

# Sapanca Gölü Suyunun Analizi ve İçme Suyu Standartları ile Mukayesesi

Burhan SÜMER \*)

I. Ayhan ŞENGİL \*\*)

A. Osman AYDIN \*\*)

## 1. GİRİŞ

Doğu Marmara Bölgesinin önemli bir içme suyu kaynağı olan Sapanca Gölü, civarındaki meskün bölgelerin, çeşitli turistik ve sanayi tesislerinin verdiği kullanılmış su ve benzeri sıvı artıklarla ve etrafındaki tarım alanlarında kullanılan gübre ve tarım koruma ilâçlarından ileri gelen kirlenme ile başbaşadır.

Sapanca Gölü, Sakarya Nehri ile İzmit Körfezi arasında uzanan deniz seviyesinden 30 metre yükseklikte bir tatlı su gölüdür. Göl, uzun eksenli 16 km., küçük eksenli 6 km. olan eliptik bir şekle sahiptir.

Drenaj sahası 311 km.<sup>2</sup> olan Sapanca Gölü, havzasına giren suyun miktarına bağlı olarak 46 km.<sup>2</sup> ile 60 km.<sup>2</sup> arasında değişen bir yüzey alanına sahiptir. Göl, yaz aylarında genellikle kuruyan dereler tarafından ve tabandan beslenmektedir.

Bu makalede, gölde 1978 - 1979 yıllarında TÜBİTAK'ın desteği ile yürütülen çalışmada elde edilen çeşitli analiz sonuçlarının bir değerlendirilmesi ile göl suyunun memleketimiz için kabul edilmiş olan içme suyu standardı ile bir mukayesesi yapılmıştır.

## 2. ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Gölde, çeşitli iyonların konsantrasyonları ile bazı fiziksel özellikleri değerleri tesbit edilmiştir. Aşağıda tablo 1'de verilmiş olan bu değerler,

\*) Sakarya D.M.M. Akademisi Doçenti.

\*\*\*) Kim. Yük. Müh. Sakarya D.M.M. Akademisi Asistanı.

\*\*\*) Kim. Yük. Müh. Sakarya D.M.M. Akademisi Asistanı.

Temmuz - Ağustos - Eylül ve Şubat ayları için bulunan neticelerin ortalamalarını göstermektedir. Numuneler, gölün en derin yerinden alınmış olup, yüzeyden itibaren 40 m'ye kadar inilmiştir. Nümune alma aralıkları 5 m olarak seçilmiştir.

Tabloda görüldüğü gibi iyon konsantrasyonları sadece mg/l olarak verilmekle kalmamış, aynı zamanda litrede miliekivalent (mekl) cinsinden de ifade edilmiştir. Çünkü birleşme grupları düşünüldüğü zaman «mekl» birimi daha avantajlı olmaktadır. Meselâ, NaCl'i teşkil etmek için 1 mekl (yani 23 mg) Na<sup>+</sup> ile gene tam mekl (yani 35,5 mg) Cl<sup>-</sup> ün birleşmesi gerekir.

Katyonlar	mg/l	mekl
Ca	39,710	1,9855
Mg	5,763	0,4802
Na	1,228	0,0534
K	0,801	0,0205
Fe	0,010	0,0003
<b>Toplam</b>		<b>2,5400</b>
Anyonlar	mg/l	Mekl
HCO	139,734	2,2907
Cl	5,830	0,1642
SO <sup>2-</sup>	6,102	0,0635
NO <sup>-</sup>	1,273	0,0205
NO <sup>-</sup>	0,045	0,0007
PO <sub>4</sub>	0,027	0,0002
<b>Toplam</b>		<b>2,5400</b>

Tablo. 2. — Sapanca Gölü analiz neticeleri.

Litrede miliekivalent, sadece iyonik maddeler için kullanılan bir konsantrasyon birimi olup, kolloidler ve moloküller maddeler için kullanılmamaktadır. Litrede miliekivalent aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{mekl} = \frac{\text{mg/l}}{\frac{\text{atom veya formül ağırlığı}}{\text{valans}}}$$

Herhangi bir çözeltideki anyonlar toplamı ile katyonlar toplamı bu

birim üzerinden ifade edildiği takdirde, bu iki toplam birbirine eşit olmaktadır.

Tabloda görülen  $\text{HCO}_3^-$  iyonunun konsantrasyonu alkaliniteden bulunmuştur. Suyun fenolftalein alkalinitesi 0, metil oranj alkalinitesi ise ortalama olarak 114,5 mg/l dir. Buna göre suda,  $\text{OH}^-$  ve  $\text{CO}_3^{2-}$  iyonu yoktur ve metil oranj alkalinitesi sadece  $\text{HCO}_3^-$  iyonunun olduğunu göstermektedir. Alkalinite mg/l  $\text{CaCO}_3$  cinsinden verildiği için

$$\text{HCO}_3^- = 1,22 \times \text{alkalinite}$$

eşitliğinden istifade ederek mg/l birimi olarak bikarbonat konsantrasyonu bulunabilir.

Tablodaki neticelerin doğruluk derecesi suyun spesifik iletkenliği ile kontrol edilebilir.  $25^\circ\text{C}$  de mikromho/cm cinsinden ölçülmüş bulunan spesifik iletkenlik değerleri ile sudaki toplam anyon veya katyon konsantrasyonunu tahmini olarak bulmak imkân dahilindedir.

1 — Spesifik iletkenlik 100 ise, mekl cinsinden anyonlar (veya katyonlar) toplamı;

$$T = \frac{\text{EC}}{100}$$

eşitliği ile bulunur.

Burada,

$$T = \text{Anyon (veya katyonlar) toplamı}$$

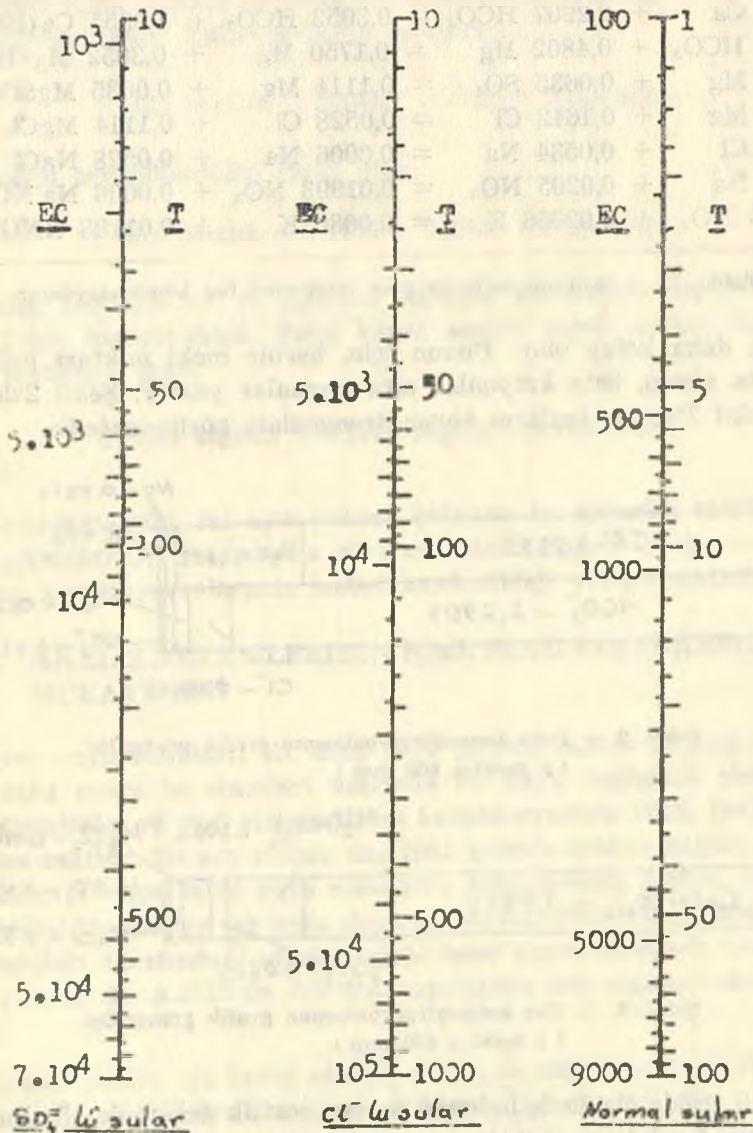
$$\text{EC} = \text{Spesifik iletkenlik}$$

2 — Spesifik iletkenlik 100 ise T değeri, Şekil 1'de görülen nomogramların "normal su" kısmından bulunur.

Gölün spesifik iletkenliği ortalama olarak 230 olduğuna göre anyon veya katyonlar toplamını bulmak için ikinci yola müracaat etmek, yani nomogramlara bakmak gerekecektir. Spesifik iletkenlik 230 olduğundan nomogramdan  $T = 2,55$  bulunur ki, bu netice, analizleri doğrulamaktadır.

Tablo 1'deki iyon konsantrasyonlarından hareket ederek, sudaki tuz kombinasyonlarını tahmin etmek mümkündür. Kombinasyon sırası önce (Ca ile  $\text{HCO}_3$ ), sonra (Mg ile  $\text{SO}_4$ ), sonra (Na ile  $\text{SO}_4$ ) ve (K ile  $\text{NO}_3$ ) şeklinde düşünülür. Birleşme sırasına göre tahmin edilen kombinasyonlar, Tablo 2'de verilmiş bulunmaktadır.





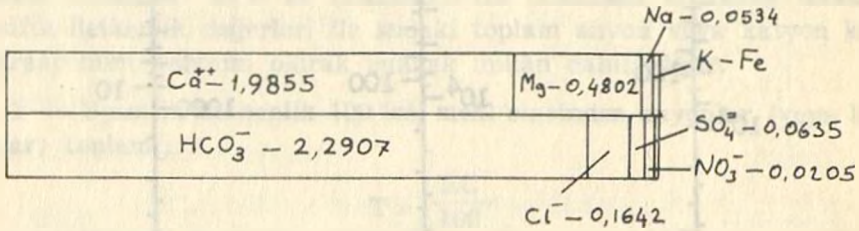
Şekil. 1. — Anyonlar veya katyonlar toplamı ile spesifik iletkenlik arasında verilmiş olan nomogramlar (John Logan).

Tablo 1 ve tablo 2'deki neticeleri grafik olarak göstermek de mümkündür. Konsantrasyonlar bu şekilde gösterilirse, sudaki miktarlarını

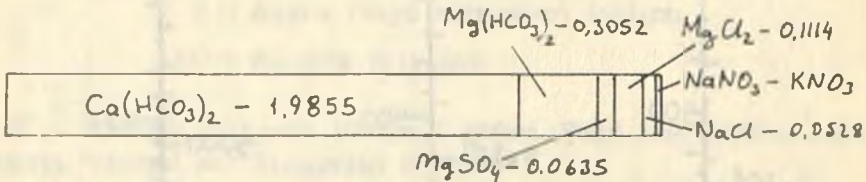
1,9855 Ca	+ 2,2907 HCO <sub>3</sub>	= 0,3052 HCO <sub>3</sub>	+ 1,9855 Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
0,3052 HCO <sub>3</sub>	+ 0,4802 Mg	= 0,1750 Mg	+ 0,3052 Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
0,1750 Mg	+ 0,0635 SO <sub>4</sub>	= 0,1114 Mg	+ 0,0635 MgSO <sub>4</sub>
0,1114 Mg	+ 0,1642 Cl	= 0,0528 Cl	+ 0,1114 MgCl <sub>2</sub>
0,0528 Cl	+ 0,0534 Na	= 0,0006 Na	+ 0,0528 NaCl
0,0006 Na	+ 0,0205 NO <sub>3</sub>	= 0,01993 NO <sub>3</sub>	+ 0,0006 Na NO <sub>3</sub>
0,01193 NO <sub>3</sub>	+ 0,02056 K	= 0,0086 K	+ 0,01193 KNO <sub>3</sub>

Tablo. 2. — Birleşme sırasına göre muhtemel tuz kombinasyonları.

anlamak daha kolay olur. Bunun için, herbir mekl miktarı belirli bir uzunlukta alınıp, üste katyonlar alta anyonlar yazılır. Şekil 2'de iyonların, Şekil 3'de ise tuzların konsantrasyonları görülmektedir.



Şekil. 2 — İyon konsantrasyonlarının grafik gösterilişi.  
( 1 mekl = 400 mm )



Şekil. 3. — Tuz konsantrasyonlarının grafik gösterilişi.  
( 1 mekl = 400 mm )

Şimdi, gölde ölçülmüş bulunan toplam sertlik değeri ile alkalinite değerlerinden faydalanarak kalıcı ve geçici sertlik miktarlarını hesaplayalım. Toplam sertlik ortalaması 123,7 mg/l CaCO<sub>3</sub> veya 123,7/50=2,474 mekl dir. Toplam alkalinite 114,5 mg/l olduğuna göre, sertlik alkalinite değerinden büyüktür. O halde suda sodyum ve potasyum alkalinitesi yani, NaHCO<sub>3</sub> ve KHCO<sub>3</sub> olmamalıdır. Gerçekten de Tablo 2 ye bakılacak olursa, bu tuzların suda mevcut olmadığı görülür. Ayrıca, sertliğin al-

kaliniteden fazla olması da suda bir miktar kalıcı sertliğin mevcudiyetini göstermektedir. Kalıcı sertliğin miktarı,

$$\text{Kalıcı sertlik} = \text{Toplam sertlik} - \text{Alkalinite}$$

eşitliğinden hesaplanabilir. Buna göre,

$$\text{Kalıcı sertlik} = 2,4740 - 2,2907 = 0,183 \text{ mekl}$$

Kalıcı sertliğin bir de tahmini birleşme kombinasyonlarından, yani Tablo 2 den hesaplayalım. Suya kalıcı sertlik veren tuzlar,  $\text{MgSO}_4$  ve  $\text{MgCl}_2$  olduğuna göre,

$$0,0635 \text{ MgSO}_4 + 0,1114 \text{ MgCl}_2 = 0,175 \text{ Mekl.}$$

bulunur.

Görüldüğü gibi, iki ayrı yoldan bulunan bu değerler birbirine çok yakın çıkmaktadır. Bu duruma göre analizlerin doğru olduğu ve tahmini birleşme kombinasyonlarında isabet kaydedildiği anlaşılmaktadır.

### 3. ANALİZ NETİCELERİNİN İÇME SUYU STANDARTLARI İLE MUKAYESESİ

İçme suyu standartı ilk defa 1914 yılında A.B.D. de kabul edilmiş olup, daha sonra bu standart üzerinde bir hayli değişiklik yapılmıştır. Bu değişiklikler ve yeni standartların kabulü sırasıyla 1925, 1942 ve 1946 yıllarına rastlar. En son olarak da, 1961 yılında Dünya Sağlık Teşkilatı tarafından Avrupa içme suyu standartı, 1962 yılında A.B.D. Halk Sağlığı Servisi tarafından bir içme suyu standartı, 1963 yılında Dünya Sağlık Teşkilatı tarafından, uluslar arası içme suyu standartı ve nihayet, 1968 yılında da A.B.D. de AWWA tarafından bir standart kabul edilmiştir.

Memleketimiz için kabul edilmiş olan içme suyu standartı (TS - 266), uluslar arası içme suyu standartının hemen hemen aynıdır.

Tablo 3'de gölde 1978 - 1979 yıllarında yapılan çeşitli analiz sonuçları ile bunların, memleketimiz için kabul edilmiş olan standarttaki değerlerinin bir karşılaştırması verilmiştir.

Tablodan görüldüğü gibi  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  ve sertlik hariç diğer bütün neticeler, standartta müsaade edilebilen değerlerden daha küçüktür.



Madde	Bulunan Değer	İçme Suyu Standartındaki Değer	
		Müsaade Edilebilen Değer	Max. Değer
NO <sub>3</sub>	1,273 mg/1	—	45 mg/1
Renk	0	5 birim	50 birim
Bulanıklık	0	5 birim	25 birim
Koku ve Tad	Kokusuz, Normal	Kokusuz, Normal	Kokusuz, Normal
Fe	0.01 mg/1	0,3 mg/1	1 mg/1
Mn	0,00 »	0,1 »	0,5 »
Ca	39,71 »	75,0 »	200,0 »
Mg	5,76 »	50,0 »	150,0 »
SO <sub>4</sub>	6,10 »	200,0 »	400,0 »
Cl	5,83 »	200,0 »	1/200 0'001
pH	7,6	7,0 - 8,5	—
NO <sub>2</sub>	1,27 mg/1	—	—
NH <sub>3</sub>	0,09 »	—	6,5 - 9,2
Toplam Sertlik (CaCO <sub>3</sub> )	124,00 »	80,0 mg/1	< 0'009

Tablo. 3. — Sapanca gölünün analiz neticeleri ile içme suyu standartındaki değerler.

Aslında sertlik değeri içme suyu için pek fazla sayılmaz ve herhangi bir tasfiye gerekmeksizin kullanılabilir. Ancak NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ve NH<sub>3</sub> suyun kirlendiğini göstermektedir.

#### 4. NETİCE

Sapanca Gölü'nün içme suyu olarak dezenfeksiyon dışında başka bir tasfiye yapılmaksızın kullanılabilmesi bugün için mümkün görülmektedir. Fakat bu arada, gölün kirlenmeye başladığı da bir gerçektir. Bugünkü durumu ile mükemmele yakın bir suya sahip olan gölün kirlenmemesi için gerekli tedbirler alınmadığı takdirde, yakın bir gelecekte ötrofikasyona uğraması ve içilemeyecek duruma gelmesi elbette mümkündür. Çünkü, maalesef gölü kirlüten bazı kaynaklar bulunmaktadır. Meselâ, Yüzevler semti kanalizasyon sularının sorumsuzca göle deşarj edildiği ve İstanbul - Ankara karayolu üzerindeki Saraçoğlu tesislerine ait kirli suların, foseptik çukurdan taşarak göle karıştığı tesbit edilmiştir. Bu arada, çevredeki tarım arazilerinde kullanılmakta olan suni gübrelere, yağmur suyu ile birlikte göle karışması ve gölün N ve P yükünü arttırması, göl için çok ciddi bir kirlenme problemi ortaya çıkarmaktadır.

REFERANSLAR

1. American Public Health Association, Inc, Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water.
2. Water Quality and Treatment. Prepared by the American Water Works Association, Inc.
3. Gordon M. Fair, John G. Geyer, Daniel A. Okun. Water and Waste Water Engineering. Vol. 2.
4. C. N. Sawyer. Chemistry for Sanitary Engineers.
5. M. Gölhan, S. Aksoğan. Suların Arıtılması. C. 1.
6. Methods For Chemical Analysis of Water and Wastes. U. S. Environmental Protection Agency.
7. Sümer, B., Göl Kirlenmesine Ait Bir Araştırma Modeli ve Sapanca Gölüne Uygulanması. Doçentlik Tezi 1979 Sakarya.