

## Hazar Gölü'ne Dökülen Kürk Çayı (Elazığ, Türkiye)'nda Bitki Besin ve Katı Madde Miktarlarının Mevsimsel Değişimleri<sup>1</sup>

**\*Bülent ŞEN, Selami GÖLBAŞI\*\***

\*Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 23119, ELAZIĞ

\*\* DSİ GAP 15. Bölge Müdürlüğü, 63300, ŞANLIURFA  
selamigolbasi@gmail.com

(Geliş/Received: 11.02.2014; Kabul/Accepted: 22.09.2014)

### Özet

B Bu çalışmada, Hazar Gölü'ne dökülen başlıca akarsulardan Kürk Çayı'nın taşıdığı bitki besin ve katı madde miktarları Aralık 2004-Kasım 2005 tarihleri arasında araştırıldı. Kürk Çayı üzerinde kaynaktan mansaba doğru belirlenen dört istasyondan ayda bir kez olmak üzere su örnekleri alındı. Araştırmanın amacı doğrultusunda toplam çözünmüş katı madde (TÇKM), askıda katı madde (AKM), amonyum azotu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N), nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N), nitrit azotu (NO<sub>2</sub>-N), reaktif fosfor (PO<sub>4</sub>-3-P), silika (SiO<sub>2</sub>) ve sülfat (SO<sub>4</sub>-2) miktarları her bir istasyon için ayrı ayrı belirlendi. Kürk Çayı'nın akış halinde olduğu yedi aylık dönemde yapılan ölçümlerde ortalama TÇKM 144,64 mg/L, AKM 31,68 mg/L, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 0,049 mg/L, NO<sub>3</sub>-N 0,65 mg/L, NO<sub>2</sub>-N 0,013 mg/L, PO<sub>4</sub>-3-P 0,023 mg/L, SiO<sub>2</sub> 16,388 mg/L ve SO<sub>4</sub>-2 20,375 mg/L olarak tespit edildi. Hazar Gölü yüzeyi üzerine getirdiği yükler ise TÇKM 26,13 g/m<sup>2</sup>.yıl, AKM 10,15 g/m<sup>2</sup>.yıl, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 0,0097 g/m<sup>2</sup>.yıl, NO<sub>3</sub>-N 0,2162 g/m<sup>2</sup>.yıl, NO<sub>2</sub>-N 0,0022 g/m<sup>2</sup>.yıl, PO<sub>4</sub>-3-P 0,0049 g/m<sup>2</sup>.yıl, SiO<sub>2</sub> 1,88 g/m<sup>2</sup>.yıl ve SO<sub>4</sub>-2 4,93 g/m<sup>2</sup>.yıl olarak hesaplandı. Yapılan çalışma sonucunda, kıta içi su kaynakları için belirlenen kalite kriterleri dikkate alındığında, Kürk Çayı nitrit değerleri bakımından III. sınıf (kirli su) ve diğer parametreler açısından ise I. sınıf (yüksek kaliteli su) su özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Kürk Çayı tarafından Hazar Gölü'ne taşınan azot ve fosfor miktarları, Kürk Çayı'nın ötrofikasyon açısından Hazar Gölü için şimdilik bir tehdit oluşturmadığını ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Katı madde, Besin, Su kalitesi, Kürk Çayı, Hazar Gölü.

## Seasonal Variations in Nutrient and Solid Matter Concentrations in Kürk Stream flowing into Lake Hazar (Elazığ, Türkiye)

### Abstract

In this study, seasonal changes in concentrations of nutrients and suspended matters in Kürk Stream discharging into Lake Hazar were investigated between December 2004 and November 2005. For this purpose, water samples were collected at monthly intervals from four stations selected from upstream to low land. The amounts total dissolved solid (TDS) matter, suspended solid (SS) matter, nitrate- nitrogen, nitrite- nitrogen, ammonium- nitrogen, orthophosphate, silica and sulphate were determined for each station separately. During the flowing period of the stream (seven months), average concentrations were determined as TDS 144,64 mg/L, SS 31,68 mg/L, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 0,049 mg/L, NO<sub>3</sub>-N 0,65 mg/L, NO<sub>2</sub>-N 0,013 mg/L, PO<sub>4</sub>-3-P 0,023 mg/L, SiO<sub>2</sub> 16,388 mg/L ve SO<sub>4</sub>-2 20,375 mg/L. The loads of the nutrients on the surface of the Lake Hazar were TDS 26,13 g/m<sup>2</sup>.yıl, SS 10,15 g/m<sup>2</sup>.yıl, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 0,0097 g/m<sup>2</sup>.yıl, NO<sub>3</sub>-N 0,2162 g/m<sup>2</sup>.yıl, NO<sub>2</sub>-N 0,0022 g/m<sup>2</sup>.yıl, PO<sub>4</sub>-3-P 0,0049 g/m<sup>2</sup>.yıl, SiO<sub>2</sub> 1,88 g/m<sup>2</sup>.yıl ve SO<sub>4</sub>-2 4,93 g/m<sup>2</sup>.yıl. According to Water Quality Criteria for Inland Water Resources, Kürk Stream can be classified as class III (polluted water) with respect to nitrite concentrations and class I (high quality water) in terms of other parameters examined. According to Spearman correlation positive correlations are found among all related parameters exclusive of silica.

**Key words:** Solid matter, Nutrient, Water quality, Kürk Stream, Lake Hazar.

### 1.Giriş

B Doğu Anadolu Bölgesinin en önemli yüzey su kaynakları arasında yer alan Hazar Gölü, Van Gölü'nden sonra ülkemizin en derin ikinci

gölüdür. Buna karşılık Hazar Gölü çevresindeki yerleşim yerlerinin ve kendisine dökülen akarsuların taşıdığı katı maddelerin, organik ve bitki besin maddelerinin kirletici tehdidi altındadır. Hazar Gölü'ne dökülen irili ufaklı pek

<sup>1</sup> Bu makale yüksek lisans tezinden hazırlanmış olup FÜBAP tarafından 1004 No'lu proje ile desteklenmiştir.

çok akarsu olmasına rağmen, göle batıdan karışan Kürk Çayı, doğudan karışan Behrimaz Çayı ve Zıkkım Deresi gölü besleyen en önemli akarsulardır [1].

Hazar Gölü'nü besleyen akarsular üzerine yapılan araştırmalar sınırlı sayıdadır. Sağiroğlu ve Çetindağ [2], Hazar Gölü'nün Kürk ve Mogal derelerinden kaynaklanan şiltleşmeyi araştırmışlar ve bu iki akarsuyun göle yılda 80.000 ton kil ve silt taşıdığını belirtmişlerdir. Ercan [3], Hazar Gölü'ne Dökülen Zıkkım Deresi'nin Algleri ve Alglerin Mevsimsel Değişimleri konulu araştırırken, Şen ve diğ., [4], Kürk ve Zıkkım Çayları tarafından Hazar Gölü'ne taşınan organik madde miktarları üzerine yaptıkları çalışmada, göle giren yıllık toplam organik madde miktarlarını ve göle taşınan yıllık yükü hesaplamışlardır. Gelecekte Hazar Gölü'nde oluşacak organik kirliliğin en önemli kaynakları olarak Kürk Çayı ve Zıkkım Deresi'ni gördüklerini rapor etmişlerdir.

Salır (Emiroğlu) ve Şen [5], Hazar Gölü'ne dökülen Zıkkım Deresi'nin (Elazığ) rotiferleri ve mevsimsel değişimlerini araştırırken, Şen ve diğ. [6], Hazar Gölü'ne boşalan akarsuların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini konu alan çalışmalarında, Hazar Gölü'ne Behrimaz Çayı, Matar Deresi, Melem Deresi, Salık Deresi, Değirmen Dere, Mogal Deresi, Kürk Çayı, Baharın Deresi, Sevsak Deresi ve Zıkkım Deresi olmak üzere 10 akarsuyun ulaştığı saptamışlar ve akarsuların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini aylık olarak izlemişlerdir. Akarsuların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde gözlenen farklılığın, akarsuların doğduğu ve aktığı yataklarının morfometrik özelliklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklandığını vurgulamışlardır. Ayrıca, Sivrice ilçesinin kanalizasyon atıklarının karıştığı Sevsak Deresi'nin göle önemli miktarda organik ve bitki besin maddeleri taşıdığını kaydetmişlerdir.

Yıldırım ve diğ. [7], Kürk Çayı'nın (Elazığ) epipelik diyatome florası adlı çalışmada, toplam 42 takson belirlemişlerdir. Varol ve Şen [8], Hazar Gölü'ne dökülen Behrimaz Çayı'nın fiziksel ve kimyasal özellikleri adlı çalışmalarında hafif alkali karakterde su özelliğine sahip olan Behrimaz Çayı'nın, Hazar Gölü'ne önemli miktarda bitki besin maddeleri ve katı madde taşıdığını, dolayısıyla gölün ötrofikasyona uğrama sürecini hızlandırdığı ve

kıyı kısımlarının dolarak deltalaşması üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, su kalite kriterlerine göre Behrimaz Çayı'nın II. Sınıf, yani az kirlenmiş su sınıfına girdiğini vurgulamışlardır.

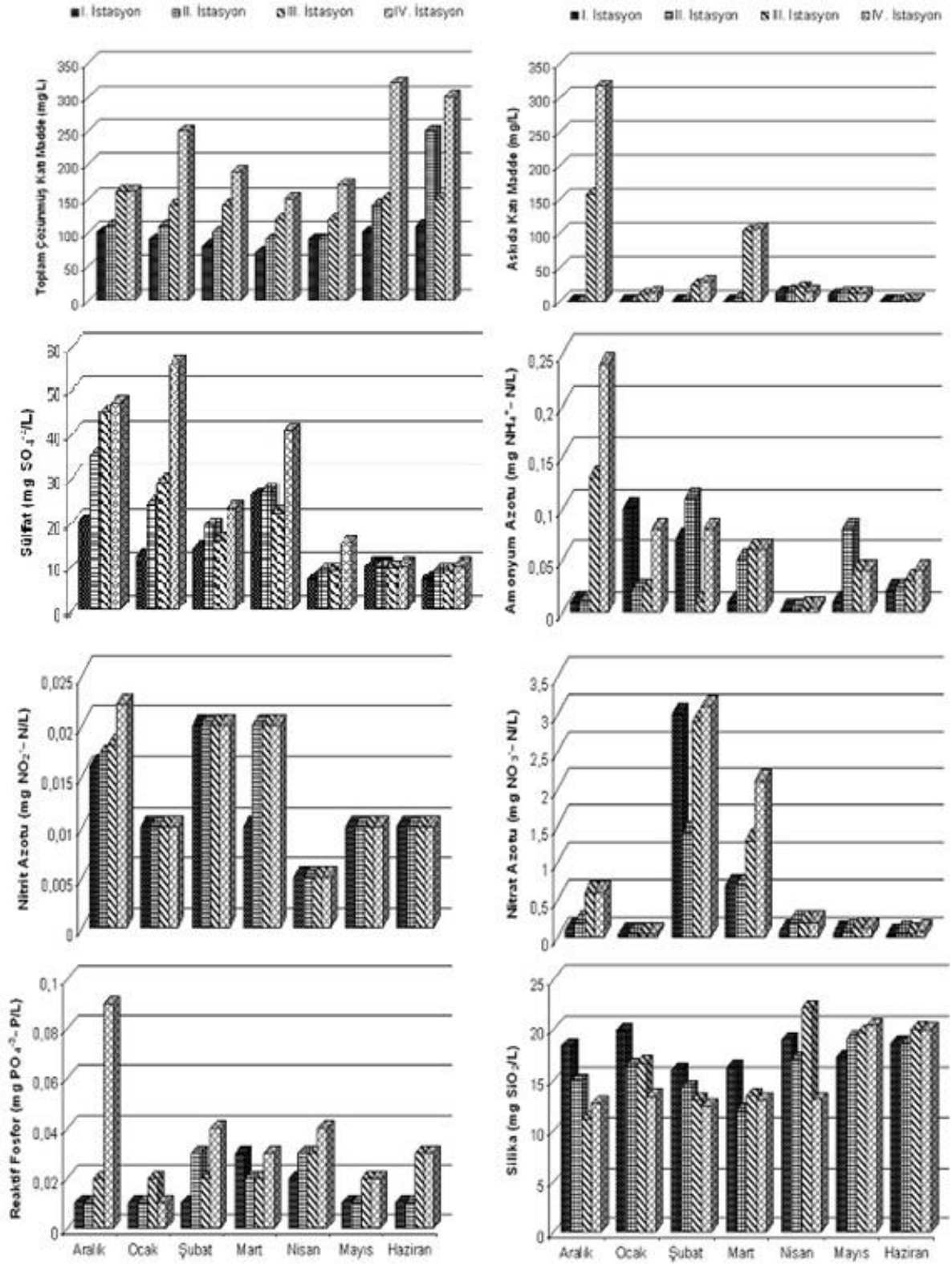
Bu araştırmanın gerçekleştirildiği Kürk Çayı, 1790 kotunda Somun ve Kavak dereleri adıyla iki kolla başlamakta olup, Mehmetyurdu Deresi'nin de 1550 kotunda birleşmesiyle Kürk Çayı adıyla akmaktadır. Kürk Çayı'nın beslenme havzaları Kömürhan Metaofiyolitleri, Yüksekova Karmaşığı, Maden Karmaşığı ve Pütürge Metamofitleri adları verilen birimlerden oluşmaktadır. Yatak eğimi oldukça fazla olup 3,01x10<sup>-2</sup>'dir. Kürk Çayı havzada kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanmakta olup ana kol Somun Deresi ile birlikte 18 km'dir [2]. Havzasının daha geniş olması nedeniyle Kürk Çayı deltaya en fazla alüvyon/sediment getiren akarsudur [9]. Şen ve Gölbaşı [10], Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı'nın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri adlı çalışmada Kürk Çayı'nın hafif alkali karakterde su özelliğinde olduğu rapor etmişlerdir. Kıta içi su kaynakları için belirlenen kalite kriterleri dikkate alındığında, Kürk Çayı'nın klorür değerleri bakımından II. sınıf (az kirli su) ve diğer parametreler açısından ise I. sınıf (yüksek kaliteli su) su özelliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, Kürk Çayı'nın bitki besin maddesi ve katı madde miktarlarının mevsimler içerisindeki değişimleri ve su kalitesi üzerindeki etkileri izlenmiştir. Bu araştırmanın bulguları Kürk Çayı'nın su kalite özelliklerinin ve döküldüğü Hazar Gölü'ne taşınan bitki besin maddesi ve katı madde yüklerinin belirlenmesine katkı sağlamıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmanın amacına uygun olarak Kürk Çayı üzerinde kaynaktan mansaba akarsuyu karakterize ettiği düşünülen 4 istasyon belirlenmiştir (Şekil 1). I. istasyon, her mevsim ulaşılabilir şekilde kaynağa yakın olan kısımdan seçilmiştir. Bu kısımda, akarsu yatağı genellikle kayalardan ve taşlardan oluşmuştur ve yatağı dardır. Akarsuyun üst kısımları ağaçlarla çevrili olup kıyıları bitkilerle kaplıdır ve akarsuya yakın tarım arazileri bulunmaktadır. II. istasyon Kürk Köyü'nün aşağısında yer almaktadır. Tabanı taş ve çakıllardan oluşmaktadır. III.





Şekil 2. Kırk Çayı'nda su kalite parametrelerine ait değerlerin istasyonlara göre aylık değişimleri.

**Tablo 1.** Kürk Çayı'nın su kalite parametrelerinin istasyonlara göre ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri.

| İstasyonlar     | Parametreler   |             |            |                                                    |                                                    |                                                     |                                                       |                                 |                                              |
|-----------------|----------------|-------------|------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
|                 |                | TÇKM (mg/L) | AKM (mg/L) | Nitrat Azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N/L) | Nitrit Azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> N/L) | Amonyum Azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> N/L) | Reaktif fosfor (mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P/L) | Silika (mg SiO <sub>2</sub> /L) | Sülfat (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L) |
| İST-1           | Ortalama       | 91,43       | 3,57       | 0,58                                               | 0,012                                              | 0,032                                               | 0,014                                                 | 17,92                           | 13,71                                        |
| İST-2           |                | 127,14      | 5,00       | 0,39                                               | 0,013                                              | 0,042                                               | 0,017                                                 | 16,05                           | 19,00                                        |
| İST-3           |                | 140,00      | 47,21      | 0,75                                               | 0,013                                              | 0,042                                               | 0,023                                                 | 16,59                           | 19,93                                        |
| İST-4           |                | 220,00      | 70,94      | 0,89                                               | 0,014                                              | 0,078                                               | 0,037                                                 | 14,99                           | 28,86                                        |
| Tüm İstasyonlar | Genel ortalama | 144,643     | 31,680     | 0,653                                              | 0,013                                              | 0,049                                               | 0,023                                                 | 16,388                          | 20,375                                       |
| İST-1           | En Düşük       | 70,00       | 0,00       | 0,04                                               | 0,005                                              | 0,001                                               | 0,01                                                  | 15,90                           | 7,00                                         |
| İST-2           |                | 90,00       | 0,00       | 0,05                                               | 0,005                                              | 0,001                                               | 0,01                                                  | 12,00                           | 9,00                                         |
| İST-3           |                | 120,00      | 2,50       | 0,05                                               | 0,005                                              | 0,003                                               | 0,02                                                  | 11,20                           | 9,00                                         |
| İST-4           |                | 150,00      | 2,60       | 0,05                                               | 0,005                                              | 0,004                                               | 0,01                                                  | 12,40                           | 10,00                                        |
| İST-1           | En Yüksek      | 110,00      | 13,00      | 3,00                                               | 0,020                                              | 0,100                                               | 0,03                                                  | 19,92                           | 26,00                                        |
| İST-2           |                | 250,00      | 14,00      | 1,40                                               | 0,020                                              | 0,110                                               | 0,03                                                  | 19,20                           | 35,00                                        |
| İST-3           |                | 160,00      | 158,00     | 2,90                                               | 0,020                                              | 0,130                                               | 0,03                                                  | 22,10                           | 45,00                                        |
| İST-4           |                | 320,00      | 318,00     | 3,10                                               | 0,022                                              | 0,240                                               | 0,09                                                  | 20,40                           | 56,00                                        |

**Tablo 2.** Kürk Çayı'nda araştırılan parametreler arasındaki Spearman korelasyonuna göre ilişki.

|                | TÇKM   | AKM     | Nitrat Azotu | Nitrit Azotu | Amonyum Azotu | Reaktif Fosfor | Silika   | Sülfat |
|----------------|--------|---------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------|--------|
| TÇKM           | 1      |         |              |              |               |                |          |        |
| AKM            | 0,444* | 1       |              |              |               |                |          |        |
| Nitrat Azotu   | -0,091 | 0,422*  | 1            |              |               |                |          |        |
| Nitrit Azotu   | 0,015  | 0,169   | 0,628**      | 1            |               |                |          |        |
| Amonyum Azotu  | 0,284  | 0,188   | 0,200        | 0,621**      | 1             |                |          |        |
| Reaktif Fosfor | 0,254  | 0,542** | 0,480**      | 0,060        | 0,016         | 1              |          |        |
| Silika         | -0,032 | -0,409* | -0,590**     | -0,632**     | -0,318        | -0,205         | 1        |        |
| Sülfat         | 0,113  | 0,179   | 0,356        | 0,608**      | 0,454*        | 0,087          | -0,758** | 1      |

\*\* 0.01 düzeyinde önemli korelasyon

\* 0.05 düzeyinde önemli korelasyon

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Akarsularda çözünmüş oksijen ve su sıcaklığı dışında diğer akarsu parametrelere ait değerler kaynak bölgesinden mansap bölgesine doğru akarsu boyunca kademeli olarak artar ve mansap bölgesinde en yüksek değerlere ulaşırlar.

Çözünmüş katı maddelerle ilgili olarak göl ve akarsu karakteristikleri arasındaki başlıca farkların, maddelerin akarsu boyunca dağılımı, bileşimi ve nispi konsantrasyonu ile ilgili

olduğunu ve drenaj havzasının jeokimyasal yapısı, yüzey akışlardaki ve düşen yağış miktarındaki mevsimsel değişimlerin küçük akarsuların bileşimini etkilediği bildirilmiştir [13]. Kent ve Belitz [14], bazı akarsularda çözünmüş katı madde konsantrasyonunun su kaynağı ile bağlantılı olabileceğini ve dağ akarsularındaki ortalama çözünmüş katı madde konsantrasyonlarının 50-500 mg/L arasında, vadideki akarsularda ise 400-600 mg/L arasında

değiştiğini rapor etmişlerdir. Bir dağ akarsuyu olan Kürk Çayı'nda da belirlenen istasyonlardaki çözünmüş katı madde konsantrasyonları Kent ve Belitz'in dağ akarsuları için verdiği değerler arasında gerçekleşmiştir.

Kürk Çayı'nda araştırma süresince çözünmüş katı madde konsantrasyonunun üst akarsu bölgesinden alt akarsu bölgesine doğru arttığı tespit edilmiştir. Bu artma, çözünen maddelerin üst akarsu bölgesinden alt akarsu bölgesine doğru taşındığını göstermektedir. Üst akarsu bölgesinin en düşük çözünmüş katı madde konsantrasyonuna sahip olması ise, bu bölgedeki akarsu yatağının kayalık ve taşlık olması nedeniyle çözünmenin az olması ile açıklanabilir. Araştırma süresince Kürk Çayı'nın göle taşıdığı çözünmüş katı madde miktarı 2090715,840 kg/yıl olup bu miktarın göl yüzeyi üzerine getirdiği yük ise 26,13 g/m<sup>2</sup> yıl olarak hesaplanmıştır.

Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri [15] dikkate alındığında, çözünmüş katı madde konsantrasyonu bakımından Kürk Çayı'ndaki istasyonların I. sınıf (yüksek kaliteli su) su özelliği taşıdığı belirlenmiştir.

Akarsulardaki askıda katı madde konsantrasyonlarının yağışlar ve yüzeyel akışlarla doğrudan ilgili olduğunu bilinen bir gerçektir. Gerçekten yüzey akışlarla arazinin eğimine ve erozyona bağlı olarak akarsuya önemli miktarlarda katı madde girişi olmaktadır. Ayrıca akarsuyun kendi yatağında ve akarsuyun kıyı kısımlarında neden olduğu aşındırma da akarsulardaki oluşan katı madde miktarına önemli katkı sağlar. Yapılan çalışmalarda da [16-18] akarsu akımı ile askıda katı madde konsantrasyonu arasında bir ilişki bulunduğu ve en yüksek askıda katı madde konsantrasyonlarının yağmurlu mevsimlerde, en düşük askıda katı madde konsantrasyonlarının ise kuru mevsimlerde ölçüldüğü belirtilmiştir. Ayrıca, askıda katı madde konsantrasyonlarının üst akarsu bölgesinde düşük yüzey akışlar nedeniyle ise aşağı akarsu bölgelerinde daha yüksek olduğunu da bildirilmiştir.

Çalışmamızda, aralık ayında III. İstasyonun üst bölgesinde bulunan kum ocağı işletmesinin örnekleme gününde çalışması nedeniyle III. ve IV. istasyonlarda askıda katı madde miktarında ani bir artış (318 mg/L) görülmüştür. Diğer aylarda ise bütün istasyonlarda en yüksek askıda katı madde konsantrasyonları dahi 22 mg/L'nin

altında tespit edilmiştir. Mart ayında yağışlar ve yüzey akışların devam etmesi nedeniyle akımın diğer aylara göre fazla olması, bütün istasyonlarda askıda katı madde miktarının artmasına neden olmuştur. Akımın düşmesi ile birlikte askıda katı madde konsantrasyonlarında azalmalar kaydedilmiştir. Bu bulgular yukarıda bahsedilen araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Araştırma süresince Kürk Çayı'nın göle taşıdığı askıda katı madde miktarı 812712,096 kg/yıl olup bu miktarın göl yüzeyi üzerine getirdiği yük ise 10,15 g/m<sup>2</sup>.yıl olarak hesaplanmıştır.

Çoğu alkalın (pH> 9) şartlar hariç, tatlı sularda amonyakın (NH<sub>3</sub>) çoğunun iyonik formda (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) bulunduğunu ve amonyumun akarsularda ve göllerde yüksek yapılı bitkiler, algler ve bakteriler için azotun önemli bir kaynağı olduğu bildirmiştir [19].

Varga ve diğ. [20], Danube Nehri'nde amonyak iyonu konsantrasyonun düşük akış ve düşük sıcaklıklarda yüksek, sel baskınları ve yüksek sıcaklık periyotlarında ise çok düşük bulunduğunu ve mevsimsel olarak en yüksek değerlerin kışın, en düşük değerlerin ise yazın ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Kürk Çayı'nda hesaplanan ortalama amonyum konsantrasyonlarının hem kış aylarında diğer aylardan daha yüksek çıkması hem de akarsu akımının en düşük olduğu IV istasyonda, diğer istasyonlara göre, daha yüksek olması bu araştırmacıların bulgularını desteklemiştir.

Araştırma süresince Kürk Çayı'nın göle taşıdığı amonyum azotu miktarı 782,231 kg/ yıl olup bu miktarın göl yüzeyi üzerine getirdiği yük ise 0,0097 g/m<sup>2</sup>.yıl olarak hesaplanmıştır.

Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri [15] dikkate alındığında, amonyum azotu değerleri bakımından Kürk Çayı'ndaki istasyonların I.sınıf (yüksek kalite su) su özelliğine sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Hazar Gölü'ne dökülen diğer önemli bir akarsu olan Behrimaz Çayı'nda gerçekleştirilen bir araştırmada [21], en düşük nitrit azotu konsantrasyonlarının akımın az olduğu, en yüksek nitrit azotu konsantrasyonlarının ise akımın yüksek olduğu aylarda tespit edildiğini bildirilmiştir. Kürk Çayı'nda belirlenen nitrit miktarı ve değişimleri Varol ve Şen [21]'in sonuçları ile uyumlu olmuştur.

Newbold [22], kirlenmemiş nehirlerde nitrit miktarının ortalama 1 µg/L olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızdaki ortalama nitrit değerlerinin Newbold [22] tarafından bildirilen miktarların çok üstünde (10-14 kat) kaydedilmiş olması Kürk Çayı'nın nitrit açısından temiz su özelliğinden uzaklaşmış olduğuna işaret etmektedir. Gerçekten, Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre kalite kriterleri [15] dikkate alındığında, nitrit değerleri bakımından Kürk Çayı'ndaki istasyonların III. sınıf (kirli su) su özelliğine sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Araştırma süresince Kürk Çayı'nın göle taşıdığı nitrit azotu miktarı 179,871 kg/yıl olup bu miktarın göl yüzeyi üzerine getirdiği yük ise 0,0022 g/m<sup>2</sup>.yıl olarak hesaplanmıştır.

Eberhardt ve Larson [23], nitratin akarsularda topraktan, hayvan ve bitki atıklarından, atık sularından ve gübrelerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda [20], [21], [24] nitrat azotu konsantrasyonunun, nitrit de olduğu gibi, kar erime periyodunun ve yağmurların yağmaya başladığı ve yüzey akışların akarsulara karıştığı aylardan itibaren arttığını, akımın azalması ve sıcaklığın artmaya başlamasıyla birlikte ise düzenli bir şekilde azaldığını ifade etmişlerdir. Kürk Çayı'nda nitrat miktarlarının şubat ve mart aylarında çok daha yüksek çıkması ve sonraki aylarda azalmış olması yukardaki araştırmaların bulgularını kısmen desteklemiştir. Kürk Çayı'nda ortalama nitrat azotu miktarının IV. istasyonda diğer istasyonlara göre daha yüksek olması ise, bu istasyonun üst kısmında bulunan ve az da olsa evsel atıkların karıştığı bir göletten (ortalama nitrat azotu konsantrasyonu 0,91 mg/L) akarsuya gölet sularının karışmasından dolayı yükselmiş olabileceği düşüncesini kuvvetlendirmektedir.

Araştırma süresince Kürk Çayı'nın göle taşıdığı nitrat azotu miktarı 17299,293 kg/yıl olup bu miktarın göl yüzeyi üzerine getirdiği yük ise 0,2162 g/m<sup>2</sup>.yıl olarak hesaplanmıştır.

Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri [15] dikkate alındığında, nitrat değerleri bakımından Kürk Çayı'nın I. sınıf su özelliğine sahip olduğu tespit edildi.

Kürk Çayı'nda ortalama ortofosfat miktarları bir istisna (Aralık , IV. İst.) dışında 0.04 mg/L'nin altında analiz edilmiştir. Dolayısıyla Aralık ayında IV. istasyonda görülen yüksek fosfat konsantrasyonu, özellikle ortalama reaktif fosfor

konsantrasyonu 0,112 mg PO<sub>4</sub>-3-P/L olan bir göletten akarsuya su karıştığı ihtimaline işaret etmektedir. Gerçekten, Eberhardt ve Larson [23] adlı araştırmacılar da, fosforun nehir ve akarsulara, hayvan, insan ve bitki artıkları, gübreler, deterjanlar, toprak erozyonu ve şiddetli yüzey akışları ile girdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca fosfat iyonu (PO<sub>4</sub>-3) miktarlarındaki mevsimsel dalgalanmaların su sıcaklığındaki değişimler, güneş ışığı ve bitki gelişimi nedeniyle olduğu da vurgulanmıştır [20]. Kürk Çayı'nda ortofosfat miktarlarının ocak-haziran arasındaki dönemde birbirine yakın olması ve 0,01-0,04 mg/L arasında ufak bir aralıkta değişim göstermesi bu çalışmada fosfat iyonu (PO<sub>4</sub>-3) miktarlarındaki mevsimsel dalgalanmaların güneş ışığı ve su sıcaklığındaki değişimler ile ilişkisini muallakta bırakmıştır.

Araştırma süresince Kürk Çayı'nın göle taşıdığı reaktif fosfor miktarı 392,360 kg/yıl olup bu miktarın göl yüzeyi üzerine getirdiği yük ise 0,0049g/m<sup>2</sup>.yıl olarak hesaplanmıştır.

Nehirlerde ve akarsularda çözünmüş silikanın ana kaynağını volkanikler ve dünyanın yüzeyinde bulunan silikat minerallerinin aşınma işlemleri boyunca suların CO<sub>2</sub> yüklenmesi ile çözünmesi teşkil etmektedir. Garonne Nehri'nde yüksek silika konsantrasyonlarının genelde yüksek akım periyotları boyunca meydana geldiğini ve bu durumun nehir içine topraktan süzülen silisyumun karışmasıyla açıklanabileceği bildirmiştir [25]. Allan [17], silikanın genellikle silikat taşlarının aşınmasıyla oluştuğunu ve bu yüzden konsantrasyonların bölgenin jeomorfolojisi ile değiştiğini bildirerek yüksek sıcaklıklarda kimyasal aşınmanın tamamen gerçekleşmesi nedeniyle silikanın arttığını ifade etmiştir. Wetzel [26] ise, akımın arttığı dönemlerde silika konsantrasyonlarında seyrelme sonucu azalma olacağını bildirmiştir.

Araştırmamız süresince (aralık-haziran) silika miktarlarının bütün aylarda ve bütün istasyonlarda genellikle birbirine yakın olması, yukarda bahsedilen araştırmaların bazı bulgularının aksine, yüksek sıcaklığın ve yüksek akım değerlerinin Kürk Çayı içindeki silika miktarının artması veya azalması üzerinde tam etkili olmadığını göstermiştir.

Hem [27], doğal sularda silika konsantrasyonlarının değişim aralığının 1-30 mg/L olduğunu ve yüzey suları için ortalama silika değerini ise 14 mg/L olarak bildirmiştir.

Araştırmamızın sonuçları Kürk Çayı'nda tayin edilen ortalama silika miktarlarının (15-18 mg/L) dünya yüzey su ortalamasından biraz yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Meybeck [28], havza jeolojisine bağlı olarak havza yüksekliği ve yıllık ortalama hava sıcaklığının etkisini araştırmış ve sıcaklık artışı ile silika konsantrasyonu artışını göstererek en düşük silika konsantrasyonlarının kireç taşı yapıdaki havzaya sahip akarsularda, en yüksek silika konsantrasyonlarının ise granit ve bazalt yapıda havzaya sahip akarsularda ortaya çıktığını rapor etmiştir. Hazar Gölü'nün yer aldığı bölgenin büyük ölçüde bazalt ve volkanik taşlardan oluştuğu dikkate alınır, Kürk Çayı'ndaki yüksek silika konsantrasyonunu bölgenin jeomorfolojisiyle ilgili yorumlamak daha doğru olacaktır.

Araştırma süresince Kürk Çayı'nın göle taşıdığı silika miktarı 150510,830 kg/yıl olup bu miktarın göl yüzeyi üzerine getirdiği yük ise 1,88 g/m<sup>2</sup>.yıl olarak hesaplanmıştır.

Doğal sulara sülfatın girişi bölgesel litoloji, sülfat içeren gübreler ve atmosferik yağışla olduğu ve sülfattan sülfat veya serbest sülfürü içeren toprakların ve taşların jeokimyasal aşınması boyunca serbest kaldığı bildirilmiştir [26]. Ayrıca sulara sülfatın oluşmasına çöküntü taşlarının aşınmasının ve kirliliğin (gübreler, atıklar ve maden aktiviteleri) yol açtığı da ifade edilmiştir [17].

Perona ve diğ. [29], Alberche Nehri'nde iki yıl boyunca yaptıkları çalışmada sülfat konsantrasyonlarının akarsuyun aşağı kısımlarına doğru kademeli olarak arttığını bildirmişlerdir. Kürk Çayı'nda üst akarsu bölgesinden alt akarsu bölgesine doğru gidildikçe sülfat konsantrasyonlarında görülen artış Perona ve diğ. [29]'nin bulguları ile paralellik göstermiştir.

Çalışmamızdaki IV. İstasyonda ölçülen sülfat miktarı diğer istasyonlara göre yüksek çıkmıştır. Bu yüksek konsantrasyonun, bölgenin üst kısmında evsel atık suların karıştığı ortalama sülfat konsantrasyonunu 71,38 mg SO<sub>4</sub>-2/L olan bir gölet suyunun akarsuya karışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca sülfat konsantrasyonunun mevsimsel olarak kış ve ilkbahar başlangıcında arttığı, sıcaklığının arttığı ilkbahar sonu ve yaz ayında ise azaldığı belirlenmiştir. Hem [27], genellikle düşük sülfat konsantrasyonlarının sülfatın bakteriyel redüksiyonundan kaynaklandığını ifade etmiştir.

Bu bilgilere göre, sülfat konsantrasyonlarının azaldığı aylarda su sıcaklığının artmasıyla birlikte bakteriyel faaliyetlerin arttığı düşünülebilir. Ayrıca, yüzey akışların bu aylarda kesilmesinin de etkisi olabilir.

Araştırma süresince Kürk Çayı'nın göle taşıdığı sülfat miktarı 394581,024 kg/yıl olup bu miktarın göl yüzeyi üzerine getirdiği yük ise 4,93 g/m<sup>2</sup>.yıl olarak hesaplanmıştır.

Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri [15] dikkate alındığında, Kürk Çayı'nın sülfat miktarı bakımından I. sınıf su özelliği taşıdığı tespit edildi.

Sonuç olarak, incelenen parametrelere ait bütün değerler, yukarı akarsu kısmından (I. İst.) aşağı akarsu kısmına (IV. İst.) doğru artış göstermiştir. Gerçekten araştırma süresince en yüksek konsantrasyonlar aşağı akarsu bölgesindeki IV. İstasyonda kaydedilmiştir. Bununla birlikte her parametrenin en yüksek değere ulaştığı aylar birbirinden farklı olabilmektedir. En yüksek Sülfat konsantrasyonu aralık ve ocak, Nitrat azotu konsantrasyonu şubat, amonyum azot konsantrasyonu ve reaktif fosfat konsantrasyonu ise aralık ayında belirlenmiştir. Bununla birlikte nitrit ve silika konsantrasyonunda artış ve azalmalar araştırılan bütün aylarda ve tüm istasyonlarda birbirine benzer olmuştur. TÇKM ye ait en yüksek değer mayıs ve haziran, AKM ise aralık ayında kaydedilmiştir.

Araştırmada elde edilen verilerin büyük bir çoğunluğu Kürk Çayı'nın Göle döküldüğü mansap bölgesi (IV. İstasyon) dışında kalan orta ve üst akarsu bölgelerinde I. sınıf su niteliğine sahip bir akarsu olduğunu ortaya koymuştur.

Kürk Çayı tarafından Hazar Gölü'ne taşınan azot ve fosfor miktarlarının göl yüzeyi üzeri getirdikleri yüklerin (0.2281g/m<sup>2</sup>.yıl azot; 0,0049g/m<sup>2</sup>.yıl fosfat) Wollenwider tarafından ortalama derinliği Hazar Gölü gibi 100 m olan göller için önerdiği müsaade edilebilir yükler olan toplam azot için 6 g/m<sup>2</sup>.yıl, toplam fosfor için ise 0.40 g/m<sup>2</sup>.yıl [30] 'nın çok altında olması Kürk Çayı'nın ötrofikasyon açısından Hazar Gölü için şimdilik bir tehdit oluşturmadığını ancak ötrofikasyon açısından dikkatlice izlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

## 5. Kaynaklar

1. Günek, H., Yiğit, A. (1995). Hazar Gölü havzasının hidrografik özellikleri. I. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu, Çağ Ofset, Elazığ, 91-103.
2. Sağiroğlu, A., Çetindağ, B. (1995). Hazar Gölü'nün Kürk ve Mogal Derelerinden kaynaklanan şiltleşmesi. I. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu, Çağ Ofset, Elazığ, 33-39.
3. Ercan, Y., 1998, Hazar Gölü'ne dökülen Zıkkım Deresi'nin algleri ve alglerin mevsimsel değişimleri, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 46s.
4. Şen, B., Alp, M.T., Özrenk, F., Ercan, Y. ve Yıldırım, V., 1999, A study on the amounts of plant nutrients and organic matter carried into Lake Hazar (Elazığ-Turkey), Fresenius Envir. Bull. 8, 272-279.
5. Saler (Emiroğlu), S. ve Şen, B., 2001, Hazar Gölü'ne dökülen Zıkkım Deresi'nin Rotifer'leri ve mevsimsel değişimleri, XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Hatay, 261-271.
6. Şen, B., Koçer, M.A.T. ve Alp, M.T., 2002, Hazar Gölü'ne boşalan akarsuların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14, 1, 241-248.
7. Yıldırım, V., Şen, B., Çetin A.K. ve Alp, M.T., 2003, Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı'nın (Elazığ) epipelik diyatome florası, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15, 3, 329-336.
8. Varol, M. and Şen, B. 2009, "Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Behrimaz Stream, Turkey". Environ. Monit. Assess., Vol. 159, 543-553.
9. Özdemir, M.A. (1995). Hazar Gölü (Elazığ) havzasının jeomorfolojisi ve gölün oluşumu. I. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu, Çağ Ofset, Elazığ, 121-148.
10. Şen, B. ve Gölbaşı, S. (2008). Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı'nın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 25,4, 353-358.
11. Hach, (1997). DR/2010 Spectrophotometer Procedures Manual. USA, 794p.
12. Merck, (2002) Spectroquant Nova 60 Manual. Germany, 220p.
13. Reid, G.K. (1961). Ecology of Inland Water and Estuaries. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 375p.
14. Kent, R., Belitz, K. (2004). Concentrations of Dissolved Solids Nutrients in Water Sources and Selected Streams of the Santa Ana Basin, California, October 1998-September 2001, U.S. Geological Survey Water Resources Investigations Report 03-4326, 61p.
15. Anonim, (2008). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete, 13.02.2008 tarih ve 26786 sayı.
16. Taşdemir, M., Göksu, Z.L., (2001). Asi Nehri'nin (Hatay-Türkiye) bazı su kalite özellikleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18,1-2, 55-64.
17. Allan, J.D. (1995). Stream Ecology Structure and Function of Running Waters. Kluwer Academic Publishers, London, 388p.
18. Stoner, J.D., Lorenz, D.L., Goldstein, R.M., Brigham, M.E., Cowdery, T.K. (1998). Water quality in the Red River of the North Basin. Minnesota, North Dakota and South Dakota, 1992-95, Geological Survey Circular 1169, 32p.
19. Wetzel R.G., Likens, G.E. (1991). Limnological Analyses. 2nd edition, Springer Verlag, New York, 391p.
20. Varga, P., Abraham, M., Simor, J. (1990). Water Quality of The Danube in Hungary and Its Major Determining Factors. In: M. Miloradov (ed.), Water Pollution Control in The Danube Basin, Water Science and Technology, 22, 5, 113-118.
21. Varol, M. (2004). Hazar Gölü'ne dökülen Behrimaz Çayı'nın fiziksel ve kimyasal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 109s.
22. Newbold, J.D. (1992). Cycles and Spirals of Nutrients, In: P. Calow and G.E. Petts (eds.), The Rivers Handbook Hydrological and Ecological Principles, Blackwell Scientific Publ., Oxford. 526p.
23. Eberhardt, A., Larson, L. (2000). Water Quality Monitoring in the Mystic River watershed: A Study of 10 sites (July-December 2000). MRWA Mystic Monitoring Network, 52p.
24. Boran, M., Sivri, N. (2001) Trabzon (Türkiye) İl Sınırları içerisinde bulunan Solaklı ve Sürmene Dereleri'nde nütrient ve askıda katı madde yüklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18 (3-4), 343-348.
25. Sehmi, K., Suchet, P.A., Clauer, N., Probst, J.L. (2000). Dissolved silica in the Garonne River water: changes in the weathering dynamics. Environmental Geology, 40, 1-2, 19-26.
26. Wetzel, R.G. (1975). Limnology. W.B. Saunders Company, London, 743p.
27. Hem, J.D. (1985). Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254, 263p.
28. Meybeck, M. (1986). Composition chimique de sruisseaux non pollues de France, Sci. Geol. Bull, 39, 3-77.
29. Perona, E., Bonilla, I., Mateo, P. (1999). Spatial and

temporal changes in water quality in a Spanish river. *The Science of the Total Environment*, 241, 75-90.

30. Karpuzcu, M. (1988). Eutrophication. In: *Introduction to Environmental Engineering*. 39-41. edge, I.C. (1975). *The Flora of Turkey: Past, Present and Future*, Candollea, Edinburgh, 30:331-351.