanında şarttır. Sapanca Gölü, içme suyu kaynağı olarak düşünülmesi ve ona göre tedbirler alınmalıdır. Havzadaki su kalitesinin korunması esas alınmalı tehdit etmeyen, ancak su kalitesine zarar verecek ya da ötrofikasyona neden olabilecek maddeler rezervardan uzak tutulmalıdır. Havzanın jeomorfolojik, jeolojik, meteorolojik, hidrolojik, hidrojeolojik, ekolojik, sosyoekonomik ve demografik yapısı kullanım dengesinin oluşturulmasında belirleyici olmalıdır. Mevcut olan devlet ormanları korunmalıdır. Yerleşime uygun alanlarda koruma ön plana alınarak planlama yapılmalıdır. Mutlak koruma alanlarında yapılaşma kesinlikle önlenmelidir. Aksi takdirde, ağaçlar azalacak, yollar asfaltla kaplanacak ve bugün %85-90'temiz sızıntı sularından meydana gelen göl suyunun yerini, % 90'ı kirli yüzeysel sular alacaktır. Çünkü bugün göl hidrolojik alanına düşen yağışın yaklaşık % 85-90'ı zemine sızmakta ve süzülerek göle gelmektedir. Gölün tabandan beslenmesi üniformdur. Şayet göl hidrolojik alanında yapılaşma artarsa, yağın yağışlarla göl suyu yükselecek ve etrafı sık sık su basma ihtimali artacaktır. Bu nedenlerle, göl hidrolojik alanındaki yapılaşma acilen kontrol altına alınarak, durdurulma çareleri devlet-yerel yönetim-üniversite-gönüllü çevre kuruluşu (Sapanca Gölü Su Havzası Kurulu gibi) elbirliği ile aranmalıdır. Günümüzde göle giren yüzücü kirlilikler, Çark Suyu regülatörün alttan su vermesi nedeniyle gölden bir türlü çıkamamaktadır. Bu nedenle göl suyu üzerinde ince bir yağ tabakası mevcuttur. Bu yağ tabakası, suyun havadan oksijen almasını da engellediğinden, gölün kendi kendini temizleme kapasitesi zamanla azalmaktadır. Bunun için DSİ'nin regülatörü üstten su akıtır hala getirmesi gerekmektedir. Çok önemli içme ve kullanma suyumuz olan Sapanca Gölü'ndeki kirlenme kaynaklarının kontrolü; 1) Acil ve kısa vadeli kontrol, 2) Orta ve uzun vadeli kontrol gibi iki aşamada gerçekleştirilebilir. Acil ve kısa vadede kirlenme kaynaklarının kontrolü için; Sapanca Gölünün kirlenmesinden ağırlıklı olarak noktasal kaynakların sorumlu oldukları belirlenmesine karşın bunların atıksularının acil olarak toplanıp arıtılması mümkün görülmemektedir. Bunun yerine atıksuların deşarj edildiği derelerin rezervuara boşalımından önce, kirlenme yüklerinin basit ve ucuz yöntemlerle azaltılması yoluna gidilmelidir. Ötrofikasyonun önlenmesi için

biyolojik doğal kontrol yapılmalıdır. Mevcut endüstriler atıksularını en az evsel atıksu karakterine getirecek şekilde arıttıktan sonra, (SKKY' ne göre) (11) yapılacak ana kollektöre bağlanacak ve arıtımdan sonra havza dışına deşarj edilecektir. Orta ve uzun vadeli kirlenme kaynaklarının kontrolü için; havza içinde tüm atıksuların toplanması ve arıtılması gerekmektedir. Yapılmasına başlanmış ve bir bölgenin atıksularını toplayacak olan Sapanca Kollektörü, devlet tarafından desteklenerek acilen bitirilmelidir. Diğer bölgelerde de benzer kollektör çalışmaları yapılmalıdır. TEM ve D 100 yollarından gelen kirlilikler önlenmelidir. Sonuç olarak, Sapanca Gölü'nde sağlanması hedeflenen su kalitesi "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" 1. sınıf su kalitesi olmalı bütün planlar bu noktaya göre odaklanmalıdır. Bu nedenle devlet tarafından "Özel Koruma Alanı" ilan edilmeli ve halen yalnız dezenfeksiyon işlemiyle içme suyu olarak kullanılmakta olan fakat artık içme suyu özelliğini kaybetmekte olan Sapanca Gölü' nün mevcut kirlilik artışına müsaade edilmemeli, yetki ve sorumluluk karmaşası önlenmeli ve gerekli koruma tedbirleri acilen alınmalıdır. Unutmayalım ki Sapanca Gölü kirlenmeyecek kadar küçük, temizlenmeyecek kadar büyüktür.

## KAYNAKLAR

- (1) Sümer, B., Sapanca Gölü Su Kalitesi Durumunun Saptanması, TÜBİTAK, ÇAG-4, 1980.
- (2) DSİ Genel Müdürlüğü, Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması Raporu, Ankara, 1984.
- (3) İ.T.Ü., Çevre Mühendisliği Bölümü, İçme Suyu Kaynağı Olarak Sapanca Gölü' nün Korunması Projesi, İstanbul, 1994.
- (4) Yalçın, N. ve Sevinç, V., Sapanca Gölüne Besin Maddesi Yüklenmesi ve Gölün Trofik Durumu, Doğa Türk Müh. ve Çevre Bilimleri Dergisi, 17, 289-296, Ankara, 1993.
- (5) Çolak, Y. İ., Bitki Patemi İle Gübrelemenin Sapanca Gölü Üzerindeki Etkileri ve Toprak-Su İlişkileri, Sapanca 83 Sempozyumu, Sapanca, 1984.
- (6) Tüzün, M., Sapanca Gölü' nün Tarım İlaçlarıyla Kirlenme Durumu ve Çözüm Yolları, Sapanca 83 Sempozyumu, Sapanca, 1984.
- (7) APHA, AWWA, WPCF, For The Examination of Water and Wastewater, 12 th. Edition, 1965.
- (8) Yiğit, V., Müftügil, N., Özalp, N., Ergen, C., Arvas, H. ve Yolcular, H., Sapanca Gölünün Su Kirliliği ve Besin Durumu Üzerinde Bir Araştırma, Teknik Rapor, TÜBİTAK-MRI, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Yayın No: 78, Gebze, Haziran 1984.
- (9) Sümer, B., İleri, R., Gezbul, H. ve Şenol E., Sapanca Gölü Trofik Kademesinin İncelenmesi, İçmesuyu Sempozyumu, İSKİ, Eylül 1996 (kabul edildi).
- (10) TS 266, Türk İçme Suları Standardı, Ankara, Haziran 1984.
- (11) T.C Çevre Bakanlığı, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Resmî Gazete, 4 Eylül 1988.