



BÜYÜK MENDERES NEHRİNDEKİ BAZI KİRLLETİCİ PARAMETRELERİN AYLIK VE MEVSİMSEL OLARAK DEĞİŞİMİ

***Bülent OKUR, ** Hüseyin YENER, *Nur OKUR, *Eşref İRGET**

*Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 35100/Bornova/İzmir

**Celal Bayar Üniversitesi, Alaşehir Meslek Yüksek Okulu, Alaşehir/Manisa

Geliş Tarihi : 09 .09 .2000

ÖZET

Bu araştırmanın amacı Büyük Menderes nehrindeki kirliliğin boyutlarını aylık ve mevsimsel olarak ortaya koymaktır. Nehrin ayrımlı 13 noktasından her ay alınan su örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler ile iz element ve ağır metal içerikleri, N fraksiyonları ve toplam fosfor analiz edilmiştir. Sonuçlar sulama sularına ait ölçüt veriler ile karşılaştırılmıştır. Analiz verilerine göre nehir suları aydan aya değişiklikler gösterirken, bazı örnek alma noktaları hemen hemen tüm yıl boyunca yüksek bir kirlilik göstermiştir. Suda eriyebilir toplam katı madde içeriği genelde tüm aylar dikkate alındığında 100 mg/l' den fazla saptanmıştır. Nehir suların pH değerleri özellikle Aydın ili civarında 9.00'un altına düşmemiştir. Suların elektriksel geçirgenlik değeri 1 ve 2 no'lu örnekler dışında genelde yüksek olarak analiz edilmiştir. Nehir sularından 4, 5, 6, 7 ve 8 no'lu örnekleme yerleri Bor elementi yönünden, büyük risk taşımaktadırlar. Nehir sularında Fe, Cu, Pb, Cr ve Al ölçüt verilerinin altında analiz edilirken, Zn, Mn ve Co kirlilik düzeyine ulaşmışlardır. Büyük Menderes nehrinde yoğun bir amonyak ve nitrit kirliliği saptanmıştır. Suların NO₃-N'u içerikleri 1.5-93 mg/l arasında ve maksimum olarak da 7 no'lu örnekte belirlenmiştir. Fosfor değerleri nehir sularında Aydın il çıkışına ait 13 numaralı örnekte maksimum olarak analiz edilirken bu örneğin N/P oranı da hızla 10'un altına inmiştir. Endüstriyel ve evsel atıkların deşarj edildiği Büyük Menderes nehri yakın bir gelecekte bu kir yükünü daha fazla tolere edemeyecektir. Bu nedenle henüz ağır metallerce pek fazla kirlenmemiş olan ancak yüksek düzeylerde N, P ve eriyebilir tuzları içeren nehir için arıtma önlemleri acilen alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler : Büyük Menderes nehri, Su kirliliği parametreleri

MONTHLY AND SEASONAL VARIATION OF SOME POLLUTION PARAMETERS OF BÜYÜK MENDERES RIVER

ABSTRACT

The aim of this research was to determine dimension of the pollution of Büyük Menderes river on monthly and seasonal basis. Water samples were collected throughout a year from 13 different points and every 40 km of river and were analysed for some physical and chemical parameters, trace elements and heavy metals, nitrogen fractions and total phosphorus. Results belong to the river waters varied by month by, but some sample points showed high pollution levels for different parameters in almost all months. Industrial and domestic waste waters in its environment discharged into Büyük Menderes river and it could not tolerate this pollution load in a near future. For this reason, Büyük Menderes river which was not yet pollution by heavy metals but contains the high levels of N, P and total salts can be regained by taking simple purification and discharge methods.

Key Words : Büyük Menderes river, Water pollution parameters

1. GİRİŞ

Çevresindeki evsel ve endüstriyel atıkların, istenmeyen maddelerin çeşitli yollarla alıcı ortamlara ulaşması bu ortamların kirlenmesine yol açmaktadır. Bu ortamlar akarsu veya nehirler gibi akıp giden ve beraberindeki bu kir yüklerini taşıyan ortamlar olduklarından, bunların ulaştıkları yerlerde de sorunlar başlamaktadır. Özellikle su gibi homojen ortamlar çok çabuk kirlenmekte, kirlilik kaynağının kesilmesi halinde ise kolaylıkla kendilerini temizleyebilmektedirler. İnsanoğlu için hayati önem taşıyan su, insan vücudunun % 75'ini oluşturmaktadır. Hayvanlar ve bitkilerin yaşamı için de çok gerekli olan bu madde endüstri ve ekonomik aktiviteler için de mutlaka olmalıdır (Dhaimat, 1997). Büyük Menderes nehri doğduğu yerden döküldüğü yere kadar yerleşim birimlerinin içinden geçmekte ve çoğu yerde ise çevresindeki endüstriyel kuruluşlara ait atıkların alıcısı konumundadır. Sadece Ege bölgesinin değil ülkemizin güçlü bir endüstri alanı olan Büyük Menderes havzası, Büyük Menderes nehri için bir talihsizliktir. Havzaya hayat veren bu 560 km'lik nehir, yan kollarına ve doğrudan kendisine ulaşan her cinsten atık nedeniyle bugün açık bir kanalizasyon haline gelmiştir. Toprak, su ve havaya verilen çeşitli kirlenici doğrudan veya dolaylı yollarla canlı sağlığını da etkilemektedirler. Bu

araştırmada Büyük Menderes nehrinin başlangıç noktasından döküldüğü yere yakın Bodrum-Didim-Söke yol kavşağındaki noktaya kadar olan 13 ayrımlı yerden su örnekleri bir yıl boyunca her ay aynı tarihlerde olacak şekilde alınmış ve analiz edilmiştir. Böylece nehrin hem kirlenme boyutları belirlenirken hem de bölgedeki tarımsal aktivitelerle nehir suyunun yapacağı etkiler irdelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2. 1. Materyal

Araştırmanın amacı Büyük Menderes nehrinin, çevresinde bulunan endüstri merkezleri, yerleşim alanları ve tarım topraklarından çeşitli yollarla Büyük Menderes nehrine taşınan kirlenici parametrelerin aylık ve mevsimsel olarak değişimini ortaya çıkararak, nehir suyunun sulama amaçlı kalitesini belirlemektir.

Bu amaçla Büyük Menderes nehrinin başlangıcından itibaren döküldüğü yer olan Didim'e kadar Büyük Menderes nehrini temsil eden ayrımlı 13 noktadan su örnekleri 1997 Temmuz ayından başlamak üzere bir yıl süreyle her ay alınmıştır. Su örneklerinin alındığı yerler Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Su Örneklerinin Alındığı Yerler

Su Örneği No	Alındığı Yer
1	Ahmetli Köyü, Buldan barajından gelen su
2	Osman Akça-Menderes tekstil İşletmesi yanındaki köprü
3	Sarayköy Jeotermal tesisleri hizasında, Büyük Menderes nehri
4	Aydın il sınırı girişi, Büyük Menderes nehri
5	Buharkent tren İstasyonu yanı, Büyük Menderes nehri
6	Azizabat köy yolunun Büyük Menderes nehrini kestiği yer, Kuyucak
7	Nazilli Bozdoğan yolunun Büyük Menderes nehrini kestiği yer, Nazilli
8	Salavatlı köy yolu girişinden 1 km sonra, Büyük Menderes nehri, Sultanhisar, Aydın
9	Aydın-Çine yolunun Büyük Menderes nehrini kestiği yer, Aydın
10	Koçarlı-İncirliova yolunun Büyük Menderes nehrini kestiği yer, Aydın
11	Koçarlı-Söke yolu, Burunköy, Büyük Menderes nehri, Söke
12	Sarıkemir Beldesi içinde, Büyük Menderes nehri, Söke
13	Söke-Milas-Bodrum yolu, Bodrum yol ayrımı, Büyük Menderes köprüsü

2. 2. Yöntem

Usülüne uygun olarak alınan su örnekleri analizlerinin bitimine kadar laboratuvarında +4 °C'de korunmuştur. İz element ve ağır metal analizleri için sular pH'ları 2'ye düşürülerek saklanmıştır (Anon., 1983).

Suların fiziksel ve kimyasal analizleri uluslararası literatürlere dayalı yöntemlerle analiz edilmiştir (Anon., 1954; Baron, 1954; Riehm, 1957; Navone, 1964; Merck, 1980; Anon., 1981 ve Anon., 1983b).

Örneklere ait iz element ve ağır metal içerikleri ise AAS cihazı yardımıyla okunmuştur (Slavin, 1968).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3. 1. Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Büyük Menderes nehrinin başlangıcından döküldüğü yere kadar 13 ayrımlı noktadan bir yıl boyunca

alınan su örneklerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Su örneklerinde fiziksel analizler içerisinde yapılan buharlaştırma kalıntısına ait analiz sonuçları; bir yıl

boyunca tüm aylar dikkate alındığında 465-9718 mg/l sınırları arasında bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Büyük Menderes Nehrinden 13 Noktadan Alınan Su Örneklerine Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Verilerinin Aylara Göre Minimum ve Maksimum Değerleri

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
pH	7.24-9.82	7.08-9.49	7.33-9.56	7.75-9.39	7.53-9.16	7.65-9.13
ECx10 ⁶ (µmhos/cm)	700-4400	735-3850	895-3900	820-4650	1030-9800	790-5050
Na ⁺ (me/l)	3.48-27.39	3.16-21.76	3.91-20.39	3.22-23.04	3.39-39.13	2.83-21.65
K ⁺ (me/l)	0.10- 3.85	0.07- 3.51	0.10- 3.85	0.13- 3.33	0.13- 6.15	0.05-5.59
Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺ (me/l)	4.00-12.44	4.53-16.68	3.70-18.30	6.40-19.50	7.28-50.40	5.88-19.60
Top. Katyon (me/l)	7.66-43.68	7.78-41.95	8.36-42.54	9.83-44.98	10.82-95.68	8.84-46.84
Cl ⁻ (me/l)	3.45-24.89	3.20-21.64	3.48-22.96	2.98-24.16	1.99-38.13	3.17-18.22
SO ₄ ⁻ (me/l)	0.66- 3.74	0.20- 4.85	0.99- 5.15	1.08- 7.74	2.79-14.75	1.10-10.19
CO ₃ ⁻ (me/l)	eser-3.10	eser-1.00	eser-2.00	eser-1.10	eser-1.40	eser-4.20
HCO ₃ ⁻ (me/l)	3.20-12.05	3.86-16.80	3.20-15.00	4.80-19.10	5.40-39.50	3.70-14.80
Top. Anyon (me/l)	7.96-43.78	7.26-43.29	9.33-42.31	8.92-47.60	10.48-92.38	7.97-43.21
RSC	0.14- 2.26	0.10- 1.60	0.8 - 7.30	0.50- 6.70	1.40-10.90	0.60-7.40
SAR	2.07-10.98	1.79- 7.53	2.06- 6.74	1.66- 7.38	1.67-7.79	1.65-6.92
SSP	33.44-62.71	27.47-51.87	28-92.53.59	26.85-51.22	26.00-43.09	28.23-46.22
Buh. Kal. (mg/l)	474-4433	465-4514	625-9718	947-12739	1013-8078	719-6157
EKM (mg/l)	422-3952	445-4102	196-4126	566-6050	856-7799	497-4285

Aylar	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
pH	7.51-9.55	7.83-9.49	6.95- 9.89	7.12- 9.53	7.58- 9.42	7.57- 9.31
ECx10 ⁶ (µmhos/cm)	1200-5750	950-4450	1250-5400	450-2850	750-3150	750-2900
Na ⁺ (me/l)	2.55-25.50	2.82-20.06	3.19-27.46	1.64-10.27	3.31-12.76	2.98-13.28
K ⁺ (me/l)	0.03- 4.00	0.08- 3.97	0.12- 2.80	0.13- 2.06	0.13- 2.11	0.12- 2.16
Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺ (me/l)	9.10-27.30	4.58-20.49	7.71-26.41	1.97-15.26	4.03-16.32	4.88-14.70
Top. Katyon (me/l)	12.55-56.80	8.89-43.13	12.01-56.67	4.42-27.59	7.60-31.19	8.08-30.14
Cl ⁻ (me/l)	4.40-23.19	2.20-20.57	4.15-24.58	2.16-12.04	2.71-13.59	2.59-12.48
SO ₄ ⁻ (me/l)	2.30-17.45	1.00-12.61	1.99-11.64	0.25- 3.94	1.08- 4.28	0.20-3.15
CO ₃ ⁻ (me/l)	eser-6.20	eser-4.70	eser-3.70	eser-3.10	eser-0.80	eser-0.50
HCO ₃ ⁻ (me/l)	5.80-15.80	3.52-13.80	5.03-16.72	1.60-12.88	3.68-13.28	3.16-14.48
Top. Anyon (me/l)	12.60-56.44	9.06-42.90	12.48-52.94	4.32-28.86	7.57-31.95	7.08-30.61
RSC	2.50- 7.40	0.32- 6.04	0.73- 5.99	0.16- 5.07	0.27- 4.65	0.12- 2.82
SAR	1.03- 6.90	1.14- 6.59	1.29- 7.56	0.84- 3.72	2.19- 4.47	1.91- 4.90
SSP	16.86-50.91	18.58-51.69	20.47-48.46	14.05-52.49	34.57-52.52	32.35-44.18
Buh. Kal. (mg/l)	537-3835	584-3952	971-4408	926-4548	1015-4140	914-3598
EKM (mg/l)	261-3726	252-3654	353-4072	295-3584	412-3216	324-3594

Saatçi ve ark. (1988a) Melez çayında yaptıkları bir çalışmada bu değeri 530-2880 mg/l, İzmir ili ve civarındaki kirli su kaynaklarında ise eser - 9660 mg/l arasında (Saatçi ve ark., 1988b) analiz etmişlerdir. Gediz nehri sularındaki kirliliği inceleyen araştırmacılar Altınbaş ve ark. (1994) buharlaştırma kalıntısını 111-2477 mg/l; Okur ve ark. (1997) ise 193-3436 mg/l sınırları arasında saptamışlardır. Su içerisinde bulunan toplam erimiş katı maddeler ile süspanse maddelerin toplam konsantrasyonu olan buharlaştırma kalıntısı, Büyük Menderes nehri sularında Mart ayında ve 7 no'lu örnekleme yeri olan Nazilli Bozdoğan köprüsünde maksimum düzeyde elde edilmiştir.

Su örneklerinin erimiş katı maddeler içeriği aylar itibarı ile 196 - 7799 mg/l sınırları arasında saptanmıştır. En yüksek erimiş katı madde içeriği Mayıs ayında, en düşük erimiş katı madde içeriği ise Mart ayında belirlenmiştir. Erimiş katı madde içeriği

100 mg/l'yi aşan suların özellikle damla sulama sistemlerinde kullanılması sistemde tıkanma sorunları yaratacağından önerilmemektedir (Ayers and Wescot, 1989).

Büyük Menderes nehrine ait ayrımlı yerlerden yapılan örnekleme bir yıl boyunca erimiş katı madde içeriklerinin 100 mg/l'lik ölçüt veriye inmediği ve sürekli bu değerin üzerinde olduğu analiz edilmiştir.

Büyük Menderes nehrindeki su örneklerinin pH değerleri maksimum 9.89 düzeyine ulaşmıştır (6.95-9.89). Özellikle 4 no'lu örnekleme yeri olan Aydın il sınırı girişinde pH değeri sürekli 9.00'un üzerinde bulunmuştur.

Büyük Menderes nehrinden alınan örneklere ait elektriksel geçirgenlik (ECx10⁶) değerleri 450- 9800 µmhos/cm gibi çok geniş sınırlar arasında

değişmektedir. Minimum elektriksel geçirgenlik değeri Ekim ayında ve Büyük Menderes nehrinin başlangıç noktası olan 4 no'lu örnekte belirlenirken, maksimum elektriksel geçirgenlik Mayıs ayında ve Büyük Menderes nehrinin tüm kir yükünü aldığı 13 no'lu örnekleme noktasında saptanmıştır. Aydın il sınırı girişindeki 4 no'lu örnekleme yeri elektriksel geçirgenlik bakımından da sürekli aşırı düzeylerde tuzlu olarak analiz edilmiştir. Nehir geneli orta ve aşırı derecede tuzlu, az sodyumlu sular niteliğindedir. Nehir, bu konumu itibarıyla genellikle 1 no'lu, bazı aylarda ise 2 no'lu örnek dışında aşırı tuz yükü nedeniyle sulama açısından risk taşımaktadır (Anon., 1954). Bütün yıl boyunca tuzlu konumda akan Büyük Menderes nehri, çevresinde suladığı ve özellikle ağır bünyeli olan topraklarda tuz birikimine yol açarak bitkisel üretimde verimin azalmasına neden olacaktır.

Nehir sularının elektriksel geçirgenlik düzeylerine paralel olarak sodyum element içeriği de artış ve azalışlar göstermekte 1.64-39.13 me/l sınırları arasında değişmektedir. Potasyum içeriği yönünden sulama sularında herhangi bir sorun bulunmamaktadır. Nehir sularının kalsiyum+magnezyum (Ca+Mg) içerikleri 1.97- 50.40 me/l sınırları arasında analiz edilmiştir. Katyonların dominantlık sırası $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^{+} > K^{+}$ şeklindedir.

Nehir sularında analiz edilen anyonlardan ise klor (Cl^{-}) 1.99 - 38.13 me/l ile ilk sırada, bikarbonat (HCO_3^{-}) 1.60 - 39.5 me/l ile ikinci sıradadır. Bunları sülfat (SO_4^{--}) 0.20 - 14.75 me/l ile izlerken karbonat (CO_3^{--}) genellikle iz düzeylerde analiz edilmiştir. Okur ve ark. (1997) da Gediz nehrini 1 yıl boyunca inceledikleri çalışmalarında anyonlardan HCO_3^{-} 'ı Gediz nehrinde başat olarak belirlemişlerdir ve bunu Cl^{-} ve SO_4^{--} izlemiştir.

Büyük Menderes nehrinde ise Ca ve Mg'un klorürleri ile NaCl, $NaHCO_3$ ve Na_2SO_4 tuzları asıl bileşenler olarak belirlenmiştir.

3. 2. Su Örneklerinin İz Element ve Ağır Metal Analiz Sonuçları

Büyük Menderes nehrinin başlangıç noktasına yakın olan Buldan barajından başlayarak döküldüğü yerin yakınındaki Söke-Milas-Bodrum yol ayırımından olmak üzere 13 ayrımlı noktadan bir yıl boyunca her ay su örnekleri alınmış ve Bor (B) dahil iz element ve ağır metal içerikleri analiz edilmiştir (Tablo 3). Nehir yıl boyunca eser - 6.2 mg/l arasında değişen B düzeylerine sahip olmuştur. Özellikle 4 no'lu Aydın il sınırında yapılan örneklemede suların bor içeriği oldukça yüksek düzeylerde analiz edilirken bunu 5 no'lu örnekleme noktası izlemiştir.

Oysa, Altınbaş ve ark. (1994;1997) yıllarında yaptıkları çalışmalarda Gediz nehri ve Büyük Menderes ile yan kollarında maksimum bor düzeyini 2.80 olarak bulmuşlardır. Büyük Menderes nehrinde bazı noktalarda artan Bor konsantrasyonu özellikle o yörelerde nehirden su çekerek üretim yapan bölge çiftçileri için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Büyük Menderes nehri ve yan kolları günümüzde artık bir çok noktada biyodinamik döngüyü yitirmiş, nehre karışan evsel ve endüstriyel deşarjlar nedeniyle ekolojik denge bozulmuştur.

Büyük Menderes nehrine ait suların iz element ve ağır metal içerikleri 1 yıl boyunca 13 farklı noktadan alınan örnekler ile izlenmiş ve veriler Tablo 3'de verilmiştir. Su örneklerinde demir (Fe) 0.005 - 0.040 mg/l arasında analiz edilmiştir. Sulama amaçlı sulara demir için izin verilen ölçüt veri 5.0 mg/l'dir. Buna göre Büyük Menderes nehrinde Fe bakımından herhangi bir kirlenme söz konusu değildir (Anon., 1984).

Nehir sularının bakır (Cu) içeriği yıl boyunca 0.001 - 0.100 mg/l arasında belirlenmiştir. Bakır elementi için sulama amaçlı sulara maksimum ölçüt veri 0.2 mg/l dikkate alındığında nehrinde şu an için kirlilik olmadığı söylenebilir. Ancak çoğu bitkiler sudaki 0.1-1.0 mg/l bakırdan zarar görmekte ve yetiştirememektedirler (Pratt, 1972).

Çinko (Zn), B. Menderes' de 0.002-0.310 mg/l arasında belirlenmiştir. Özellikle yaz aylarında nehrinde artan ağır metal kirliliği Zn için de Haziran ayında ve 3 no'lu örnekleme yeri olan Sarayköy Jeotermal tesisleri civarından geçen noktada belirlenmiştir. Sulara balıklar için 0.15-0.30 mg/l çinkonun olması üst sınır değerler iken, sulama amaçlı sulara bu değer 0.5 mg/l'dir. Bu değerler dikkate alındığında nehir sularında Zn bakımından da kirlenme analiz edilmemiştir.

Nehir sularında mangan (Mn) eser - 0.71 mg/l değerleri arasında belirlenmiştir. Sulama amaçlı sulara ölçüt verisi 0.20 mg/l olan bu element Büyük Menderes nehrinden alınan örnek noktalarının tümü dikkate alındığında, Ocak ve Şubat aylarında 1 ve 2 no'lu örnekleme yeri olan Ahmetli köyü ve Osman Akça tekstil fabrikası yanı Büyük Menderes köprüsünde maksimum düzeylerde analiz edilmiştir. Nehir suları Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında yani yılın 8 ayı boyunca Mn bakımından kirlenmiş durumdadır. Özellikle asit pH'lı topraklarda çoğu bitkilere zehir etkisi olan Mn, düşük düzeylerde toprakta bulunması istenen bir elementtir.

Su örneklerinin kobalt (Co) içerikleri de analiz edilmiş ve eser - 0.190 mg/l değerleri arasında

bulunmuştur. Sulama amaçlı sularda Co için izin verilen en üst değer 0.05 mg/l' dir (Anon., 1984). Özellikle alaşım, vernik ve boya endüstrisinde kullanılan Co, B. Menderes'de Mart, Nisan ve Mayıs aylarında sınır değerleri aşarken en yoğun kobalt 13 no' lu, B. Menderes' in tüm kir yükünü aldığı Söke-Milas yol ayrımındaki noktasında analiz edilmiştir. Gediz nehrinin 1 yıllık analiz verileri incelendiğinde nehirdeki Co içeriği eser - 0.097 mg/l arasında (Okur ve ark., 1997), Büyük Menderes nehrinde ise eser - 0.02 mg/l arasında saptanmıştır (Altınbaş ve ark., 1997).

Periyodik cetvelin IV grubuna ait kurşun (Pb) elementi akü, pil, metal ve kimya sektöründe yoğun kullanılmaktadır. Anon., (1984)'ca sulama sularında maksimum 5 mg/l kadar bulunması arzu edilen bu element S, N ve O atomları içeren organik materyaller ile kuvvetli şelat oluşturmaktadır. Mikrobiyal büyüme ortamları ile de sıkıca bağ yapan Pb elementi bu gibi ortamlarda $Cd (+2) > Cu (+2) > Pb (+2) > Hg (+2)$ sırasını izleyerek bulunmaktadır (Moore and Ramamoorthy, 1984). Büyük Menderes nehrinde 1 yıl boyunca yapılan örneklemelerde Pb; eser - 0.215 mg/l sınırları arasında ve ölçüt verinin altında analiz edilmiştir. Okur ve ark. (1997), Gediz nehrinde yine 1 yıl boyunca yaptıkları analizlerde ölçüt değeri aşan Pb derişimine rastlamamışlardır.

Sulama sularında en üst miktarı 0.10 mg/l olarak bulunması gereken krom (Cr), Okur ve ark. (1997)'nin yaptığı çalışmada Gediz nehri sularından alınan örneklerin ~% 15'inde bu ölçüt veriyi aşmıştır. Nehirlerde genellikle katı faz şeklinde taşınan Cr elementi (Shunman and Dempsey, 1977),

Iowa nehrinde bu şekilde % 36-51, Amazon nehrinde ise % 85 düzeylerinde eser - 0.028 mg/l sınırları arasında ve Anon., (1984)'ca verilen 0.10 mg/l' lik ölçüt verinin altında saptanmıştır. Altınbaş ve ark. (1994 ve 1997)'da Büyük Menderes nehrinde Cr kirliliği belirlelenmiştir.

Bir diğer ağır metal olan kadmiyum (Cd) nehir sularında eser - 0.023 mg/l olarak analiz edilmiştir. Anon., (1984) tarafından sulama amaçlı sularda Cd için izin verilebilir üst sınır 0.01 mg/l, Anon., (1988)'de yayınlanan kıta içi su kaynaklarına göre de aynı veri üst sınır olarak kabul edildiğinde Ocak ve Şubat aylarında 4 no'lu (Sarayköy ilçe merkezi girişindeki Menderes tekstil işletmesi yakınındaki Büyük Menderes köprüsü), Nisan ve Mayıs aylarında ise 13 no' lu örnekleme yeri olan Söke-Didim-Bodrum yol ayrımındaki Büyük Menderes köprüsünden alınan su örneklerinde Cd derişimi ölçüt veriyi aşmaktadır. Korozyonu önleyici üretim yapan sektörlerde, radyo, TV, otomobil ve ambalaj sektöründe, trafik şeritlerinin çiziminde, boya pigment endüstrisinde, PVC sektöründe, pil üretiminde yoğun olarak kullanılan bu element (Moore and Ramamoorthy, 1984) organik materyaller ile aşağıdaki bağlanma sırasını izleyerek şelat oluşturmaktadır ($Mg < Ca < Cd \sim Mn < Co < Zn \sim Ni < Cu < Hg$).

Nehir sularında eser - 1.215 mg/l olarak bulunan Alüminyum (Al) için Anon., (1984)'nun verdiği sınır değer 5 mg/l' dir. Nehir sularında şu an için Al bakımından herhangi bir kirlenme söz konusu değildir.

Tablo 3. Büyük Menderes Nehrinden 13 Noktadan Alınan Su Örneklerine Ait İz Element ve Ağır Metal Analiz Verilerinin Aylara Göre Minimum ve Maksimum Değerleri (mg/l)

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
B	eser-6.0	eser-5.5	eser-6.2	eser-5.5	eser-2.8	eser-1.55
Fe	0.014-1.540	0.013-1.650	0.005-2.230	0.020-1.472	0.028-1.374	0.012-2.693
Cu	0.004-0.018	0.006-0.019	0.004-0.090	0.002-0.019	0.003-0.020	0.003-0.013
Zn	0.004-0.135	0.003-0.140	0.002-0.094	0.002-0.040	0.004-0.048	0.005-0.310
Mn	0.006-0.687	0.004-0.710	0.005-0.363	0.005-0.380	0.010-0.392	eser-0.095
Co	0.009-0.045	0.010-0.050	eser-0.028	0.004-0.092	0.006-0.100	0.005-0.030
Pb	0.025-0.058	0.030-0.070	eser-0.07	0.02-0.19	0.034-0.215	eser-0.050
Cr	eser-0.017	eser-0.018	0.004-0.020	0.006-0.018	0.008-0.025	eser-0.004
Cd	0.002-0.012	eser-0.015	eser-0.007	0.002-0.023	0.003-0.020	eser-0.008
Al	eser-1.128	eser-1.163	eser-1.215	eser-1.164	0.015-1.175	eser-0.200

Aylar	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
B	eser-3.9	eser-4.2	eser-3.6	0.1-4.1	0.1-4.0	Eser-4.5
Fe	0.035-0.255	0.040-0.273	0.028-0.254	0.030-0.950	0.040-0.400	0.030-0.550
Cu	0.003-0.012	0.001-0.100	0.005-0.012	0.003-0.010	0.004-0.010	0.004-0.010
Zn	0.006-0.020	0.006-0.017	0.006-0.120	0.005-0.018	0.004-0.040	0.004-0.042
Mn	eser-0.085	eser-0.079	0.010-0.350	eser-0.080	eser-0.250	Eser-0.280
Co	eser-0.025	eser-0.023	0.010-0.035	eser- 0.020	0.006-0.028	0.008-0.030
Pb	0.030-0.068	0.025-0.060	0.025-0.044	0.025-0.065	0.018-0.048	0.020-0.040
Cr	0.005-0.028	0.004-0.025	0.003-0.010	0.004-0.025	0.002-0.010	0.002-0.009
Cd	0.002-0.007	0.002-0.006	0.003-0.005	0.002-0.006	0.002-0.008	0.002-0.006
Al	eser-0.215	eser-0.225	0.100-0.320	eser-0.185	eser-0.254	Eser-0.241

3. 3. Su Örneklerine Ait Azot Fraksiyonları, Fosfor Değerleri ve N/P Oranları

Yüzey sularında kirliliğin önemli bir göstergesi de suların azot (N) ve fosfor (P) içerikleridir. Endüstrileşme ve yerleşim birimlerinin yoğun olduğu yörelerde suların azot ve fosfor içerikleri de artacaktır. Hayvancılık işletmeleri, tekstil, gıda, deri, ticari gübre ve bira fabrikaları gibi kuruluşlar çevreye önemli düzeyde azot deşarj ederler.

Canlı organizmaların önemli bir besin elementi olan azotun aşırı miktarları, su ortamındaki oksijen miktarını etkileyerek ötrofikasyon olayının gerçekleşmesine neden olacaktır.

Büyük Menderes nehrinde amonyum azotu (NH₄-N) değerleri eser - 292 mg/l gibi çok geniş bir aralıkta analiz edilmiştir (Tablo 4). Maksimum değere Kasım ayında 9 no'lu örnekleme yeri olan Aydın - Çine yol ayrımında rastlanmıştır. İçme sularında bulunması kabul edilmeyen NH₄-N' u Anon., (1986) ve Anon., (1983) tarafından önerilen atık su

niteliğine ait verilerde 50 mg/l' i geçmesi halinde çok kuvvetli bir NH₄ kirlenmesinin söz konusu olacağı bildirilmiştir. Büyük Menderes nehrindeki yoğun amonyak kirliliği nehrin genelinde analiz edilmiş ve bu durum nehir sularının ağırlıklı olarak evsel atıklarla kirlendiğini göstermektedir.

Bir diğer azot fraksiyonu olan nitrit azotu (NO₂-N), Büyük Menderes nehri sularında eser - 0.105 mg/l değerleri arasında saptanmıştır (Tablo 4). 2 no' lu örnekleme yeri olan Menderes tekstil yakınındaki köprüden alınan su örnekleri bütün aylar itibariyle yıl boyunca en yüksek değerleri vermiştir. Çevreden gelen bazı yan kanal bağlantılarının bu noktadaki kirliliği arttırdığı söylenebilir. Altınbaş ve ark. (1994) Gediz nehrinde NO₂-N' unu eser - 0.225 mg/l, Okur ve ark. (1997) ise aynı nehirde bu değeri eser - 1.220 mg/l arasında belirlemişlerdir. Atık sularla bile 0.02 - 0.05 mg/l düzeyinde izin verilen NO₂-N' nun (Anon., 1983a; Uslu ve Türkman, 1987) Büyük Menderes nehrinde oldukça yüksek derişimlerde bulunmasının nitrifikasyon sürecini engellediği söylenebilir.

Tablo 4. Büyük Menderes Nehrinden 13 Noktadan Alınan Su Örneklerine Ait Azot Fraksiyonları Ve N/P Oranları Değerlerinin Aylara Göre Minimum Ve Maksimum Değerleri (Mg/L)

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
NH ₄ -N	5.60 -41.60	4.90 -37.00	17.20-196.1	23.60-64.00	0.20-24.90	eser-47.00
NO ₂ -N	0.005- 0.052	0.005- 0.064	eser-0.081	0.005-0.055	eser-0.095	eser-0.105
NO ₃ -N	25.20 -70.10	26.40 -73.20	25.10-78.20	17.00-93.20	2.90-86.30	1.50-65.60
Toplam N	48.81-96.52	53.81 -97.52	64.82-274.36	58.32-137.96	4.00-89.65	1.50-103.03
P	0.07- 0.94	0.02 - 0.96	0.03-0.97	0.04-1.25	0.06-0.97	0.05-1.60
N/P	52-1311	63 -3131	225-9145	47-3438	32-343	2-1066

Aylar	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
NH ₄ -N	8.00-163.30	3.50-108.50	3.20 -65.40	2.60 -73.00	4.00 -292.70	2.00 - 56.80
NO ₂ -N	eser-0.090	eser-0.070	0.015- 0.075	0.013-0.067	0.003-0.064	0.012- 0.053
NO ₃ -N	8.00-58.20	3.50-42.00	12.10 -28.20	10.40 -30.30	11.10 -75.80	39.60 - 91.50
Toplam N	28.5 -195.01	14.00-115.5	15.43 -93.62	15.72 -103.31	20.8 -334.63	60.91 -138.92
P	0.06-0.96	0.06-1.79	0.01 -2.45	0.05 -2.50	0.20 -2.18	0.01 - 0.75
N/P	31-3250	18-758	18 -2342	9 - 430	19 -755	94 -6091

Büyük Menderes nehrinde nitrat azotu (NO₃-N) 1.5 - 93 mg/l değerleri arasında analiz edilmiştir (Tablo-4). En yüksek NO₃-N' u içeriği genelde yüksek değerlerde bulunan 7 no' lu örnekleme yeri olan Nazilli - Bozdoğan yolunun Büyük Menderes nehrini kestiği yerden alınan örneklerde belirlenmiştir. İçme sularında 50 mg/l' e kadar bulunmasına izin verilen NO₃-N' u ile ilgili verilmiş bir toksite sınırı bulunmamaktadır (Anon., 1986).

Her ay alınan su örneklerinde bir yıl boyunca hesaplanan toplam inorganik azot değerleri 1.5 - 334 mg/l değerleri arasında değişmiştir. Azot fraksiyonlarına bağlı olarak hesaplanan bu değer de nehir sularında oldukça yüksek düzeydedir.

Nehir sularının fosfor (P) içerikleri de belirlenmiş ve bu değer eser - 2.50 mg/l sınırları arasında

saptanmıştır. Özellikle nehrin Aydın ilinin kanalizasyon bağlantısının yapıldığı yer olan 13 no'lu noktasında fosfor değeri genellikle maksimum düzeylerde analiz edilmiştir. Nehirden yapılan 13 örnekleme noktasının özellikle son noktasında yoğunlaşan fosfor kirliliği evsel ve endüstriyel atıkların nehre deşarjından kaynaklanmaktadır. Yılın aylarına göre yoğunluğu farklılık gösteren bu element için son örnekleme noktasındaki yüksek konsantrasyonda bulunma kuralı pek değişmemiştir.

Sularda N/P oranı önemli bir kirlilik gösterici parametredir (Haktanır, 1987). Bu değer 10' un altına inmesi suların ciddi olarak kirlendiğinin ifadesidir. Nehir sularında Haziran ayında 11, 12, 13 no' lu örnekleme noktalarında yine Ekim ayında 12 ve 13 no'lu örnekleme noktalarında N/P oranı 10

değerinin altına düşmüştür. Genellikle son örnekleme noktasına yakın yerlerden alınan su örneklerinde N/P oranı daha düşük değerlerde yani azot ve fosfor bakımından daha kirli olarak analiz edilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Büyük Menderes nehrine ait yapılan çalışmalardaki örnekleme sayılarının azlığı, nehrin sürekli izlenmesi yönündeki verileri sağlıklı olarak sağlayamamaktadır. Bu amaçla Büyük Menderes nehrinin yaklaşık her 40 km' sinden yani 13 ayrımlı noktadan yapılan örnekleme ile nehir suları bir yıl boyunca her ay izlenmiştir.

Nehir suları bütünü itibariyle her ay yapılan örneklemlerde pek homojen bir seyir izlenmemiştir. Ancak bazı örnekleme noktaları hemen tüm aylarda farklı kirlilik parametreleri için yoğun bir derişim göstermiştir.

Ermiş katı maddeler değeri her ay 100 mg/l' nin üzerinde belirlenirken, pH değeri özellikle Aydın il girişinde 9.00 değerinin altına hiç düşmemiştir. Su örneklerine ait tuz içerikleri de 1 ve 2 no' lu nehrin başlangıç noktasına ait örnekleme yerleri dışında tuzlu sular niteliğindedir. Nehir bu konumunu bütün yıl alınan örneklemlerde de muhafaza etmiştir. Büyük Menderes nehrine ait özellikle 4 ve bunu izleyen 5, 6, 7 ve 8 no' lu örnekler Bor içerikleri yönünden tarım açısından önemli risk oluşturmaktadır.

Büyük Menderes nehrine ait farklı aylarda yapılan örneklemlerde Fe, Cu, Pb, Cr ve Al bakımından ölçüt veriyi aşan değerler analiz edilmezken Zn, Mn, Co elementlerince kirlilik sınırına giren sonuçlar belirlenmiştir.

Nehirde yoğun bir amonyak azotu ve nitrit azotu kirlenmesi analiz edilmiştir. Farklı aylarda 1.5 - 93 mg/l arasında değişen NO₃-N' u özellikle 7 no' lu örnek noktasında maksimum bulunmuştur. Sulardaki P içeriği de özellikle 13 no' lu örnek olan Aydın ili çıkışında en üst değerde saptanmıştır. Bu noktadaki N/P oranı da en fazla 10 değerinin altına düştüğü yani en çok kirlenmenin belirlendiği nokta olmuştur. Büyük Menderes nehrine, çevresindeki endüstriyel ve Aydın gibi büyük bir il ve birçok ilçenin evsel atıklarının döküldüğü gerçeği dikkate alındığında nehir sularının bu yüke ne kadar dayanabileceği sorusu akla gelmektedir.

Bu nedenle ağır metallerce nisbeten pek kirlenmemiş olan, N ve P bakımından kirli, yine

aşırı tuz yükü olan B. Menderes' in alınacak basit arıtma ve deşarj önlemleri ile kurtarılması olasıdır.

5. KAYNAKLAR

Altınbaş, Ü., Hakerlerler, H., Anaç, D., Tuncay, H. ve Okur, B. 1994. Gediz Havzası Sulanabilir Tarım Alanlarında Ağır Metal Kirliliği ve Nedenleri Üzerine Araştırmalar. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 91-ZRF-51, İzmir.

Altınbaş, Ü., Kurucu, Y., Bolca, M. ve Türk, T. 1997. "Büyük Menderes Irmağının Oluşturduğu Çevresel Sorunlar" **Söke Tarım ve Çevre 97 Sempozyumu**, Söke-Aydın.

Anonymous, 1954. Diagnosis Improvement of Saline and Alkali Soils. Agric. Handbook Number: 60, U.S. Govt. Print Office, Washington DC. USA.

Anonymous, 1981. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser, Abwasser und Schlammuntersuchung. Chemie Verlag, Weinheim.

Anonim, 1983a. Atık Suların Arıtılması ve Alıcı Ortama Deşarjı. 26-30 Eylül 1983, Kurs Notları Ankara.

Anonymous, 1983b. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser, Abwasser und Schlammuntersuchung. Chemie Verlag, Weinheim.

Anonymous, 1984. Trace Elements in Agriculture. FAO Soil Bulletin, Soil Resources, Management and Conversation Service. FAO, 68p. Rome.

Anonim, 1986. İçme Suları Standartı. TS/266, Haziran. Necatibey Cad. No:112, Ankara.

Anonim, 1988. T.C. Başbakanlık Personel ve Prensipler Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. 4 Eylül 1988, Sayı: 1919.

Ayers, R. S. and Wescot, D. W. 1989. Water Quality For Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rome, Italy.

Baron, H. 1954. Vereinfachte Bestimmung des Bors in Pflanzen 1 – 1 Dianthrid. Ffiesenius Z. Für Analytische Chemie, 143:339-349.

Dhaimat, Q. 1997. "Water Resources in Jordan" **Int. Conference on Water Problem in The Mediterranean Countries**, 17-21 November, Nicosia, North Cyprus.

Haktanır, K. 1987. Çevre Kirliliği. A.Ü.Z.F. Ders Notu Teksir No:140. Ankara.

Merck, E. 1980. Die Untersuchung von Wasser. E. Merck (7.Aufl.) Darmstadt, Germany.

Moore, W. J. and Ramamoorthy, S. 1984. Heavy Metals in Natural Waters. Springer - Verlag New York INC. ISBN 0-387-90885-4.

Navone, R. 1964. Proposed Method for NO₃ Potable Waters. American J. Water Works Ass. 56, 781-783.

Okur, B., Hakerlerler, H., Anaç, D., Anaç, S., Dorsan, F. ve Yağmur, B. 1997. Gediz Nehrindeki Kimi Su Kirlilik Ögesi Parametrelerin Aylık ve Mevsimsel Olarak Değişimi Üzerine Bir Araştırma.

E. Ü. Araştırma Fonu Proje No: 93-ZRF-043, Bornova, İzmir.

Pratt, P. F. 1972. Quality Criteria for Trace Elements in Irrigation Waters. California Agric. Exp. Station.

Riehm, H. 1957. Untersuchungen Überdie in Augustenberg Ausgearbeitete Methode zur Bestimmung des Heisswasser – Löslichen Bors in Böden nach Berger und Trough. Agrochemica 1 (2), 91-106.

Saatçı, F., Altınbaş, Ü., Anaç, D. ve Vural, S. 1988b. Melez Çayı (İzmir) İçeriğindeki Bazı Organik ve İnorganik Kökenli Maddeler İle Ağır Metallerin Nitelik ve Nicelik Dağılımları Üzerine Araştırmalar. E. Ü. Z. F. Dergisi, Cilt : 25, No: 1, Bornova, İzmir.