

Akdeniz Kıyılarında Karasal Kaynaklı Kirlenmenin Boyutu ve Canlılara Etkisi

**Prof.Dr. Ayşen Yılmaz, Prof.Dr. İlkay Salihoglu,
Doç.Dr. Semal Yemenicioğlu, Prof.Dr. Süleyman
Tuğrul, Prof.Dr. Özden Baştürk, Mehmet Yaya**

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, P.K. 28,
33731, Erdemli, İcel. Tel: (324) 521 34 34, Faks: (324) 521 23 27,
E-posta: yilmaz@soli.ims.metu.edu.tr*

Özet

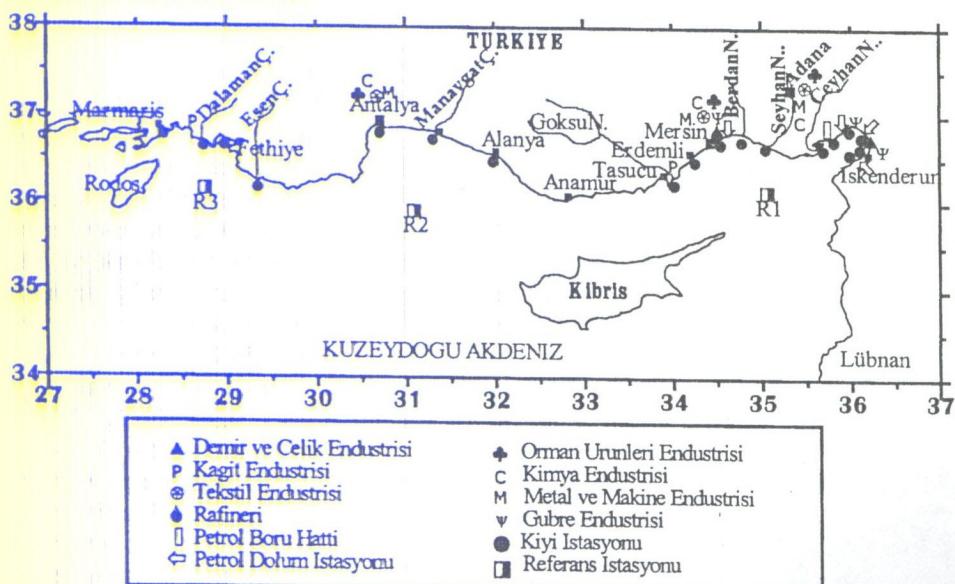
Hızlı nüfus artışına paralel olarak şehirleşme ve sanayileşme Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında deniz kirlenmesinin artmasına neden olmaktadır. Özellikle tekstil, plastik, gıda, boyra, kağıt, ferro-krom, gübre, petrol, soda gibi atıkları çevre ve deniz kirliliğine yol açan sanayi kuruluşları Mersin ve İskenderun Bölgeleri'nde yoğunlaşmış bulunmaktadır. Bu çalışmada Kuzeydoğu Akdeniz'de karasal kaynaklardan kirlenmenin boyutu 16 yılda (1982-1997) toplanan bulguların ışığı altında tartışılabilecek ve bu kirlenmenin zamana karşı değişiminin izlenmesi ile deniz ekosistemine verdiği zararlar konusu irdelenerek sunulacaktır. Marmaris-İskenderun kıyı bandında yer alan nehirler, şehir deşarjları ve sanayi kuruluşlarının deşarj noktalarında yılda 2-4 kez aralıklarla toplanan su örneklerinde ve bu noktaların etki alanlarındaki kıyılarda toplam asılı katı, Fekal Koliform bakteri, fosfat, toplam fosfor, nitrat, toplam azot, BOD₅, COD, poliaromatik petrol hidrokarbonları ve civa, kadmiyum gibi ağır ve toksik metal konsantrasyonları belirlenmiştir. Kirleticici kaynakların etki alanlarından uzak açık sularda referans olarak seçilen noktalarda da aynı parametreler ölçüleerek karşılaştırma yapılmıştır. Yılda bir kez kita sahanlıklarında belirli noktalardan toplanan sediman örneklerinde ağır metaller ve petrol hidrokarbonu gibi kirleticilerin birikimi izlenmiştir. Bu tür kirleticiler aynı zamanda Akdeniz'de ticari bakımından önemi bulunan barbunya, kefal, dil gibi balıklarda izlenmiş ve zamana karşı eğilimler belirlenerek değerlendirilmiş ve tartışılmıştır.

Giriş

Toplam 8333 km olan kıyı bandımızın 1577 km kısmını Akdeniz kıyıları oluşturmaktadır. Yaklaşık 6-7 milyon insan bu kıyılarda yaşamaktadır. Akdeniz kıyılarında 5 büyük yerleşim merkezi bulunmaktadır. Muğla ve Antalya Türkiye'nin en önemli turizm alanlarındanandır ve genel anlamda çok fazla sanayileşme gözlenmemektedir. İçel ilinde ise daha çok göçe dayalı olan nüfus artışı ve bölgedeki endüstri faaliyetleri, yoğun turizm ve serbest bölgeye dayalı faaliyetler çevre kirliliğinde etken olmaktadır. Adana ise Çukurova'da tarımsal alanların genişliği ve sanayileşme nedeniyle Akdeniz'e olan girdilerde önemli bir paya sahiptir. Özellikle Taşucu(İçel)-İskenderun kıyı bandında yoğun sanayileşme deniz ve çevre kirliliğini önemlő ölçüde etkilemektedir. Tekstil, gıda, metal, ferro-krom, kağıt, demir-çelik, boyalar, plastik, soda, gübre ve petrol endüstrileri bölgede faaliyet göstermektedir. Mersin'de yüksek kapasiteli bir petrol rafinerisi ve İskenderun Körfezi'nde petrol dolum-boşaltım tesisleri ile Kerkük/Irak-Yumurtalık petrol boru hattının bulunması bu kıyı alanlarında petrol kirliliğine neden olmaktadır. Ayrıca nehirler vasıtıyla kirleticiler iç bölgelerden denizel alanlara taşınmaktadır.

Yöntem

Bu çalışmada Toplam asılı katı (TAK), Fekal koliform bakteri (FC), fosfat (o-PO_4), toplam fosfor (TP), nitrat (NO_3), toplam azot (TN), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOD_5), kimyasal oksijen ihtiyacı (COD), poliaromatik petrol hidrokarbonları (DDPH, PAH) ve civa (Hg), kadmiyum (Cd) gibi ağır ve toksik metal konsantrasyonları (Çizim 1)'de verilen kaynak noktalarında, kıyı istasyonlarında ve açık deniz (referans) istasyonlarında belirlenmiştir.



Çizim (1) - Kuzeydoğu Akdeniz'de karasal kaynaklardan kirlenmenin izlenmesi çalışmalarında örnekleme yapılan deniz istasyonları ve kaynak noktaları.

Kullanılan yöntemler genel olarak standart yöntemlerdir ve (Çizelge 1)'de özet halinde sunulmuştur.

Çizelge (1) - Bu çalışmada kullanılan analiz yöntemleri.

<i>Parametre</i>	<i>Sembol/Birim</i>	<i>Yöntem</i>	<i>Kaynak</i>
Toplam Asılı Katı	TAK(mg/L)	Gravimetrik	APHA/AWWA/ WPCF Standard Methods,1985
Fekal Koliform Bakteri	FC(#/100mL)	Membrane Filtre MFC Broth	APHA/AWWA/ WPCF Standard Methods,1985
o-Fosfat	PO ₄ -P(µM)	Otoanalizör P-Mo Kompleks oluşumu	Grasshoff,1983
Toplam Fosfor	T-P(µM)	Persulfatla Oksitleme Otoanalizör	Strickland and Parsons,1972 FAO,1975
Nitrat+Nitrit	NO ₃ +NO ₂ -N (µM)	Cd/Cu İndirgeme Azo-kompleks oluşumu, Otoanalizör	Grasshoff,1983
Toplam azot	T-N(µM)	NaOH/Persülfatla oksitleme Otoanalizör	Strickland and Parsons,1972 FAO,1975
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	BOD ₅ (mg/L)	20 °C de 5 gün inkübasyon Winkler titrasyonu	APHA/AWWA/WPCF Standard Methods,1985
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	COD(mg/L)	K ₂ Cr ₂ O ₇ / H ₂ SO ₄ Oksitleme Titrasyon	APHA/AWWA/WPCF Standard Methods,1985
Poliaromatik Petrol Hidrokarbonu	DDPH(µg/L) PAH (µg/g)	n-hegzan ekstrak. Florometre	UNEP,1986
Toplam Civa (Sediman ve organizma)	Hg (ng/L) (ng/g)	Soğuk buhar AAS	Yemenicioğlu and Salihoglu,1994 Yemenicioğlu,1990
Toplam Kadmiyum (Sediman ve organizma)	Cd (ng/L) (ng/g)	AAS	Yemenicioğlu,1990 Yemenicioğlu and Salihoglu, 1994

Sonuçlar ve tartışma

Akdeniz'e girdisi olan ve kıyı alanlarını etkisi altına alan bazı nehirlerde 1980'li yıllarda başlayarak ölçümlü yapılan bazı parametreler bu nehir girdilerinde önemli düzeylerde artış olduğunu göstermektedir. Örneğin 1980'li yıllarda nehirlerden olan toplam TAK girdisi 0.9×10^6 ton/yıl iken 1990'lı yıllarda 1.2×10^6 ton/yıl seviyesine ulaşmıştır. Kıyı alanlarında bulanıklığa neden olan asılı katı madde rekreatif amaciyla kullanılan kıyıları olumsuz yönde etkilemenin yanında, su kolonunda ışık geçirgenliğini azaltması nedeniyle ekosistemin sağlığını yakından ilgilendirmektedir. Organik kirliliğin bir göstergesi olarak izlenen BOD₅ girdisi son 15 yılda 0.6×10^5 ton/yıl seviyesinden 1.5×10^5 ton/yıl seviyesine ulaşmıştır. COD de aynı şekilde 0.5×10^6 ton/yıl seviyesinden 1.6×10^6 ton/yıl seviyesine ulaşmıştır. Toplam fosfor 1990'lı yıllarda 1.5×10^3 ton/yıl, toplam azot ise 2.2×10^4 ton/yıl ile Akdeniz kıyılarına taşınmıştır. 1990-1996 tarihleri arasında yapılan izleme çalışmasında tüm Adana bölgesinde oluşan sanayi ve evsel atıkların hiç arıtmadan verildiği Seyhan nehrinde kaynak noktasından önce ve sonra yapılan kirletici ölçümünlere ait konsantrasyonlar doğanın nasıl insan eliyle tahrip edildiğini göstermektedir. Örneğin Seyhan nehrinde Adana atıklarının verilmesinden sonra inorganik fosfat konsantrasyonu 20 kat, toplam fosfor konsantrasyonu 90 kat, inorganik azot 1.5 kat, toplam azot 5 kat artış göstermektedir. Doğal sınırların üzerinde besin tuzlarının kıyısal alanlara verilmesi özellikle sig ve kaplı alanlarda ötrofikasyona neden olmaktadır ve zaman zaman böyle ortamlar Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinde olmuşmaktadır. Petrol hidrokarbonlarında ise 1980'li yıllara oranla 13 kat artış söz konusudur. 1990'lı yıllarda 1.3×10^5 ton/yıl miktarında petrol nehirler vasıtıyla Kuzeydoğu Akdeniz'e taşınmaktadır. Kuzeydoğu Akdeniz'e toplam civa girdisi ise 1980'li yıllar için 1.1 ton/yıl olarak hesaplanmıştır ve bu değer Akdeniz'e olan toplam girdinin %61'ini oluşturmaktadır. 1990'lı yıllar için yapılan hesaplarda ise 0.16 ton/yıl civa girdisinin olduğu belirlenmiştir. Bu azalma eğilimi 1990'dan sonra farklı bir standart yöntemin uygulanmasından kaynaklanmaktadır (Yemenicioğlu ve Salihoğlu, 1994). 1980 li yıllarda 0.08 ton/yıl olarak hesaplanan toplam kadmiyum girdisi 1990'lı yıllarda %100'e varan artışlar kaydetmiştir. Bu girdiler akıntı ve girdap sistemleri bakımından son derece dinamik bir yapıya sahip Kuzeydoğu Akdeniz sahilinde deniz kirliliğine neden olmaktadır ve bu kirlilik bu dinamizmle açık denizlere kadar taşınabilemektedir. (Çizelge 2)'de bazı parametrelerin bölgelere göre dağılımı verilmektedir.

Çizelge (2) - Bazı kirleticilerin Kuzeydoğu Akdeniz'de kıyısal alanlarda ve açık denizde (Bknz. (Çizim 1), referans istasyonları) dağılımları. Sonuçlar 1983-1992 yıllarına aittir ve ortalama değerler olarak verilmektedir.

Bölge	TAK mg/L	BOD ₅ mg/L	COD mg/L	<i>o</i> -PO ₄ μM	NO ₃ μM	DDPH μg/L	Hg ng/L	Cd ng/L
İskenderun K.	1.81	0.2	0.5	0.56	1.00	1.25	6.90	4.35
Mersin Kör.	1.80	0.4	0.6	0.10	0.69	0.84	3.80	4.85
R1	0.78	<0.1	<0.1	0.04	0.62	0.50	2.90	3.50
Antalya K.	1.73	0.1	0.5	0.06	1.06	0.77	10.1	2.84
R2	0.74	<0.1	<0.1	0.03	0.17	0.35	10.3	3.01
Marmaris-Fethiye	1.41	0.1	0.3	0.08	0.28	0.70	9.03	2.50
R3	0.56	<0.1	<0.1	0.02	0.22	0.20	4.80	0.10

Bu çizelgeden görüleceği üzere kirletici konsantrasyonları kıyıdan aşağı doğru ve doğudan batıya doğru azalma eğilimindedir. (Çizim 1)'de gösterildiği gibi İskenderun ve Mersin bölgelerinde karasal kaynaklı girdilerin yoğunluğu bu bölgelerde deniz kirlenmesinde rol oynamaktadır. Suda civa konsantrasyonları ise tersi eğilim göstermeye ve Batı Akdeniz kıyılarında daha yüksek konsantrasyonlar ölçülebilmektedir. Bilindiği üzere doğal civa yatakları Ege ve Batı Akdeniz Bölgeleri'nde yaygın olarak bulunmaktadır ve nehirler/yeraltı suları vasıtıyla denize taşınmaktadır. Civa ve kadmiyum gibi ağır ve toksik metaller deniz suyunda çözülmüş olarak bulunmasının yanı sıra asılı katıya yapışmış olarak da deniz ortamına taşınabilmekte ve dağılım gösterebilmektedir. Kuzeydoğu Akdeniz kıyılarında asılı katıda sırasıyla 3.8-10.1 ng/L ve 1.6-3.1 ng/L civa ve kadmiyum ölçülmüştür. Ekonomik değeri yüksek balıklarda 1983-1996 yıllarında yapılan analizlerde elde edilen civa ve kadmiyum konsantrasyonları ise (Çizelge 3)'de verilmektedir.

Çizelge (3) - Kuzeydoğu Akdeniz kıyı bandında yakalanan bazı balık türlerinde civa ve kadmiyum konsantrasyonları.

Balık türü	Hg (ng/g, kuru ağız.)	Cd (ng/g, yaş ağız.)
Sardalya	36-38	-
Dil Balığı	86-254	ND-15
Barbunya	ND-165	ND-8
Nil Barbunya	2503±1205	-
Kefal	15-28	ND-19.5

Bu çizelgeden görüleceği üzere bu ağır metallerin canlılarda belirli seviyelerde birikmesi söz konusudur. Civa değerleri Akdeniz'in diğer bölgeleri için verilen değerlerden daha düşüktür ancak bu değerlendirmeye Nil Barbunya için geçerli değildir; bu tür özellikle kendi grubundaki balıklara oranla civayı bünyesinde biriktirebilmektedir (Balkaş ve diğ., 1982; Salihoglu ve Yemenicioğlu, 1986). Kıyı bandında sahanlıktan alınan sediman örneklerinde ise 16-47 ng/g (kuru ağırlık) aralığında toplam civa ölçülmüştür.

(Çizim 1)'de verilen kıyı istasyonlarında ve açık istasyonlarda 1990'lı yıllarda yapılan mikrobiyolojik kirlenme izleme çalışmalarında Fekal Koliform (FC) bakteri indikatör organizma olarak seçilmiş ve sayımları yapılmıştır. Özellikle evsel atıkların etki alanında olmayan bölgelerde 100mL deniz suyunda 10 adet FC bakterinin üzerinde organizma gözlenmemiştir. Ancak yazme alanlarında ve yaz mevsiminde kalabalıklaşan plajlarda Dünya Sağlık Teşkilatının verdiği ve rekreasyon alanlarını kapsayan sınır değerlerinin (100 adet/100mL FC bakteri) aşıldığı ve bazı plajlarda alarm seviyelerine (500 adet/100mL, Susanoğlu plajı-Mersin; 700 adet/100mL Kızalesi-Mersin; 700 adet/100mL, Şehir deşarjı etki alanı-Mersin Liman açıklığı) ulaştığı tespit edilmiştir.

Akdeniz dünyada yoğun petrol kirliliğinin yaşadığı denizlerden birisidir. Bunun sebebi çok basittir. Doğu Akdeniz'de Ortadoğu'da ve Kuzey Afrika'daki ülkeler petrol üreten ülkelerdir, batıda ve kuzeyde ise petrol tüketen ülkeler yer almaktadır. Deniz ortamında petrol kirlenmesine genel anlamda petrol tankerlerinin dengeleme sularını

denize boşaltmaları, sinte sularının denize verilmesi, rafineri ve petro-kimya endüstrilerinin faaliyetleri, otomatik ve diğer endüstri atıklarını taşıyan evsel atıkların denize arıtmadan gönderilmesi neden olmaktadır. Bu tür faaliyetler Doğu Akdeniz'de yoğundur ve özellikle tanker trafiğinin yoğunluğu karasal kaynaklardan kirlenmeye paralel olarak denizel alanlarda ayrıca petrol kirliliğinin yaşanmasına neden olmaktadır.

(Çizelge 4 ve 5)'de Doğu Akdeniz'de ölçülen çözünmüş / dağılmış petrol hidrokarbonları (DDPH) konsantrasyonları bölgede yapılan diğer çalışmalara ait sonuçlarla birlikte ve dünya denizleriyle karşılaştırmalı olarak verilmektedir. Bu çizelgelerde Doğu Akdeniz'de petrol kirlenmesinin diğer denizlere oranla daha yoğun olduğu açıkça gözlenmektedir.

Çizelge (4) - Kuzeydoğu Akdeniz yüzey sularında çözünmüş / dağılmış petrol hidrokarbonları konsantrasyonları ($\mu\text{g L}^{-1}$).

Tarih	Örnek sayısı	Aralık	Ortalama \pm SE
1985-1986	10	0.1-0.77	0.28 \pm 0.07
Temmuz 1995	36	0.06-4.14	0.35 \pm 0.05
Eylül 1995	34	0.01-1.36	0.20 \pm 0.06
Ekim 1995	34	0.01-0.79	0.22 \pm 0.03
Mayıs 1996	28	0.01-1.00	0.13 \pm 0.04

Çizelge (5) - Türkiyeyi çevreleyen denizlerde ve dünya denizlerinde DDPH konsantrasyonları ($\mu\text{g L}^{-1}$).

Bölge	Konsantrasyon Aralığı	Yıl	Referans
Haliç	2.46-18.21	1984-86	Kılıç, 1986
İstanbul Boğazı	0.19-1.20	"	"
Marmara Denizi	0.24-1.34	"	"
Karadeniz	0.18-0.92	"	"
Kuzeydoğu Akdeniz	0.16-0.92	"	"
Kuzeydoğu Akdeniz	0.01-4.14	1995-96	Bu çalışma
Tiren Denizi	1.90-20.50	1975-77	UNEP ,1986
İsrail kıyıları	1.10-45.30	1975-76	UNEP,1986
Libya kıyıları	0.01-27.6	1980	UNEP,1986
Kıbrıs'ın güneyi	2.60-13.6	1983	UNEP,1986
Bengal Körfezi	0.70 (Ortalama)	1981	Levy et al.,1981
Japon Denizi	0.34 (Ortalama)	1981	"
Lawrence Körfezi	0.13 (Ortalama)	1981	"

(Çizelge 6 ve 7)'de ise ekonomik değeri olan balıklarda ve sedimanda Poliaromatik Petrol Hidrokarbonu (PAH) konsantrasyonları verilmektedir.

Çizelge (6) - Kuzeydoğu Akdeniz kıyılarında avlanmış balıklarda PAH konsantrasyonları ($\mu\text{g g}^{-1}$, kuru ağırlık).

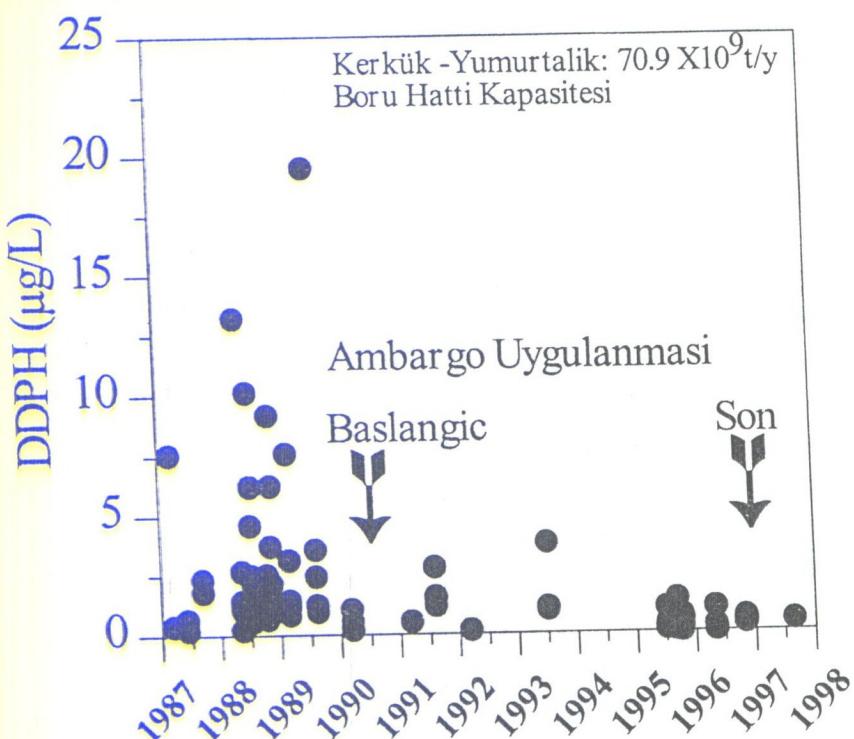
<i>Yıl</i>	<i>Örnek sayısı</i>	<i>Bölge</i>	<i>Balık türü</i>	<i>PAH ($\mu\text{g/g}$)</i>
1987	10	Mersin Limanı	Kefal	10.0-14.5
1991	6	Akdeniz kıyı bandı	Barbunya	1.1 ± 0.4
1991	2	"	Kefal	1.6 ± 1.2
1995	15	Mersin Körfezi	Kanışık türler	2.8 ± 0.5
1996	6	İskenderun Körfezi	Kefal	8.7 ± 1.1
1996	7	İskenderun Körfezi	Karides	6.4 ± 1.0
1996	10	İskenderun Körfezi	Nil Barbunyaşı	7.5 ± 1.1
1996	6	Karataş	Kefal	10.7 ± 2.1
1996	6	Karataş	Karides	6.2 ± 0.9
1996	7	Karataş	Nil Barbunyaşı	8.8 ± 1.5
1996	4	Karataş	Dil Balığı	4.6 ± 1.3

Çizelge (7) - Kuzeydoğu Akdeniz kıyı sahanlığında örneklenen sedimanlarda PAH konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$, kuru ağırlık).

<i>Tarih</i>	<i>Örnek Sayısı</i>	<i>Aralık</i>	<i>Ortalama $\pm SE$</i>
1985-86	10	0.02-0.96	0.51 ± 0.10
1995	19	0.69-4.8	2.6 ± 0.3
1996	19	0.55-18.7	4.75 ± 1.0

Yukarıda verilen çizelgelerden anlaşıldığı üzere ve (Çizim 2)'den de açıkça görüldüğü üzere yoğun petrol kirliliği karasal girdilerin yoğun olduğu İskenderun Körfezi'nde yaşanmaktadır. 70.9×10^9 ton/yıl kapasiteli Kerkük-Yumurtalık petrol boru hattının varlığı ve yoğun tanker trafiği bu körfezimizde sınırları zorlayan seviyede petrol kirliliğine neden olmaktadır. Petrol kirliliği direk olarak canlı ekosistemini etkilemektedir ve özellikle yüzey sularında film halinde yayılması durumunda denizin atmosferle etileşimini engellemekte ve atmosferden oksijen girişini azaltmaktadır. Bu ortam da canlıları olumsuz yönde etkilemektedir. Poliaromatik hidrokarbonlar ayrıca canlılarda kanserojen etkiye sahiptir ve deniz canlısı tarafından kullanıldığından hücre ve dokularda birikime uğrayarak ve bazı metabolik çevrimlerle daha da toksik yapılarla dönüşerek canlıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Besin zinciri yoluyla bu kirlilik insana kadar taşınabilmektedir. Bu bölge petrol kirlenmesi bakımından sıcak bir bölge olması nedeniyle tanker ve boru hattı kazaları tehdidinin altında bulunmaktadır. Nitekim Nisan 1982'de Kerkük petrol boru hattının patlamasıyla 8000 ton ham petrol Ceyhan nehri vasıtıyla İskenderun Körfezi'ne akmıştır. Körfez yakın izlemeye alınmış ve deniz suyunda $25 \mu\text{g/L}$ 'ye varan yüksek konsantrasyonlar ölçülmüştür (Sakarya, 1985).

Ceyhan nehrinin ağzında bulunan Akyatağan lagününde binlerce balık ölümleri olmuştu. Bölgede kazayı takip eden aylarda avlanan balıklarda $15 \mu\text{g/g}$ 'a (kuru ağırlık) varan PAH konsantrasyonları ölçülmüştür.



Çizim (2) - İskenderun körfezinde suda çözünmüş/dağılmış petrol hidrokarbonlarının (DDPH) zamana karşı değişimi. Bu zaman dilimi 1990 Körfez savaşını ve bu savaşı izleyen ambargo dönemini de kapsamaktadır.

Yorum

Bu çalışmada Kuzeydoğu Akdeniz'de kirlenmenin boyutları tartışılmış ve deniz ekosisteminde gözlenen değişimler tespit edilmiştir. İskenderun ve Mersin Bölgelerinde hızlı nüfus artışı ve sanayileşme ve karasal kaynaklı kirlenmenin zamana bağlı olarak artış göstermesi deniz kirliliğinin önemli düzeylere ulaşmasına neden olmuştur.

Tesekkür

Bu çalışma MED-POL İkinci Faz kapsamında T.C. Çevre Bakanlığı tarafından desteklenmiştir. Deniz saha çalışmaları ise TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Bu kurumlara teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynaklar

- APHA, AWWA,WPCF, 1985, "standard methods for the examination of water and wastewater", 16th edition, Greenberg, A. E., R. R. Trussel and L. S. Clesceri (Eds.).
- Balkaş, T. İ., Tuğrul, S., and Salihoğlu İ., 1982, "Trace metal levels in fish and crustacea from Northeastern Mediterranean coastal waters", Mar. Envir. Res., 6, 281-285.
- FAO, 1975, "Fisheries Tech. Rep.", No. 137.
- Grasshoff, K., Ehrhardt, M. and Kremling, K., 1983, "Determination of nutrients, in Methods of seawater analysis", 2nd edition, Verlag Chemie GMBH, Weinheim, pp.125-188.
- Kılıç, M., 1986, "DDPH as a tracer of water mass transportation phenomena", M.Sc. thesis, Middle East Technical University, Institute of Marine Sciences, Erdemli, İçel, Turkey.
- Levy, E. M., M. Ehrhard, D. Kohnke, E. Sobtchenko, T. Suzuoki and A. Tokuhiro, 1981, "Global oil pollution", Results of MAPMOPP, The IGOSS Pilot Project on Marine Pollution (Petroleum) Monitoring, IOC, UNESCO.
- Sakarya, M., 1985, "Petroleum hydrocarbons in the marine environment", M.Sc. thesis, Middle East Technical University, Institute of Marine Sciences, Erdemli, İçel / Turkey.
- Salihoğlu, İ., Yemenicioğlu, S., 1986, "Chemical and biological distribution of mercury in the North Levantine", FAO Fish. Rep., 325, suppl. 140-149.
- Strickland, J. D. H., Parsons T. R., 1972, "A practical handbook of seawater analysis", 2nd edition., Bull. Fish. Res. Bd Can., 167.
- UNEP, 1986, "Baseline studies and monitoring of oil and petroleum hydrocarbons in marine waters", (MED POL 1), MAP Technical Report Series, No.1, pp 81- 86. United Nations Environment Programme, Geneva.
- Yemenicioğlu, S., 1990, "Basin scale fate of mercury in the Sea of Marmara", Ph. D. thesis, Middle East Technical University, Institute of Marine Sciences, Erdemli, İçel / Turkey
- Yemenicioğlu, S. and Salihoğlu, İ., 1994, "Preconcentration of mercury on silver wool and determination in natural waters by cold atomic absorption spectrophotometer", Tr. J. Biology, 18, 261-272.