

ISPARTA DERESİ SU KALİTESİNİN FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELERE  
VE EPİLİTİK DİYATOMELERE GÖRE BELİRLENMESİ

Hasan KALYONCU

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,  
32260-Isparta, e-mail: kalyoncu@fef.sdu.edu.tr  
Alınış: 22 Ağustos 2006, Kabul: 26 Eylül 2006

**Özet:** Bu çalışma, 1995-1996 ve 2000-2001 tarihleri arasında Karacaören I Baraj gölünü besleyen önemli kaynaklardan biri olan Isparta Deresi'nin su kalite değişimlerinin fizikokimyasal analiz sonuçlarına ve epilitik diyatomelelere göre belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sonucunda Isparta Deresi'nde 1995-1996 periyodunda epilitik diyatomelelere ait 44 takson, 2000-2001 periyodunda ise 43 takson belirlenmiştir. Su kalite seviyesi olarak I. istasyon oligosaprobik (I), II. ve III. istasyonlar organik olarak kritik derecede kirlenmiş (II-III, III) akarsu bölümüne dahil olmuştur. I. istasyonda en baskın tür *Achnanthes lanceolata* (BREBISSON) GRUNOW, II. ve III. istasyonlarda *Nitzschia palea* (KUTZING) W. SMITH'dır. İki periyod arasında geçen zaman sürecinde akarsuda kirliliğin saprobi indeks'e göre yarım basamak negatif yönde değiştiği belirlenmiştir. Saprobi indekse göre yapılan su kalitesi tayini fizikokimyasal değişkenlere göre yapılan su kalitesi tayinine göre yarım saprobi basamağı pozitif yönde sapma göstermiş, her iki indeks sonuçları birbirini desteklemiştir. Bu sonuca göre Saprobi İndeksi ülkemiz akarsularında kullanılabilir ve güvenilir sonuçlar verebilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Epilitik diyatome, Saprobi indeks, su kalitesi, Isparta Deresi.

DETERMINATION OF WATER QUALITY IN ISPARTA STREAM ACCORDING  
TO PHYSIOCHEMICAL PARAMETERS AND EPILITHIC DIATOME

**Abstract:** This study has been carried out between periods of 1995-1996 and 2000-2001 in order to determine water quality changes in Isparta Stream, which is one of the most important sources feeding Karacaören I dam lake, according to physiochemical analysis and epilithic diatom. 44 taxa of epilithic diatom were found in the first period and 43 in the second period. Consequently, first station has been classified as oligosaprop (I), while second and third stations were found organically critically polluted (II-III, III). The dominant species of the first station was *Achnanthes lanceolata* (BREBISSON) GRUNOW, whereas it was *Nitzschia palea* (KUTZING) W. SMITH for the second and third stations. Between the two periods, pollution was determined to increase at a half-level negatively according to saprobi index. Water quality determination with saprobi index deviated half saprobi level to the positive side when compared to that of physiochemical analysis, and both indices were supported by each other. According to the results, saprobi index can be used as a reliable and practical method for our fresh water systems.

**Key words:** Epilithic diatome, Saprobi index, water quality, Isparta Stream

## GİRİŞ

Çevrede meydana gelen değişiklikler akarsu yaşamına uyum göstermiş olan flora ve faunayı da etkilemektedir. Bu özellikten faydalanılarak akarsularda yaşayan organizmalar kullanarak akarsuyun kalite sınıflarının belirlenmesi mümkündür (SLADECEK 1973, LANGE-BERTALOT 1978, 1980, DESCY & COSTE 1990). Türkiye’de su kalitesi sistemlerinin kullanımı son yıllarda başlamıştır (BARLAS 1995, KALYONCU & BARLAS 1997, KALYONCU vd. 2004, KALYONCU & BARLAS 2006).

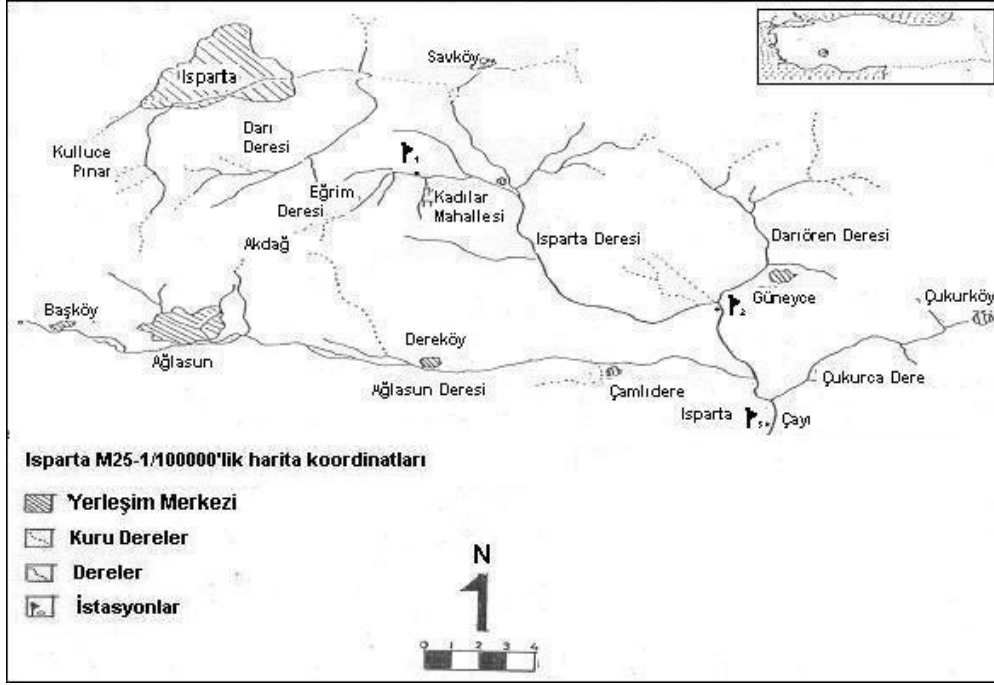
Sucul organizmaların yardımı ile su kalitesinin değerlendirilmesi, fizikokimyasal su analiz sonuçlarını tam olarak desteklemez. fizikokimyasal su analizi sonucunda elde edilen su kalitesi değerleri o andaki zararlı madde ve besleyici maddelerin yoğunluğu hakkındaki bilgiler verebilir. Bunun yanısıra biyolojik değerler orta ve uzun vadedeki kirlenmeyi gösterir. RAUND (1993)’a göre epilitik diyatomlar su kalitesindeki değişimleri izlemede kullanılan önemli organizmalardır.

Akarsularda bentik diyatomlar ve makrozoobentik organizmaların bazıları, şehirleşme ve nüfus artışına paralel olarak artan su kirliliğine karşı duyarlı indikatörlerdir. Diyatomlar besin bolluğuna karşı daha iyi bir indikatörken, makroomurgasızlar akarsuyun genel yapısını daha da iyi yansıtan organizmalardır (BARLAS 1995). Özellikle diyatomlar çevresel şartların belirlenmesinde indikatör olarak kullanılır (LOWE & PAN 1996, DIXIT vd. 1997, SONNEMAN vd. 2001). LANGE-BERTALOT (1978)'a göre türlerin gelişiminde azalan saprobite değerleri sınırlayıcı etki göstermezken, artan saprobite değerleri sınırlayıcı etki yapmaktadır. Ortam şartlarına tolerans gösterebilen taksonlar iyi gelişim göstererek dominant duruma gelirler. Artan kirliliğe tolerans gösteremeyenler yok olurlar.

Diyatomelerin kozmopolit özelliklerinden dolayı Avrupa’da uygulanan Saprobi İndeksin ülkemizde de iyi sonuçlar verebileceği amaçlanarak Isparta Deresi’nde yapılan çalışmalara uygulanmış ve akarsuda su kalite değişimi farklı istasyonlarda ve farklı dönemlerde belirlenip karşılaştırılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Isparta Deresi Akdağ’ın kuzey yamaçlarında 1200 m yükseklikte Yukarı Direkli Köyü yakınlarından doğar, 50 km güney yönünde aktıktan sonra Karacaören I Baraj Gölü’ne dökülür. Aşağı Direkli köyü altında akarsuya Isparta ilinden gelen evsel ve endüstriyel atık sular karışmaktadır. II. İstasyon, I. istasyona 25 km mesafede Isparta-Antalya karayolu üzerinde yer alan Dereboğazı mevkiindedir. Bu bölümde akarsuya sağ taraftan Davraz Dağı’ndan gelen Darıören Deresi katılmaktadır. Bu derelere atıksu karışımı gözlenememiştir. III. istasyon, II. istasyona 25 km mesafede Karacaören I Baraj gölünün üst kısmında Su Çatı mevkiinde yer almaktadır. Bu bölümde Ağlasun ve Çukurca Derelerinin suları akarsuya karışmış durumdadır. Ağlasun Deresi’ne Ağlasun ilçesinden gelen evsel atıksular, Çukurca Deresi’ne ise balık çiftliklerinin atık suları karışmaktadır. Isparta Deresi’nde belirlenen istasyonlar Şekil 1’de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Isparta Deresi ve belirlenen istasyonlar

Birinci araştırma periyodu Nisan 1995- Mart 1996 tarihleri arasında, ikinci araştırma periyodu ise Şubat 2000-Temmuz 2001 tarihleri arasında kapsamaktadır. Yağış sonrası olası sel ile oluşan olumsuzlukların ortadan kaldırılması ve taşınma sonucunda ortamda oluşabilecek geçici organizmaların araştırmayı etkilemesini engellemek için, numuneler araştırma süresi boyunca genel olarak her ayın ortasında yağışsız günlerde alınmıştır. Örnek alımları her istasyonda akarsuya karışımları ve akarsuyun fizikokimyasal özelliklerini karakterize edecek bölümlerden yapılmıştır. Her örnek alımında her istasyondan epilitik diatomeler yaklaşık olarak 25 cm<sup>2</sup>'lik taşlar üzerinden kazınarak toplanmıştır ve değerlendirilmiştir (SABATER vd. 2000). Isparta Deresi'nde tespit edilen diatomelerin teşhisi için HUSTEDT 1930, PATRICK & REIMER 1966, 1975, GERMAIN 1981, KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986, 1988, 1991a, b, COX 1996'dan faydalanılmıştır.

Su örnekleri yukarıda verilen tarihler arasında aylık olarak, her ayın ortasında akarsuyun orta kısmından 1L'lik polietilen örnek kaplarına alınıp laboratuvara getirilerek analiz edilmiştir. Sıcaklık (°C), 1°C taksimatlı termometre ile; pH değerleri, Elektromag marka arazi tipi pH metre ile; Elektrik İletkenliği (E.C. µmhos/cm ), YSI Model 33 S-C-T metre ile; Çözünmüş Oksijen (mgO<sub>2</sub>/L), YSI Model 51 B arazi tipi oksijenmetre ile arazide ölçülmüştür. Bulanıklık (NTU), Hach Ratio turbidimetre ile laboratuvarında; Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI<sub>5</sub> mgO<sub>2</sub>/L), Şilifli cam şişelere alınan su örnekleri, 20 °C ' de etüvde karanlıkta bekletilip, oksijen metre ile 5 gün sonra ölçüm yapılarak hesaplanmıştır (II. ve

III. İstasyonlarda 1:1 ve 1:4 seyreltme suyuyla seyreltme yapılmıştır. Toplam sertlik ( $^{\circ}$ dH) EDTA titrimetrik metotla, Amonyum azotu (mg  $\text{NH}_4\text{-N/L}$ ) Nessler metodu ile, Nitrat azotu (mg  $\text{NO}_3\text{-N /L}$ ) Salisilat metodu ile, Ortofosfat fosforu (mg  $\text{PO}_4\text{-P /L}$ ) Spektrofotometrik metotla, Klorür (mg  $\text{Cl}^-/\text{L}$ ) Mohr metoduna göre ölçülmüştür (ANONİM 1981). Fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre su kalitesi değerlendirmesi KLEE (1991)'e göre yapılmıştır. Baskınlık ve sıklık analizleri KOCATAŞ (1994)'e göre yapılmıştır. Çeşitlilik analizinde Margalef çeşitlilik indeksi kullanılmıştır. Saprobi indekse göre su kalitesi değerlendirmesi SLADECEK (1973)'e göre yapılmıştır.

## BULGULAR

Isparta Deresi'nde yapılan çalışmalar sonucunda sıcaklık, asit bağlama yeteneği ve karbonat sertliği değerleri her iki çalışma periyodunda da birbirlerine yakın değerlerde çıkmıştır. Bulanıklık ve toplam sertlik değerleri I. istasyonda her iki periyotta da birbirine yakın fakat II. ve III. istasyonlarda 2000-2001 periyodunda artış göstermiştir. E. C ve pH değerleri bütün istasyonlarda 1995-1996 dönemine göre 2000-2001 döneminde artış göstermiştir. Çözünmüş oksijen değerleri I. istasyonda birbirine yakın fakat II. ve III. istasyonlarda (2000-2001) azalma göstermiştir. Ortofosfat,  $\text{BOI}_5$ , amonyum azotu ve klorür değerleri I. istasyonda (2000-2001) azalma göstermiş II. ve III. istasyonlarda aynı dönemde artış göstermiştir. Nitrat azotu değerleri I. ve II. istasyonlarda birbirine yakın değerlerde belirlenmiş III. istasyonda ise azalma (2000-2001) kaydedilmiştir. Tablo 1'de Isparta Deresi'nin 1995-1996 ve 2000-2001 periyotlarında fizikokimyasal parametrelerinin yıllık ortalama değerleri verilmiştir.

**Tablo 1.** Isparta Deresi'nin istasyonlara göre fizikokimyasal parametrelerinin yıllık ortalama değerleri

Parametreler	1995-1996			2000-2001		
	I. ist.	II. ist.	III. ist.	I.ist.	II.ist.	III.ist.
Sıcaklık $^{\circ}$ C	10.50	16.00	16.2	8.98	16.40	15.86
Bul. NTU	4.85	56.75	55.7	5.10	74.54	99.15
pH	7.94	7.80	7.70	8.18	8.42	8.27
E.C. $\mu\text{mhos/cm}$	218	393	357	173.8	491.70	493.16
Ç. Oksijen mg $\text{O}_2/\text{l}$	9.89	8.15	8.32	9.65	7.34	7.71
$\text{BOI}_5$ mg/l	2.76	3.56	4.10	1.42	9.24	8.97
T.Sert. $^{\circ}$ dH	10.10	12.36	11.63	10.93	17.66	17.76
$\text{NH}_4\text{-N}$ mg/l	0.28	6.06	3.41	0.06	16.78	12.42
$\text{NO}_3\text{-N}$ mg/l	4.64	6.40	7.07	1.17	6.23	4.63
$\text{PO}_4\text{-P}$ mg/l	0.42	2.19	1.34	0.02	10.18	8.04
Klorür mg/l	9.18	31.76	18.96	3.48	38.79	33.65

Isparta Deresi'nde 1995-1996 tarihleri arasında yapılan çalışmalarda Bacillariophyta bölümüne ait 44 takson tespit edilmiştir. 2000-2001 tarihleri arasında yapılan çalışmada ise 43 takson tespit edilmiştir. Her iki araştırma döneminde de I. istasyonda en baskın takson

*A. lanceolata* olurken II. ve III. istasyonlarda bu taksonun yerini *N. palea* almıştır. *A. lanceolata* sadece III. istasyonda tespit edilmiş fakat birey sayısı oldukça düşük seviyelerde olmuştur. *N. palea* taksonuna I. istasyon da rastlanmıştır fakat birey sayıları çok düşük seviyelerde belirlenmiştir. Tablo 2.'de Isparta Deresi'nde 1995-1996 ve 2000-2001 periyotlarında tespit edilen diyatomeler ve sıklık değerleri gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Isparta Deresi'nde tespit edilen epilitik diyatomelerin listesi, istasyonlara göre dağılımı ve % sıklık değerleri

EPİLİTİK DIYATOMELER	İSTASYONLAR					
	2000-2001			1995-1996		
	I	II	III	I	II	III
<b>BACILLARIOPHYTA</b>						
<b>CENTRALES</b>						
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	33.3	-	-	33.3	-	-
<i>Melosira varians</i> C.A.Agardh	16.6	-	-	8.3	-	58.3
<b>PENNALES</b>						
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Brebisson) Grunow	100	-	-	100	-	-
<i>Amphora coffeaeformis</i> (C. A. Agardh) Kützing	41.6	-	-	16.6	-	25
<i>A. ovalis</i> Kützing	50	-	-	75	8.3	58.3
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	66.6	-	-	100	-	41.6
<i>C. placentula</i> Ehrenberg	-	-	66.6	41.6	-	50
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brebisson) W. Smith**	-	-	-	50	-	-
<i>C. solea</i> (Brebisson) W. Smith	-	-	8.3	-	-	25
<i>Cymbella affinis</i> Kützing**	-	-	-	75	-	-
<i>C. amphicephala</i> Naegeli	33.3	-	-	25	58.3	16.6
<i>C. angustata</i> (W. Smith) Cleve	-	-	-	16.6	8.3	8.3
<i>C. cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	41.6	-	-	50	41.6	25
<i>C. helvetica</i> Kützing	75	-	-	66.6	16.6	75
<i>C. minuta</i> Hilse ex Robenhorst f. <i>Latens</i> (Krasske) Reimer	33.3	-	-	16.6	-	66.6
<i>Diatoma hymalle</i> (Roth) Heiberg	33.3	-	-	33.3	-	-
<i>D. vulgare</i> Bory	100	-	-	83.3	8.3	50
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg var. <i>coronatum</i> (Ehrenberg) W.Smith**	-	-	-	-	8.3	-
<i>G. constrictum</i> Ehrenberg**	-	-	-	-	16.6	-
<i>G. longiceps</i> Ehrenberg	33.3	-	-	25	41.6	16.6
<i>G. olivaceum</i> (Lyngbye) Kützing	-	33.3	83.3	8.3	83.3	41.6
<i>G. parvulum</i> Kützing	-	83.3	83.3	-	-	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	25	-	-	33.3	8.3	25
<i>G. attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	25	-	-	50	-	16.6
<i>G. spencerii</i> (Quekett) Griffith et Henfrey*	33.3	-	-	-	-	-
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	-	16.6	33.3	-	-	16.6
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C. A. Agardh	8.3	-	-	66.6	-	-
<i>M. circulare</i> var. <i>constricta</i> (Ralf Van Heurck.	16.6	-	-	16.6	-	-
Syn: <i>Navicula accomoda</i> Hustedt*	-	66.6	58.3	-	-	-
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) D. G. Mann	-	-	-	-	-	-

## H. KALYONCU

<i>N. atomus</i> (Kützing) Grunow*	-	75	66.6	-	-	-
Syn: <i>N. cuspidata</i> Kütz** <i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D. G. Mann	-	-	-	41.6	25	83.3
<i>N. cryptocephala</i> Kützing	33.3	-	16.6	75	33.3	-
Syn: <i>N. gracilis</i> Ehrenberg <i>N. tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	100	-	-	100	75	91.6
Syn: <i>N. helvetica</i> Brun.* <i>N. gotlandica</i> Grunow ex Von Heurck	-	8.3	-	-	-	-
<i>N. hustedtii</i> Krasske*	8.3	-	-	-	-	-
<i>N. placentula</i> (Ehrenberg) Kützing**	-	-	-	33.3	-	-
<i>N. radiosa</i> Kützing*	33.3	-	-	-	-	-
<i>N. rynchocephala</i> Kützing	-	33.3	50	-	75	-
<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	16.6	-	-	33.3	-	-
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	16.6	-	33.3	-	25	50
Syn: <i>N. acuta</i> Hantzsch ex Cleve and Grunow* <i>Tryblionella acuta</i> (Cleve) D. G. Mann	-	16.6	-	-	-	-
<i>N. denticula</i> Grunow*	-	8.3	-	-	-	-
<i>N. filiformis</i> (W. Smith) Von Heurck*	8.3	-	-	-	-	-
<i>N. hantzschiana</i> Rabenhorst**	-	-	-	33.3	75	50
<i>N. linearis</i> W. Smith*	-	-	16.6	-	-	-
<i>N. microcephala</i> Grunow*	-	-	8.3	-	-	-
<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	-	100	100	25	100	100
<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	75	66.6	66.6	33.3	58.3	58.3
Syn: <i>N. tryblionella</i> Hantzsch <i>Tryblionella gracialis</i> W. Smith	25	-	-	25	-	33.3
Syn: <i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst** <i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	-	-	33.3
Syn: <i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kützing) Grunow** <i>R. abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	8.3
<i>Surirella ovalis</i> Brebisson**	-	-	-	8.3	-	8.3
<i>S. ovata</i> Kützing	8.3	8.3	16.6	8.3	8.3	8.3
<i>S. ovata</i> var. <i>pinnata</i> (W. Smith) Brun	16.6	-	16.6	8.3	8.3	8.3
Syn: <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg <i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	50	8.3	16.6	16.6	16.6	50

\* 2000-2001 periyodunda belirlenmiş fakat 1995-1996 periyodunda rastlanılmayan taksonlar

\*\* 1995-1996 periyodunda belirlenmiş fakat 2000-2001 periyodunda rastlanılmayan taksonlar

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma alanı olan Isparta Deresi'nde 1995-1996 periyodunda toplam 44 takson, 2000-2001 periyodunda 43 takson belirlenmiştir. Bacillariophyta bölümü içerisinde ise Pennales üyeleri Centrales üyelerine göre hem takson zenginliği hem de birey sayıları yönünden baskın durumdadır (Tablo 2). Epilitik alg toplulukları içerisinde Pennales üyelerinin baskınlığı diğer araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (YILDIZ 1984, YILDIZ 1987, YILDIZ & ÖZKIRAN 1994, KALYONCU vd. 2004). Pennales grubunda ise *Nitzschia* en fazla türle temsil edilen genus olmuştur. Hücre sayıları yönünden de oldukça dikkat çekicidir. II. ve III. istasyonlarda en baskın takson *Nitzschia* cinsidir. Bu taksonu *Navicula*,

*Cymbella* ve *Gomphonema* cinsleri takip etmiştir. YILDIZ & ÖZKIRAN (1991)'ın Kızılırmak'ta yaptıkları çalışmada ise *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymbella*, *Surirella*, *Gomphonema* ve *Pinnularia* cinslerine ait taksonların yoğun olarak gözleendiği belirtilmiştir.

Isparta Deresi'nde yapılan su kalitesi değerlendirmesinde 1995-1996 döneminde fizikokimyasal parametrelere göre 3 farklı su kalite seviyesi, epilitik diyatomelere göre yapılan değerlendirmede ise 2 farklı su kalite seviyesi belirlenmiştir. I. ve III. istasyonlarda fizikokimyasal verilere göre yapılan su kalitesi değerlendirmesi epilitik diyatomelere göre yapılan değerlendirmeden yarım basamak negatif yönde sapma göstermiştir. II. istasyonda ise her iki değerlendirme birbirini desteklemiştir. I. istasyon organik olarak kirlenmemiş (I) ve çok az kirlenmemiş (I-II) akarsu bölümüne dahil olurken, II. istasyon kritik derecede kirlenmiş (II-III) akarsu bölümü olarak belirlenmiştir. Bu derece kirliliğin artışı Isparta ilinden gelen atık suların akarsuya karışmasından kaynaklanmaktadır. III. istasyon fizikokimyasal verilere göre yapılan değerlendirmede yine organik olarak kritik derecede kirlenmiş (III) akarsu bölümüne dahil olurken, epilitik diyatomelere göre yapılan değerlendirmede organik olarak vasat derecede kirlenmiş (II) akarsu bölümüne dahil olmuştur. Bu sonuca göre bu istasyonda kirliliğin azaldığını söylenebilir. Fizikokimyasal verilere de bakıldığında değerlerin II. istasyona göre bu istasyonda az da olsa azaldığı görülmektedir.

2000-2001 döneminde yapılan çalışmada I. istasyon her iki değerlendirmeye göre de organik olarak kirlenmemiş (I) veya çok az kirlenmiş (I-II) akarsu bölümüne dahil edilmiştir. II. ve III. istasyonlar epilitik diyatomelere göre yarım basamak pozitif yönde sapma göstermiş ve her iki istasyonda organik olarak çok kirlenmiş (III) akarsu bölümüne dahil edilmiştir. Epilitik diyatomelere göre yapılan kalite sınıflandırmasında bu iki istasyon kritik derecede kirlenmiş (II-III) akarsu bölümüne dahil olmuştur.

Isparta Deresi'nde yapılan iki çalışma birbirleri ile karşılaştırıldığında, geçen zaman süreci içerisinde I. istasyonda kalite değişimi kaydedilmemiştir. II. istasyonda ise fizikokimyasal değişkenlere göre yarım basamak kötüleşme saptanırken epilitik diyatomelere göre aynı kalite sınıfında kalmıştır. Fakat tespit edilen saprobi indeks değeri 2000-2001 döneminde daha yüksektir. III. istasyonda hem fizikokimyasallara hem de diyatomelere göre yapılan değerlendirmede su kalitesinde yarım basamak kötüleşme tespit edilmiştir. Bu değerlendirmeye göre II. ve III. istasyonlarda ilk çalışma periyodundan ikinci çalışma periyoduna kadar geçen dönemde su kirliliği artmıştır. Isparta Deresi'nde istasyonlara göre belirlenen su kalite sınıfları ve çeşitlilik değerleri Tablo 3'te gösterilmiştir.

Epilitik diyatomelere göre yapılan çeşitlilik değerlendirmesinde 1995-1996 döneminde I. ve III. istasyonlarda daha yüksek çeşitlilik değerleri elde edilmiştir. II. istasyonda ise 2000-2001 ilk periyoda göre daha yüksek çeşitlilik gözlenmiştir. Her iki araştırma araştırma periyodunda da kirliliğin artış gösterdiği istasyonlarda çeşitlilik değerlerinin azaldığı belirlenmiş ve I. istasyonun en yüksek çeşitlilik değerlerine sahip olduğu saptanmıştır.

**Tablo 3.** Isparta Deresi'nde yapılan çalışmalarda istasyonlara göre belirlenen su kalite sınıfları ve çeşitlilik değerleri

İNDEKSLER	1995-1996			2000-2001		
	İstasyonlar					
	I	II	III	I	II	III
<b>Fizikokimyasal Parametrelere Göre Su Kalite Sınıfları</b>	I-II	II-III	II-III	I	III	III
<b>Saprobi index (Epilitik diyatomelere göre)</b>	1.47	2.33	2.13	1.46	2.69	2.69
<b>Su Kalite sınıfı</b>	I	II-III	II	I	II-III	II-III
<b>Çeşitlilik Değerleri</b>	15.5	1.58	12.22	7.57	3.21	4.43

Akarsuda kirlilik arttıkça çeşitlilik azalmıştır. II. istasyonda azalan çeşitlilik değerleri III. istasyonda artış göstermiştir. III. istasyonda 2000-2001 döneminde su kalitesindeki negatif yönde yarım basamaklık değişim çeşitlilik değerlerinin azalmasına sebebiyet vermiştir. Çeşitlilik değerlerindeki artış ve azalışlar su kalitesi sonuçlarıyla paralellik göstermiş ve bu sonuçları desteklemiştir. KATOH (1991, 1992) çeşitlilik indekslerinin akarsudaki su kalitesi değişimlerini ifade etmede saprobi indekslere göre daha zayıf olduğunu ifade etmektedir. GOMEZ (1998)'e göre çeşitlilik indisleri toksik bir etki olduğunda akarsularda meydana gelen değişiklikleri iyi yansıtmaktadır.

Isparta Deresi'nde bütün istasyonlarda epilitik diyatom yönünden bir türün yoğunluğundan bahsetmek mümkün değildir. Bu akarsudaki I. istasyonda *A. lanceolata* baskın olmasına rağmen II. ve III. istasyonlarda en baskın takson *N. palea* olmuş, II. ve III. istasyonlarda *A. lanceolata*'ya rastlanmamıştır. Temmuz ve ağustos aylarında akarsuya atık su karışımının olmaması II. ve III. istasyonlarda akarsuyun kendi kendini temizlemesinden dolayı su kalitesinde iyileşmeye neden olmuştur.

Sıklık değerleri yönünden organizmalara bakıldığında istasyonlara göre farklılıklar ortaya çıkmaktadır. I. istasyonda *A. lanceolata*, *N. gracilis*, *D. vulgare* ve *C. pediculus* her iki araştırma periyodunda da en sık rastlanılan taksonlar olmuş, 2000-2001'de bu taksonlara *Cymbella helvetica* dahil olmuştur. II. istasyonda bu organizmalardan hiçbirine araştırma süresi boyunca rastlanmamış veya rastlansa da 2-3 bireyle temsil edildiği belirlenmiştir. Bu organizmalar bu istasyona muhtemelen sürüklenme suretiyle gelmişlerdir. II. istasyonda sürekli bulunan taksonlar 1995-1996'da *N. palea*, *G. olivaceum*, *N. tripunctata*, 2000-2001'de *G. parvulum*, *N. palea*, *C. accomada* ve *N. atomus* türleridir. *N. tripunctata* türüne ise bu istasyonda rastlanmamıştır. III. istasyonda 2000-2001 araştırma periyodunda II. istasyonla benzerlik vardır. Sürekli bulunan organizmalar *N. palea*, *C. accomada* ve *G. parvulum* taksonlarıdır. Fakat 1995-1996 araştırma periyodunda taksonlar farklılık göstermiş, en sık rastlanılan taksonlar *C. helvetica*, *N. cuspidata*, *N. tripunctata* ve *N. palea* olmuştur.



BARLAS (1988)'a göre organizmaların baskınlıklarında iniş çıkışlar olsa bile bir çok diyatom türünün sabrobi sınırları içinde değişmeden iyi bir büyüme göstereceği ve hatta kirliliğin artması halinde bile bazı türlerin çoğalabileceğini açıklamıştır.

Su sıcaklığı ile epilitik diyatomeler arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Fakat özellikle yağışların bol olduğu ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde, yağmurlu günlerde oluşan seller bu pozitif ilişkiyi negatif yönde etkilemekte, diyatomelerin bağlı bulunduğu taşlar sel suları ile birlikte akarsu boyunca taşınmaktadır. Arazinin meyilli olması bu etkiyi arttırmakta ve taşlar üzerinde bağlı olarak yaşayan diyatomelerin kazınmasına sebep olmaktadır. Akarsuyun debisinin azalması diyatom gelişimini pozitif yönde etkilemiştir. Kirleticilerin artışı hoşgörüsü geniş olan organizmaların baskın olmasına, hoşgörüsü dar olan taksonların ise ortamdaki yok olmasına sebebiyet vermektedir. Konu ile ilgili çeşitli araştırmalarda da benzeri açıklamalar bulunmaktadır (LANGE-BERTALOT 1979a, b, STEINBERG & SCHIEFELE 1988, COX 1996, ELORANTE & ANDERSEN 1998).

Kirliliğin arttığı bölgelerde hoşgörüsü yüksek organizmaların iyi gelişim gösterdiği II. ve III. istasyonlarda açıkça görülmektedir. *N. palea* bu iki istasyonda diğer organizmalara göre oldukça iyi bir populasyon oluşturmuştur. Temmuz ve ağustos aylarında atıksuların akarsuya karışımının durması sebebiyle epilitik diyatom florasında değişim kaydedilmiştir. Toleransı daha az olan taksonlar bu aylarda gözlenebilmişler ve *N. palea*'nın hücre sayılarında büyük azalmalar belirlenmiştir.

Isparta Deresi'nde epilitik diyatomelere göre yapılan su kalitesi sonuçları fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre yapılan su kalitesi değerlendirmesinden yarım basamak iyi yönde sapma göstermiştir. Fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre yapılan su kalitesi değerlendirmesi anlık kirliliği göstermesine rağmen epilitik diyatomelere göre yapılan su kalitesi tayini orta vadedeki kirlenmeyi ifade etmektedir (BARLAS 1995). Diyatomelere göre yapılan su kalitesi tayinleri fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre yarım basamak sapma gösterebilir (BARLAS 1988, KALYONCU vd. 2004).

Bu çalışma sonucunda saprobi indeksin ülkemizde kullanılabileceğini ve doğru sonuçlar verebildiğini söyleyebiliriz. Ayrıca Isparta Deresi'nde yapılan çeşitlilik değerlendirmesine göre su kalitesindeki değişimler organizmaları etkilemiş kirlilik arttığında çeşitlilik azalmış, kirlilik azaldığında ise çeşitlilik artmıştır. Bu çalışma sonunda Isparta Deresi'nde kirliliğin her geçen yıl arttığı görülmektedir. Eğer önlem alınmazsa hem çevre sağlığı hem de beslemekte olduğu Karacaören I Baraj gölü açısından tehdit oluşturmaktadır. Bu akarsuyun bir an önce ıslahı gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

ANONİM 1981. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Su Analiz Metotları, Ankara.

- BARLAS M, 1988. Limnologische Untersuchungen an der Fulda unter besonderer Berücksichtigung der Fischparasiten, ihrer Wirtsspektren un der Wassergüte. Ph.D. Thesis. Universität Kassel, Deutschland. pp. 138.
- BARLAS M, 1995. Akarsu Kirilenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. Su Ürünleri Kongresi, Doğu Anadolu Bölgesi I. (1993) ve II. (1995) Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum, 465-479.
- COX EJ, 1996. *Identification of Freshwater Diatoms from Live Material*. Chapman & Hall. London, Melbourne, Madras. pp. 158.
- DESCY JP, COSTE, M., 1990. *Utilisation des diatomees benthiques pour l'evaluation de la qualite des eaux courantes*. Contrat CEE B-71-23. Raport final. Cemagref.
- DIXIT SS, SMOL, J.P., KINGSTON J.C., 1992. Diatoms: Powerful Indicators of Environmental Change. *Environment Science Tecnology*, 26, 23-32.
- ELORANTE P, ANDERSSON K, 1998. Diatom indices in water quality monitoring of some South-Finnish rivers. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 26, 1213-1215.
- GERMAIN H, 1981. *Flora Des Diyatomees Diyatomophycees*. Societe nouvelle Des Editions Boubee, Paris. pp. 444.
- GOMEZ N, 1998. Use of epipellic diatoms for evaluation of water quality in Mantanza-Riachuelo (Argentina), a pampean plain river. *Water Research*, 32, 2029-2034.
- HUSTEDT F, 1930. Bacillariophyta (Diyatomeae). In: *Die Süßwasser Flora Mitteleuropas*. Hrsg. A. Pascher. 2. Aufl., Heft 10. Fischer, Jena. pp. 1-466.
- KLEE O, 1991. *Angewandte Hydrobiologie*.- G. Theieme Verlag, 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart-New York. pp. 272.
- KALYONCU H, BARLAS M, 1997. Isparta deresinde yoğun olarak belirlenen epilitik diatomların su kalitesine bağlı olarak mevsimsel değişimleri. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. 17-19 Eylül 1997. Eğirdir/Isparta, pp. 310-324.
- KALYONCU H, BARLAS M, ERTAN ÖO, GÜLBOY H, 2004. Ağlasun Deresi'nin Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Alglere Göre Belirlenmesi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2, 7.
- KALYONCU H, BARLAS M, 2006. Aksu Çayının Su kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik Yönden İncelenmesi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, 26-30 Haziran Kuşadası/Aydın.
- KATOH K, 1991. Spatial and seasonal variation of diatom assemblages composition in a partly polluted river. *Japan Journal of Limnology*, 52, 229-239.
- KATOH K, 1992. A comparative study on some ecological methods of evaluation of water pollution. *Environmental Science*, 5, 91-98.
- KOCATAŞ A, 1994. *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi ders kitapları serisi No:142. İkinci baskı. Bornova/İzmir, 272-275.
- KRAMMER K, LANGE-BERTALOT H, 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D. (Eds.) *Süßwasser flora von Mitteleuropa*, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York. pp. 1-876.
- KRAMMER K, LANGE-BERTALOT H, 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. &

- MOLLENHAUER D. (Eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena, pp. 1-596.
- KRAMMER K, LANGE-BERTALOT H, 1991a. *Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D. (Eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena, 1-576 pp.
- KRAMMER K, LANGE-BERTALOT H, 1991b. *Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4*. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D. (Eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena, 1-437 pp.
- LANGE-BERTALOT H, 1978. Diatomeen-Differentzialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. *Archive Hydrobiologia*, Suppl. 51. *Algological Studies*, 21, 393-427.
- LANGE-BERTALOT H, 1979 a. Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung. *Archive Hydrobiologia*, Suppl. 56 *Algological Studies* 23, 184-219.
- LANGE-BERTALOT H, 1979 b. Pollution Tolerance of Diatoms as a Criterion Water Quality Estimation. *Nova Hedwigia*, Beiheft. 64, 285-303.
- LANGE-BERTALOT H, 1980. Kieselalgen als Indikatoren der Gewässerqualität. Insbesondere bei hoher kommunaler und industrieller Belastung in Main und Rhein. *Courier Forschungsthemen-institu Senckenberg*, 41, 97-110.
- LOWE RL, PAN Y, 1996. Benthic Algal Communities as Biological Monitors. In: STEVENSON R.J., Bothwell M.L. & LOWE R.L. (Eds.) *Algal Ecology Freshwaters Benthic Ecosystems*. Academic Press, San Diego, pp. 705-739.
- PATRICK R, REIMER CW, 1966. *The Diatoms of the United States, Volum: I*. Academic Science, Phyladelphia. pp. 688.
- PATRICK R, REIMER CW, 1975. *The Diatoms of the United States, Volum: II*. Academic Science, Phyladelphia, pp. 213.
- RAUND FE, 1993. A Review and Methods for The Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitorin Changes in River Water Quality. *Methods for the Examination of Waters and Associated Materials*. HMSO, London.
- SABATER S, ARMENGOL J, COMAS E, SABATER F, URRIZALQUI I, URRUTIA I, 2000. Algal Biomass in a disturbed Atlantic river: water quality relationships and environmental implications. *The Science of the Total Environment*, 263,185-195.
- SLADECEK V, 1973. System of Water Quality from the Biological point of View. *Archive Hydrobiologia*, 7, 1-218.
- SONNEMAN JA, WALSH JC, SHARPE AK, BREEN FP, 2001. Effects of Urbanization on Streams of The Melbourne Region, Victoria, Australia. II. Benthic Diatom Communities. *Freshwater Biology*, 46, 553-565.
- STEINBERG C, SCHIEFELE S, 1988. Biological Indication of Trophy and Pollution of Running Waters. 2. *Wasser-Abwasser- Forschungsthemen*, 21, 227-234.

- YILDIZ K, 1984. Meram ayı Alg Toplulukları zerine Araştırmalar, Kısım II- taş ve eřitli bitkiler üzerinde yaşayan alg topluluğu. *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 3, 218-222.
- YILDIZ K, 1987. Diatoms of the Porsuk River, Turkey. *Doęa Turkish Journal of Biology*, 11, 162-182.
- YILDIZ K, ÖZKIRAN , 1991. Kızılırmak Nehri Diyatomeleleri. *Doęa Turkish Journal of Biology*, 15, 166-188.
- YILDIZ K, ÖZKIRAN , 1994. ubuk ayı diyatomeleleri. *Doęa Turkish Journal of Biology*, 18, 313-329.