

## Yukarı Sakarya Nehri'nde Azot Fraksiyonları ile Toplam Demir ve Silikat Konsantrasyonlarının Mevsimsel Değişimi\*

Nermin ÇELİK<sup>1</sup>

Serap PULATSÜ<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 12.07.2002

**Özet:** Bu araştırma Yukarı Sakarya Nehri'nde azot fraksiyonları, toplam demir ve silikat konsantrasyonları ile bazı su kalite parametrelerinin (su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH) mevsimsel değişimlerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Su örnekleri 2000 yılının Temmuz, Ağustos, Ekim, Kasım aylarında ve 2001 yılının Ocak, Şubat, Nisan, Mayıs aylarında üç istasyondan alınmıştır. Bu parametrelerin aylara ve istasyonlara göre değişimleri incelenmiştir. En düşük ortalama amonyak-azotu ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) ve nitrit-azotu ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) değerleri sırasıyla ekim ( $0,09\pm 0,00$  mg/L) ve şubat ( $0,002\pm 0,00$  mg/L) aylarında bulunurken, en yüksek ortalama değerler ise mayıs ( $0,47\pm 0,01$  mg/L) ve ocak ( $0,035\pm 0,00$  mg/L) aylarında saptanmıştır. En düşük nitrat-azotu ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) ve çözülmüş nitrat-azotu ortalama değerleri sırasıyla şubat ( $0,36\pm 0,00$  mg/L) ve nisan ( $0,34\pm 0,01$  mg/L) aylarında bulunmuştur.  $\text{NO}_3\text{-N}$  ve çözülmüş nitrat-azotunun en yüksek değerleri sırasıyla  $3,73\pm 0,00$  mg/L ve  $3,30\pm 0,01$  mg/L olarak mayıs ayında saptanmıştır. Toplam demir konsantrasyonu çalışma periyodu sırasında  $0,02\text{-}0,05$  mg/L arasında değişmiştir. Silikat ( $10,94\pm 0,06$  mg/L) ve çözülmüş silikat ( $8,57\pm 0,01$  mg/L) konsantrasyonları şubat ayında en yüksektir. Araştırma periyodunca, belirlenen istasyonlarda pH ( $7,09\text{-}7,81$ ) ve nitrat-azotu ( $0,36\text{-}3,73$  mg/L) değerleri I. sınıf su kalite parametrelerine ilişkin sınırlar içerisinde olmasına karşın, bazı aylarda çözülmüş oksijen ( $7,10\text{-}8,95$  mg/L) ve  $\text{NO}_2\text{-N}$  ( $0,002\text{-}0,035$  mg/L) değerleri bu sınıfa ilişkin değerlerden farklı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** azot fraksiyonları, toplam demir, silikat, Yukarı Sakarya Nehri, mevsimsel değişim, su kalitesi

## Seasonal Changes of Nitrogen Fractions, Total Iron and Silica Concentrations in Upper Part of Sakarya River

**Abstract:** This research was conducted to determine the seasonal changes of nitrogen fractions, total iron and silica concentrations and some water quality parameters (water temperature, dissolved oxygen, pH) of the Upper Part of Sakarya River. Water samples were taken from three stations in June, August, October, November 2000 and in January, February, April, May 2001. The variations of these parameters were investigated with respect to months and stations. The lowest ammonia-nitrogen ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) and nitrite-nitrogen ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) values were assessed in October ( $0,09\pm 0,00$  mg/L) and February ( $0,002\pm 0,00$  mg/L) while mean highest values of  $\text{NH}_3\text{-N}$  and  $\text{NO}_2\text{-N}$  were determined in May ( $0,47\pm 0,01$  mg/L) and January ( $0,035\pm 0,00$  mg/L), respectively. The lowest mean values of nitrate-nitrogen ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) and dissolved nitrate-nitrogen were found in February ( $0,36\pm 0,00$  mg/L) and April ( $0,34\pm 0,01$  mg/L), respectively. The highest mean values of  $\text{NO}_3\text{-N}$  and dissolved nitrate-nitrogen were determined as  $3,73\pm 0,00$  mg/L and  $3,30\pm 0,01$  mg/L, respectively in May. Total iron concentrations range between  $0,02\text{-}0,05$  mg/L during the study period. Silica ( $10,94\pm 0,06$  mg/L) and dissolved silica ( $8,57\pm 0,01$  mg/L) concentrations were highest in February. During this research although in some months dissolved oxygen ( $7,10\text{-}8,95$  mg/L) and  $\text{NO}_2\text{-N}$  ( $0,002\text{-}0,035$  mg/L) concentrations were found different than those parameters of indicating the first class for water quality criteria, pH ( $7,09\text{-}7,81$ ) and  $\text{NO}_3\text{-N}$  ( $0,36\text{-}3,73$  mg/L) values were measured within the acceptable limits for the first water quality class in determined stations.

**Key Words :** nitrogen fractions, total iron, silica, The Upper Part of Sakarya River, seasonal changes, water quality

### Giriş

Akarsulara ilişkin kalite ölçümleri, bu tip su kaynaklarının içme, kullanma, sanayi ve sulama suyu gibi değişik kullanımlar açısından uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Su kalitesindeki değişimlerin izlenmesi, önlemlerin değerlendirilmesi ancak sağlıklı bir veri bazından hareketle yapılabilir. Azot fraksiyonları su kalite parametreleri içinde önemli bir yer tutar.

Alicı ortamlarda azot dinamiğinin daha iyi bir kavramsal çerçevesini çizilebilir için nitrat, amonyak,

partiküler ve çözülmüş azot konsantrasyonlarındaki mevsimsel değişimleri incelemek gerekir.

Calow ve Petts (1992) tarafından, kirlenmemiş nehirlerde ortalama nitrat konsantrasyonu  $100 \mu\text{g/L}$ , amonyak ve nitrit konsantrasyonları ise  $15 \mu\text{g/L}$  ve  $1 \mu\text{g/L}$  olarak bildirilmiştir. Kuzey Amerika'da tarımsal faaliyetlerin yapıldığı havzalardaki nehirlerde çözülmüş inorganik azot miktarı  $700\text{-}5000 \mu\text{g/l}$  arasında değişim göstermiştir.

\* Yüksek Lisans Tezi'nden hazırlanmıştır

<sup>1</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Su Ürünleri Bölümü-Ankara



Bu çalışma Yukarı Sakarya Nehri' nin doğduktan sonraki ilk 15 km' lik ve yaklaşık Eminekin Köyü' ne kadar olan bölümde seçilen üç istasyondan 2000 yılının Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim ayları ile 2001 yılının Ocak, Şubat, Nisan ve Mayıs aylarında saha ve laboratuvar çalışması olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür.

I. İstasyon; Havuzbaşı Kaynağı (Doğu Göleti) üzerindeki köprü olup, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sakaryabaşı-Çifteler Balık Üretim ve Araştırma İstasyonunun çıkış suyunun bırakıldığı bölgeye en yakın istasyondur.

II. İstasyon; Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Sakaryabaşı-Çifteler Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu ile III. İstasyon arasında bulunan ve I. İstasyondan yaklaşık 7 km uzakta seçilen istasyondur.

III. İstasyon; Eminekin Köyü yakınındaki D.S.I. Regülatörünün bulunduğu ve II. İstasyondan yaklaşık 8 km uzaklıkta seçilen istasyondur. Bu istasyon aynı zamanda D.S.I.' nin Bardakçı Suyu-Eminekin adlı akım gözlem istasyonlarından biridir.

Su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ölçümleri oksijenmetre ile pH ölçümleri ise pHmetre ile yerinde yapılmıştır.

Su örnekleri Ruttner su alıcısı ile yüzeyden alındıktan sonra kimyasal madde ilave edilmeksizin yaklaşık 3 saat içerisinde laboratuvara ulaştırılmıştır. Numune alma işleminde Anonim (1997) esas alınmıştır.

Amonyak-azotu tayini, amonyum iyonunun bazik ortamda Nessler reaktifi ile vermiş olduğu sarı rengin derişimine bağlı renk şiddetinin spektrofotometrede 425 nm dalga boyunda ölçülmesiyle saptanmıştır (Anonim 1977).

Nitrit-azotu tayini, su örneğinde bulunan nitrit iyonları ile sülfanilik asidin diazonlanması sonucunda oluşan bileşimin naftilamin ile verdiği kırmızı rengin spektrofotometrede 523 nm' de ölçülmesiyle saptanmıştır (Anonim 1977).

Nitrat-azotu tayini, su örneğindeki iyonları ile brucine sülfate arasındaki reaksiyon sonucu oluşan sarı rengin spektrofotometre yardımı ile 410 nm dalga boyunda ölçülmesiyle saptanmıştır. Bu fraksiyonun çözülmüş formunun tayini ise, 0,45 µm' den süzülen su örneklerinde Anonim (1977)' ye göre yapılmıştır.

Toplam demir tayini fenantrolin yöntemi ile spektrofotometrede 510 nm'de ölçülerek belirlenmiştir (Anonim 1997).

Silikat tayini silikomolibdat metodu ile spektrofotometrede 700 nm'de ölçülmesiyle saptanmıştır. Çözülmüş silikat tayini ise 0,45 µm' den süzülen su örneklerinde Wetzal ve Likens (1979)'e göre yapılmıştır.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistik analizler; varyans analizi (ANOVA) ve Duncan testi, istatistik paket programlardan ise Minitab kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan tüm istatistik hesaplamalar ve kontroller Düzgünes ve ark. (1983) 'in belirttiği esaslara göre yapılmıştır.

### Bulgular

Araştırma alanında belirlenen istasyonlara ilişkin su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi Şekil 2,3,4 'de, silikat ve çözülmüş silikat konsantrasyonlarının istasyonlara ve aylara bağlı değişimi ise Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir. Azot fraksiyonlarının istasyonlara ve aylara göre değişimi Çizelge 1'de sunulmuştur.

Araştırma boyunca en düşük amonyak değeri ekim ayında 1. istasyonda 0,09±0,00 mg/L ve en yüksek değer ise mayıs ayında 3. istasyonda 0,47±0,01 mg/L olarak saptanmıştır. Şubat ayı dışında istasyonlara ilişkin ortalama amonyak-azotu değerleri arasındaki farklılık istatistik açıdan önemli bulunmuştur (p<0,01) (Çizelge 1).

Araştırma periyodunca en düşük nitrit-azotu değeri şubat ayında 1. istasyonda 0,002±0,00 mg/L olarak ölçülmüştür. En yüksek nitrit-azotu değeri ise ocak ayında 3. istasyonda (0,035±0,00 mg/L) saptanmıştır (Çizelge 1).

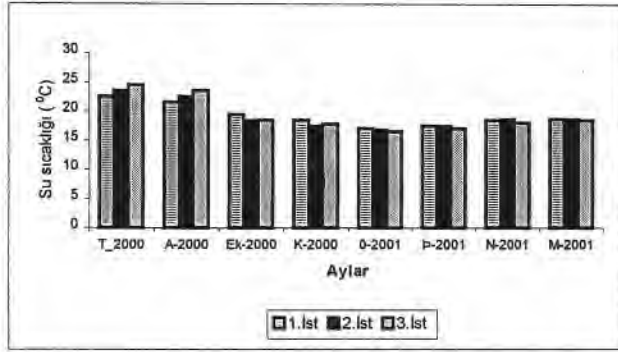
Araştırma süresince en yüksek NO<sub>3</sub>-N değeri mayısta 1. istasyonda (3,73±0,01 mg/L) ve en düşük değer ise şubatta 2. istasyonda (0,36±0,00 mg/L) saptanmıştır. Ortalama nitrat-azotu değerlerinin istasyonlar arasındaki farklılığı istatistik açıdan da bulunmuştur (p<0,01) (Çizelge 1).

Araştırma süresince en düşük çözülmüş nitrat-azotu değeri nisan ayında 3. istasyonda (0,34±0,01 mg/L) kaydedilmişken, en yüksek değer ise mayıs ayında 1. istasyonda (3,30±0,01 mg/L) bulunmuştur. Ekim, kasım ve ocak ayları dışında nitrat azotu ortalama değerlerinin istasyonlara göre farklılığı istatistik olarak önemli belirlenmiştir (p<0,01) (Çizelge 1).

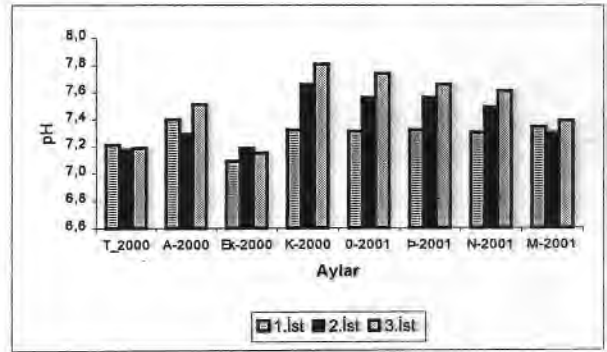
Toplam demir düzeyi araştırma periyodunca 0,02±0,00 mg/L ile 0,05±0,00 mg/L arasında ölçülmüştür. Ağustos, ekim ve mayıs aylarında istasyonların ortalama demir konsantrasyon değerleri arasındaki farklılık istatistik açıdan önemli bulunurken (p<0,01), diğer aylarda istasyonlar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli saptanmamıştır.

Araştırma süresince en düşük silikat değeri ekim ayında 3.istasyonda (4,19±0,06 mg/L), en yüksek değer ise şubat ayında 1. istasyonda (10,94±0,06 mg/L) ölçülmüştür. Tüm aylar boyunca istasyonlara bağlı ortalama değerler arasındaki farklılık istatistik açıdan önemli bulunmuştur (p<0,01). Çözülmüş silikat değeri ise en düşük 0,38±0,06 mg/L ile kasım ayında 2. istasyonda en yüksek ise 8,57±0,01 mg/L ile şubat ayında yine 2. istasyonda bulunmuştur (p<0,01) (Şekil 5,6).

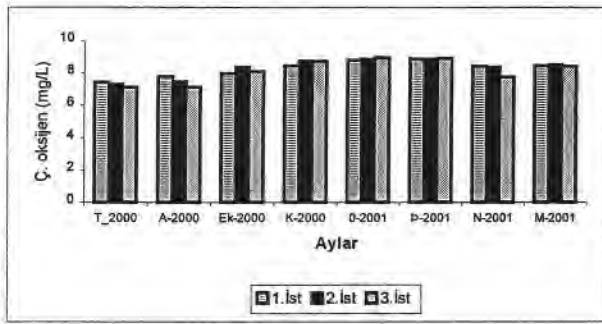




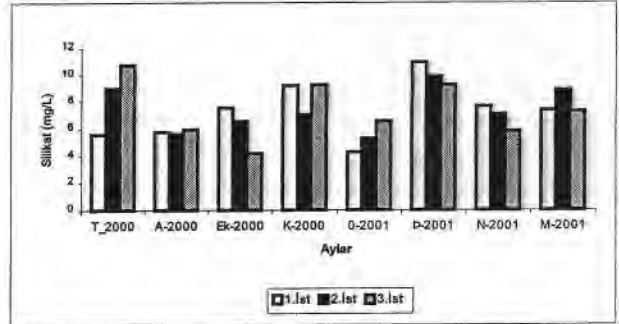
Şekil 2. Su sıcaklığının aylara ve istasyonlara göre değişimi



Şekil 4. pH değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi



Şekil 3. Çözünmüş oksijen konsantrasyonunun aylara ve istasyonlara göre değişimi



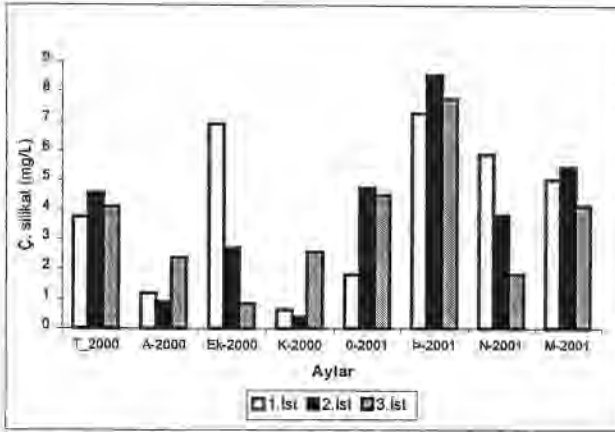
Şekil 5. Silikat konsantrasyonlarının aylara ve istasyonlara göre değişimi

Çizelge 1. Yukarı Sakarya Nehri'nde inorganik azot fraksiyonlarının ve çözünmüş nitrat-azotu konsantrasyonunun aylara ve istasyonlara bağlı değişimi

Paramet.	Aylar İstas.	Temmuz-2000	Ağustos-2000	Ekim-2000	Kasım-2000	Ocak-2001	Şubat-2001	Nisan-2001	Mayıs-2001
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	1	0,16±0,01 <sup>* C ** b</sup>	0,12±0,00 <sup>B c</sup>	0,09±0,00 <sup>B d</sup>	0,18±0,00 <sup>A b</sup>	0,10±0,00 <sup>B cd</sup>	0,16±0,00 <sup>A b</sup>	0,18±0,00 <sup>B b</sup>	0,41±0,05 <sup>B a</sup>
	2	0,24±0,00 <sup>B b</sup>	0,16±0,05 <sup>A de</sup>	0,11±0,01 <sup>AB f</sup>	0,17±0,05 <sup>A d</sup>	0,26±0,01 <sup>A b</sup>	0,14±0,01 <sup>A e</sup>	0,21±0,00 <sup>B c</sup>	0,42±0,00 <sup>AB a</sup>
	3	0,29±0,03 <sup>A b</sup>	0,17±0,00 <sup>A c</sup>	0,13±0,00 <sup>A d</sup>	0,13±0,10 <sup>B d</sup>	0,10±0,00 <sup>B e</sup>	0,15±0,00 <sup>A cd</sup>	0,27±0,05 <sup>A b</sup>	0,47±0,01 <sup>A a</sup>
NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	1	0,021±0,00 <sup>B a</sup>	0,013±0,00 <sup>C b</sup>	0,009±0,00 <sup>B c</sup>	0,004±0,00 <sup>C d</sup>	0,004±0,00 <sup>C d</sup>	0,002±0,00 <sup>B e</sup>	0,003±0,00 <sup>B a</sup>	0,005±0,00 <sup>C de</sup>
	2	0,024±0,05 <sup>A b</sup>	0,031±0,05 <sup>A c</sup>	0,019±0,01 <sup>A c</sup>	0,010±0,01 <sup>A f</sup>	0,013±0,05 <sup>B e</sup>	0,003±0,01 <sup>B g</sup>	0,011±0,00 <sup>B f</sup>	0,015±0,05 <sup>A d</sup>
	3	0,022±0,00 <sup>B c</sup>	0,029±0,00 <sup>B b</sup>	0,018±0,00 <sup>A d</sup>	0,009±0,00 <sup>B g</sup>	0,035±0,00 <sup>A a</sup>	0,009±0,00 <sup>A g</sup>	0,013±0,01 <sup>A f</sup>	0,016±0,00 <sup>A e</sup>
NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	1	1,82±0,05 <sup>C e</sup>	2,24±0,00 <sup>A d</sup>	3,15±0,00 <sup>A c</sup>	3,42±0,01 <sup>A b</sup>	1,20±0,05 <sup>A f</sup>	0,70±0,01 <sup>B h</sup>	0,97±0,01 <sup>B g</sup>	3,73±0,01 <sup>A a</sup>
	2	2,56±0,01 <sup>A b</sup>	1,58±0,05 <sup>B e</sup>	2,09±0,01 <sup>C d</sup>	2,24±0,01 <sup>C c</sup>	0,82±0,01 <sup>C g</sup>	0,36±0,00 <sup>C h</sup>	0,86±0,00 <sup>C f</sup>	3,47±0,01 <sup>B a</sup>
	3	2,10±0,01 <sup>B c</sup>	1,44±0,00 <sup>C e</sup>	2,52±0,05 <sup>B b</sup>	3,09±0,00 <sup>B a</sup>	1,07±0,01 <sup>B f</sup>	0,90±0,05 <sup>A g</sup>	1,06±0,05 <sup>A f</sup>	1,84±0,01 <sup>C d</sup>
Ç. NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	1	1,62±0,01 <sup>A c</sup>	0,64±0,00 <sup>B de</sup>	2,20±0,01 <sup>A b</sup>	1,82±0,01 <sup>A bc</sup>	0,73±0,01 <sup>A de</sup>	0,36±0,01 <sup>A e</sup>	0,86±0,01 <sup>A d</sup>	3,30±0,01 <sup>A a</sup>
	2	1,67±0,01 <sup>A b</sup>	1,71±0,05 <sup>A b</sup>	2,07±0,01 <sup>A b</sup>	1,95±0,05 <sup>A b</sup>	0,75±0,01 <sup>A c</sup>	0,52±0,01 <sup>A c</sup>	0,78±0,00 <sup>A c</sup>	3,08±0,05 <sup>A a</sup>
	3	0,37±0,01 <sup>B d</sup>	0,54±0,00 <sup>B cd</sup>	2,33±0,00 <sup>A a</sup>	1,87±0,01 <sup>A b</sup>	0,86±0,05 <sup>A c</sup>	0,64±0,01 <sup>A cd</sup>	0,34±0,01 <sup>B d</sup>	1,82±0,01 <sup>B b</sup>

\* : Aynı sütunda tek bir parametre için farklı büyük harfi olan ortalamalar arasındaki fark istatistik açıdan önemlidir (p<0,01).

\*\* : Aynı satırda tek bir parametre için farklı küçük harfi olan ortalamalar arasındaki fark istatistik açıdan önemlidir (p<0,01).



Şekil 6. Çözünmüş silikat konsantrasyonlarının aylara ve istasyonlara göre değişimi

### Tartışma

Bu araştırma ile Yukarı Sakarya Nehri' nin azot fraksiyonları ile demir ve silikat konsantrasyonlarına ilişkin veriler başta olmak üzere, bazı su kalite parametrelerine ilişkin bulgular elde edilmiştir.

Araştırma istasyonlarında çözünmüş oksijen değerleri yaz aylarında 7,10-7,75 mg/L arasında değişim göstererek I. sınıf su kalitesi değeri olan 8 mg/L'nin altına düşmüşse de, Sakarya Nehri'nin kirliliğini oluşturan bileşenlerden olan Porsuk Çayı, Ankara Çayı ve Çark Suyu'nun çözünmüş oksijen değerlerinden yüksek bulunmuştur. pH değerleri ise 7,09-7,81 arasında değiştiğinden Anonim (1992)'ye göre su kalitesi açısından I. sınıf sular grubuna girmektedir.

Araştırmada amonyak-azotu değerleri, ekim ayında en düşük (0,09 mg/L), mayısta ise en yüksek değerine (0,47 mg/L) ulaşmıştır. Bu sonuç Kalebaşı (1994) tarafından Meriç Nehri' nde yapılan çalışmada, en yüksek amonyak-azotu konsantrasyonunun sonbaharda (ekim) 1,14 mg/L düzeyinde belirlendiği çalışmayla uyum göstermezken Albayrak (1995)' in Kızılırmak Nehri'nde amonyak konsantrasyonunu sonbaharda düşük bulunduğunu belirttiği çalışmaya benzerdir. Amonyum-azotu konsantrasyonu 0,2 mg/L olan akarsuların I. sınıf sular kategorisine girdiği bildirilmiştir (Anonim 1992). Çizelge 1' de görülebileceği gibi bazı aylar ve istasyonlarda I. sınıf sular kategorisine ilişkin değerler aşılmıştır. Ancak bu parametreye yönelik verilerimiz, Porsuk Çayı' nda 1,49-2,26 mg/L, Ankara Çayı' nda 7,89 mg/L, Çark Suyu' nda 3,52 mg/L olduğu belirtilen amonyak-azotu değerlerinden daha düşük seviyededir.

Aynı zamanda D.S.I.'nin akım gözlem istasyonlarından biri olan III. istasyonda araştırma periyodunca özellikle bahar ve yaz aylarında çözünmüş oksijen değerlerinde görülen düşme ve amonyak-azotu konsantrasyonlarındaki artışlar, bu istasyonun Eminekin Köyü' nün evsel atık sularından etkilendiğini

göstermektedir. Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama İstasyonu' nun çıkışında yer alan I. istasyonda amonyak değerleri mayıs ayı dışında düşük olup su kalitesi açısından I. sınıf sular grubuna girmektedir. Başka bir deyişle, Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama İstasyonu' nun, araştırmanın yürütüldüğü I. istasyonun su kalitesi üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı söylenebilir. Bu istasyonda kasım ve şubat aylarında amonyak-azotu konsantrasyonlarında belirlenen artışlar, çıkış suyu bu istasyona karışan Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu'nun kapasitesindeki artıştan kaynaklanabilir.

Bu çalışmada en düşük nitrit-azotu değeri, şubat ayında (0,002±0,00 mg/L), en yüksek ise ocak ayında (0,035±0,00 mg/L) saptanmıştır. Nitrit-azotu değerlerinin mevsimsel değişimi Meriç Nehri' nde (Gürkaynak 1990) minimum ve Asil Nehri' nde (Taşdemir 1998) maksimum düzeyde belirlenen aylarla uyum göstermektedir. Albayrak (1995) ise Kızılırmak' ta nitrit-azotu konsantrasyonunu sonbaharda maksimum düzeyde belirlendiğini belirtmiştir.

Kirlenmemiş nehirlerde nitrat konsantrasyonunun 0,5-1,0 mg/L arasında değiştiği Horne ve Goldman (1994) tarafından bildirilmiştir. Çalışmamızda ise, nitrat-azotu konsantrasyon değeri, şubat ayında (0,36±0,00 mg/L) en düşük, mayıs ayında (3,73±0,01 mg/L) en yüksek olarak saptanmıştır. Çizelge 1' de görüleceği üzere kış mevsimi dışında, seçilen istasyonlara ait nitrat-azotu konsantrasyonları 0,5 ppm' den, araştırmanın büyük bir bölümünde de 1,0 ppm' den yüksektir. Ayrıca nitrat-azotu konsantrasyon değerleri; en düşük bulunan değer dışında araştırma periyodunca, Sakarya Nehri' ne dökülmeden önce Ankara Çayı ve Çark Suyu' na ilişkin nitrat-azotu değerlerinden yüksek bulunmuştur. Kalebaşı (1994), Meriç Nehri' nde ve Taşdemir (1998) Asi Nehri' nde yürütülen çalışmalarda, nitrat-azotu konsantrasyonlarını temmuz ayında minimum bulduklarını belirtirken, Albayrak (1995) Kızılırmak Nehri' nde seçtiği istasyonlarda nitrat-azotu konsantrasyonunun ilkbaharda minimum, kışın maksimum düzeyde saptanmıştır. Bu çalışmada belirlenen nitrat-azotu konsantrasyon değerlerinin mevsimsel değişimi yukarıda bildirilen sonuçlarla benzerlik göstermezken, Galicka (1993), Laznik ve Matisone (1994) ile Hudon ve ark. (1995)'nin farklı nehirlerde nitrat-azotu derişimlerini baharda yüksek düzeyde bulduklarını bildirdikleri çalışma sonuçları ile uyum göstermektedir.

Nitrat-azotu konsantrasyonuna ilişkin bulgularımız, Lucey ve Goolsby (1993) ile Bode ve Dortch (1996)'un yağışın fazla olduğu dönemlerde ve fazla miktarda azotlu gübrenin kullanıldığı ilkbahar mevsiminde artan nitrat-azotu konsantrasyonunun yazın azaldığını belirttikleri çalışma sonuçlarıyla benzerdir.

Çalışmamızda çözünmüş nitrat-azotu konsantrasyon değerleri ise mayıs ayında yüksek düzeyde kaydedilerek Boyd (1996)'un Platte Nehri'nde yürüttüğü çalışmasında çözünmüş nitrat değerini, kış mevsiminde yüksek bulunduğu çalışmayla uyum göstermemektedir.

Araştırma periyodunca toplam demir konsantrasyonu, 0,02-0,05 mg/L arasında tespit edilmiştir. Bu değişim aralığı ülkemizde farklı nehirlerde yapılan çalışmalarda belirlenen demir konsantrasyonları ile benzerdir. Ancak ilkbahar ve yazın yükseldiği bildirilen demir konsantrasyon değerlerinin (Gürkaynak 1990, Kalebaşı 1994, Yıldız 1995) çalışmamızda aylara bağlı değişimi, birçok ayda istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. 3. istasyonda kış mevsiminde bulunan yüksek değerler, Coşkun (1995)'un Kızılırmak Nehri'ne ilişkin araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda silikat değerleri en yüksek 10,94 mg/L (şubat) ve en düşük 4,19 mg/L (ekim) olarak belirlenmiş; çözülmüş silikat değerleri 0,38-8,57 mg/L arasında değişmiştir. Bu veriler Horne ve Goldman (1994)'ın nehir sistemlerinde silikat için belirttiği değerler arasındadır. Ancak Taşdemir (1998)'in Asî Nehri için silikatın mayıs ayında maksimum ve ekim ayında minimum olarak belirttiği çalışma sonucu ve Wall ve ark. (1998)'in (Canajoharie Deresi) bahar ile yaz mevsiminde silikat konsantrasyonlarında artış olduğuna ilişkin bulgularıyla paralellik göstermemektedir.

### Sonuç

Araştırma bulguları, amonyak-azotu ve nitrat-azotu konsantrasyonlarının özellikle ilkbaharda artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu durumun baharda yağış miktarına bağlı olarak debideki artıştan ve çevredeki tarım arazilerinde kullanılan yoğun gübrenin kaynaklanması olasıdır. Ayrıca nehrin çalıştığımız bölgesinin pH ve nitrat-azotu değerleri dikkate alındığında, su kalitesi açısından I. sınıfa girdiği, nitrit konsantrasyon düzeylerinin ise su kirlenmesi açısından olumsuz bir durum sergilediği belirlenmiştir.

Sakarya Nehri'ne kirlenici taşıyan yan kolların kirlilik durumu, nehir boyunca yapılan kalite gözlemleri ile detaylandırılmıştır. Sakarya Nehri'nin bileşenlerinden olan bölgede yaptığımız ölçümler, yalnız Nehir boyunca değil Nehrin aynı zamanda doğu alanlarından biri olan Yukarı Sakarya Nehri'nde de su kalitesi ve standard sınır değerlerinin uzun dönemli olarak izlenmesi gerekliliğini göstermektedir.

### Kaynaklar

- Albayrak, B. 1995. Water Quality Assessment on the Central Kızılırmak Basin. The Graduate School of Natural and Applied Sciences of the Middle East Technical University.
- Anonim, 1977. İçme Suyu ve Pis Sularda Standart Rutin Analiz Yöntemleri Kılavuzu, İller Bankası Yay No: 24, 256 s., Ankara.
- Anonim, 1992. Türk Çevre Mevzuatı. Türkiye Çevre Vakfı Yayını. Cilt II, 1275 s., Ankara.
- Anonim, 1997. Su Kalitesi-Akarsularda Numune Alma Kılavuzu. TS 150 5687-8, 8s., Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

- Anonim, 1998. Türkiye'nin Çevre Sorunları. Türkiye Çevre Vakfı Yayını 464s., Ankara.
- Aydın, F. ve S. Pulatsü, 1999. Sakaryabaşı Batı Göleti' nin ötrofikasyon derecesinin araştırılması. Ankara Üniv., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi, 5 (1) 51-58.
- Bode, A. and Q. Dortch, 1996. Uptake and regeneration of inorganic nitrogen in coastal waters influenced by the Mississippi River: Spatial and seasonal variations. J. Plankton Res., 18 (12) 2251-2268.
- Boyd, R.A. 1996. Distribution of nitrate and orthophosphate in selected streams in Central Nebraska. Water Resour. Bull., 32 (6) 1247-1257.
- Calow, P. and G.E. Petts, 1992. The Rivers Handbook. Hydrological and Ecological Principles. Blackwell Science, Volume 1, 526 p., USA.
- Coşkun, F. 1995. Kızılırmak Deltası yüzeysel sularında fosfat, demir, sülfat, biyolojik oksijen ihtiyacı ve toplam fosfor parametrelerinin araştırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Düzgüneş, O., T. Kesici ve F. Gürbüz, 1983. İstatistik Metodları I. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:861, 229s., Ankara.
- Galicka, W. 1993. Inflow of various forms of nitrogen to the Sulejow Reservoir in the years 1981-1984. Pol. Arch. Hydrobiol., 40 (2) 119-138.
- Girgin, S. 1994. Ankara Çayı ve Kollarındaki Makroinvertebratların Bolluk, Dominans, Benzerlik ve Çeşitlilik Açısından Kimyasal ve Fiziksel Parametrelerle Birlikte İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Ankara.
- Gökkaya, Z. ve S. Pulatsü, 2001. Sakaryabaşı Doğu Göletinin bazı su kalite parametrelerinin mevsimsel değişimi. Ankara Üniv., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi, 7 (1) 20-26.
- Güler, A.S. 1988. Çifteler Sakaryabaşı Balık Üretim İstasyonu' ndaki Doğu ve Batı Kaynak Göllerinin Planktonlarının İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Gürkaynak, A.İ. 1990. Kuzey Meriç Bölgesinde Kimyasal Kirlenmenin İncelenmesi (Türkiye Sınırına Giriş ile Tunca Nehri' nin Birleştiği Nokta Arasında). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ.
- Güven, F. 1996. Sakaryabaşı Kaynaklarının Çevresel İzotop Hidrolojisi İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Horne, A.J. and C.R. Goldman, 1994. Limnology, Second Edition. 576p., USA.
- Hudon, C., R. Morin, J. Bunch and R. Harland, 1996. Carbon and nutrient output from the Great Whale River (Hudson Bay) and a comparison with other rivers around Quebec. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53, 1513-1525, Canada.
- Kalebaşı, Y. 1994. Meriç Nehri' nin Kimyasal Kirliliğinin İncelenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ.
- Laznik, M. and G. Matisone, 1994. Variations in the loading and riverine transport of nitrate and nitrite in Latvia. Marine Pollution Bulletin, 29 (6-12) 484-490.

- Lucey, K.J. and D.A. Goolsby, 1993. Effects of climatic variations over 11 years on nitrate-nitrogen concentrations in the Raccoon River, Iowa. *J. Environ. Qual.*, 22, 38-46.
- Pulatsü, S. and H. Çamdeviren, 1999. Water quality parameters in inflow and outflow of Sakaryabaşı Trout Farm. Ankara Üniv., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi, 5 (2) 30-35.
- Taşdemir, M.D. 1998. Asi Nehri (Antakya)' nin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Parametrelerinin Tespiti. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Adana
- Wall, G.R., P.J. Phillips and K. Riva-Murray, 1998. Water quality: seasonal and spatial patterns of nitrate and silica concentrations in canajoharie creek, New York. *Journal of Environmental Quality*, 27 (2) 381-389.
- Wetzel, R.G. and G.E. Likens, 1979. *Limnological Analyses*. Second Edition. 391p., USA.
- Yıldız, E. 1995. Kızılırmak' ın (İmranlı-Kalın Arası) Su Kirliliğinin İncelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Sivas.

---

İletişim adresi :  
Serap PULATSÜ  
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Su Ürünleri Bölümü-Ankara  
E-mail: spulatsu@agri.ankara.edu.tr