

PAPER DETAILS

TITLE: Mytilus sp (midye), gammarus sp (nehir tirnagi) ve cladophora sp (yesil alg) örnekleri kullanarak Kizilirmak nehrindeki agir metal kirliligin arastirilmesi

AUTHORS: Kültigin ÇAVUSOGLU,Yakup GÜNDÖGAN,Sükran ÇAKIR ARICA,Talip KIRINDI

PAGES: 52-60

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/223803>

Mytilus sp (midye), gammarus sp (nehir tırnağı) ve cladophora sp (yeşil alg) örnekleri kullanılarak Kızılırmak nehrindeki ağır metal kirliliğın araştırılması

Kütiğın ÇAVUŞOĞLU^{1,*}, Yakup GÜNDOĞAN¹,
Şükran ÇAKIR ARICA¹, Talip KIRINDI²

¹Kırıkkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 71450 Yahşihan, KIRIKKALE.

²Kırıkkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü 71450 Yahşihan, KIRIKKALE

Özet

Bu çalışmada *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp* örnekleri indikatör olarak kullanılarak Kızılırmak Nehrinin Kırıkkale il sınırları içinde kalan kısmındaki ağır metal kirliliğının boyutları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla belirlenen üç farklı istasyondan örnekler toplanılmış ve Elektron Dağılım Spektroskopisi (EDS) ile ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçta ağır metal yönünden en fazla kirliliğe sırasıyla ikinci, üçüncü ve birinci istasyonlarda, incelenen türler bakımından ise *Cladophora sp*, *Gammarus sp* ve *Mytilus sp* örneklerinde rastlanılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Cladophora sp*, *gammarus sp*, *mytilus sp*, ağır metal kirliliği, taramalı elektron mikroskop (sem), elektron dağılım spektroskopisi (eds)

Investigation of heavy metal pollution in Kızılırmak by using mytilus sp., gammarus sp. and cladophora sp. samples

Abstract

In this study, ratio of heavy metal pollution in Kızılırmak River at Kırıkkale City was determined using *Mytilus sp*, *Gammarus sp*, and *Cladophora sp* samples as indicator. For this aim, samples were collected from three different stations and measured with electron dispersive spectroscopy (EDS). As a result, the most pollution of heavy metal was observed in order to second, third and first station with respect to species in *Cladophora sp*, *Gammarus sp* and *Mytilus sp* samples .

Keywords: *Cladophora sp*, *gammarus sp*, *mytilus sp*, heavy metal pollution, scanning electron microscope (sem), electron dispersive spectroscopy (eds)

* Kütiğın ÇAVUŞOĞLU

Makalenin basım kararı 08.06.2007 tarihinde alınmıştır.

1. Giriş

Son yıllarda, çevresel problemler tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de günlük yaşam problemleri arasında yer almaktadır. Ormanların yok edilmesinden kaynaklanan erozyon, çarpık kentleşme, yeşil alanların azalması, trafik, endüstride kullanılan kimyasallar ile tatlı ve tuzlu suların kirlenmesi sadece Türkiye’de değil tüm dünyada çözümü araştırılan problemlerden bazılarıdır [1]. Buna ilaveten, şehir nüfusundaki hızlı artış daha fazla endüstri oluşturmak için talebi arttırmış ve zaten var olan problemlere yenilerini ilave etmiştir [2]. Yıllar boyunca bir çok gelişmiş ülkenin olduğu gibi Türkiye’nin de çevresel politikaları bu problemlere kalıcı çözümler üretememiştir. Ülkemizde son yıllarda giderek artan problemlerin başında ise ağır metal iyonlarından kaynaklanan su kirliliği gelmektedir.

Su en önemli doğal kaynaklarımızdan biridir. Günlük yaşamımızın pek çok alanında kullanılmaktadır. Endüstriyel, sulama, güç üretme, spor ve taşımacılık amaçlı kullanımı buna örnek olarak verilebilir. Bütün bu faaliyetler sonucu ise deniz, göl ve nehirlerdeki suların kirlenmesi kaçınılmaz olmaktadır [3]. Su kirliliğinin en yaygın şekli ağır metal iyonlarından kaynaklanan kirliliktir.

Ağır metaller çevre için son derece tehlikeli olan kimyasallar olarak bilinirler [4,5]. Bunlar her gün büyük miktarlarda doğal ve endüstriyel kaynaklardan, evsel atıklardan, zirai kaynaklardan ve atmosferik kirleticilerden çevreye yayılmakta ve değişik yollarla nehir, göl ve denizlere ulaşmaktadırlar. Sucul ortama giren bu maddeler burada yaşayan gerek hayvansal gerekse de bitkisel canlılar üzerinde bir çok olumsuzluğa sebep olmaktadır [3,6]. Çinko (Zn), bakır (Cu), civa (Hg), nikel (Ni), krom (Cr) ve kurşun (Pb) su kirliliğine işaret eden en önemli ağır metallerdir.

Sucul ortamdaki kirliliğin araştırılmasında başlıca göl suları, sedimentler, sucul bitkiler, su kuşları, balıklar, omurgasız canlılar ve alg türleri kullanılmaktadır [7-13]. Bunlar arasında sudaki kirliliğinin belirlenmesinde en fazla kullanılan indikatör canlılar ise omurgasız cinsleri olan *Mytilus* ve *Gammarus* ile bir yeşil alg cinsi olan *Cladophora*’dır. Bu üç cins de ağır metal iyonlarını vücutlarında yoğun biçimde depolayabilmektedirler [14]. Bu durum kirli suların temizlenmesi için bir avantajken, bunlar üzerinden beslenen balık gibi bir çok canlı için ise dezavantajdır [15].

Bir türün ağır metal kirliliğini belirlemede biyomonitor olarak kullanılabilmesi için bazı temel kriterler vardır. Bunlar, toplama alanında geniş sayılarda temsil edilme, geniş bir coğrafik alana sahip olma, örneklenmesinin kolay olması ve kimlik probleminin olmaması şeklinde sıralanabilir [16]. Bu çalışmada incelenen *Mytilus* sp, *Gammarus* sp ve *Cladophora* sp örnekleri gerek toplama kolaylığı gerekse de metal iyonlarının büyük miktarlarını çok kısa bir sürede biriktirmelerinden dolayı tercih nedeni olmuştur.

Bu çalışmanın amacı, Kırıkkale ilinden geçen Kızılırmak Nehrindeki özellikle ağır metal iyonlarından kaynaklanan kirliliğin boyutlarını *Mytilus* sp, *Gammarus* sp ve *Cladophora* sp örnekleri kullanarak tespit etmektir.

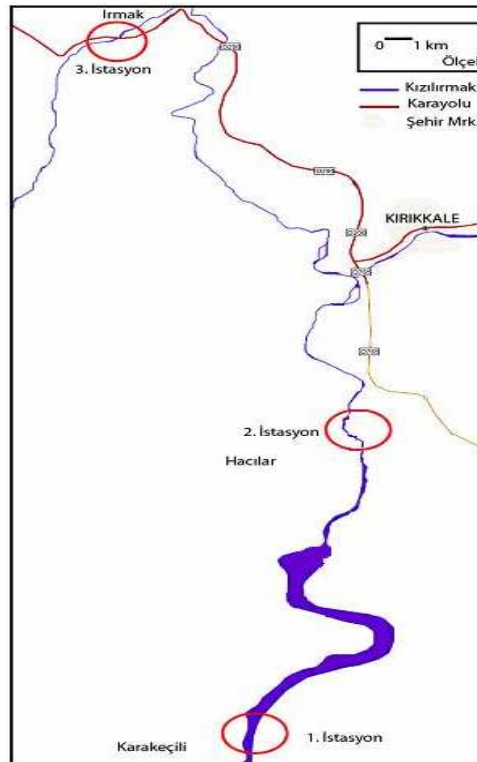
2. Yöntem

2.1. Örneklerin toplanması ve hazırlanması

İncelenen *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp*. örnekleri Mayıs 2005’de toplanmıştır. Toplama işlemi suyun geçtiği Kırıkkale Karakeçili İlçesi ile Irmak Beldesi arasında belirlenen üç istasyonda gerçekleştirilmiştir. Bu istasyonları gösteren harita şekil 1’de verilmiştir. Numune alınan birinci istasyon Karakeçili İlçesi, ikinci istasyon nehir kenarında kurulan sanayi kuruluşlarını da içine alan Hacılar Kasabası Mevkii, üçüncü istasyon ise Kırıkkale’nin Ankara çıkışında yer alan Irmak Beldesi olarak belirlenmiştir.

Üç istasyondan her cinse ait on beş örnek toplanmış, örneklerin toplanması sırasında kontaminasyonu önlemek amacıyla steril plastik eldivenler kullanılmıştır. Toplanan örnekler yine steril poşetlere konularak laboratuvar ortamına getirilmiştir. Metal kaybını önlemek amacıyla her hangi bir şekilde yıkama veya silme yapılmadan örneklerden parçalar alınmıştır. Alınan parçalar 48 saat süreyle oda sıcaklığında kurutulduktan sonra stamplar üzerine konulmuş ve “Poloron SC-5600” marka karbon kaplama cihazıyla 2 dakika karbonla kaplanmıştır. Son aşamada ise her cinse 5 örneğin taramalı elektron mikroskoba (SEM) bağlı EDS analiz cihazıyla analizleri yapılarak ortalama değerleri alınmıştır.

Örnek hazırlanması sırasında fiksasyon (tespit) ve dehidrasyon (dokudaki suyun uzaklaştırılması) gibi işlemler kullanılmamıştır. Çünkü gerek fiksasyon ve gerekse dehidrasyon işlemlerinde kimyasal maddeler kullanıldığından (Gluter aldehyd, Osmium tetroksit gibi) bunların incelediğimiz örneğin yapısına girerek analiz sonuçlarını etkileyeceği düşünülmüştür [18].



Şekil 1. Örnek toplanan istasyonları gösteren harita [17]

2.2. Elektron dağılım spektroskopisi (EDS)

Her elementi karakteristik X-ışını spektrumlarına göre tanıyarak, onların numune içindeki oranlarını yüzde olarak belirleyen bir analiz cihazıdır. Bu cihazın çalışma prensibi şu şekildedir: İncelenen doku örneği üzerine elektron ışınları yollar, bu ışınlar numune içinde bulunan elementlerle etkileşime girer ve her element için farklı olan K_{α} , L_{α} ve M_{α} enerji düzeylerinde geri doğru yansıtılırlar. Bu yansımalar her elementin numune içinde bulunma miktarına bağlı olarak farklı bir şiddettedir. EDS analiz cihazı da geri doğru yansıyan bu şiddetleri yüzdeye çevirerek her bir elementin doku içinde bulunma miktarını yüzde olarak göstermektedir.

2.3. Çalışmada kullanılan cinsler

Mytilus sp :

Bu cinse ait türlerin yaşam uzunlukları lokalite ve habitata göre değişir. Alçak kıyılarda yaşayan türlerde yaşam uzunluğu genellikle 2-3 yılken, yüksek kıyı popülasyonlarında bu süre 18-24 yıl kadardır. Ölüm oranları büyüklükle ilişkilidir. 25 mm uzunluğunda olan bireylerde yıllık ölüm oranı yaklaşık %74, 50 mm olanlarda ise bu oran yaklaşık %98 civarındadır. Yumurtlama daha çok ilk bahar ve yaz aylarında gerçekleşir. Üreme eksternal olup, en ideal şekilde 5-22 °C sıcaklıkta ve 15-40 psu tuzlulukta meydana gelmektedir. Yumurtalar 60-90 mikrometre büyüklüğündedir. Larval gelişim optimal şartlarda yirmi günden az bir sürede tamamlanmasına rağmen, bazı bireylerde 1-6 aya kadarda sürebilir. Olgunlaşma süresi ise 1-2 yıldır [19-21].

Gammarus sp :

Halk arasında hızlı koşucu veya hızlı yüzücüler olarak da çağrılırlar. Bir çoğu denizlerde yaşamalarına rağmen bazı türleri de göl, gölcük, havuz, çay ve dere gibi tatlı suları tercih ederler. Vücutları yanlardan basıktır. Cephalothorax baş ve göğüs olmak üzere iki kısımdan meydana gelmiştir. Altı segmentli karın ve küçük bir telson olmak üzere yedi segmente sahiptirler. Yürüme ve yüzmeye uyum sağlamış yedi çift bacakları vardır. Gözleri iyi gelişmiştir. Doğadaki çevresel tercihleri koyu alanlardır. Çöpçü canlılar olarak bilinirler. Çürümüş materyal ve mikro hayvanlar üzerinden beslenirler. Su sıcaklığına bağlı olarak şubat ve ekim aylarında yavrularlar [22].

Cladophora sp :

Bu cins genellikle dallanmış filamentli algleri içerisinde barındırır. Dallanmış yapıdaki üyeleri 10 cm uzunluğunda saç benzeri yapılara sahiptir (Resim 2.1). Su ortamında taş veya diğer sert cisimlere tutunarak yaşarlar. Hücreleri oldukça büyük ve silindirik şekilli, kloroplastları ağsı yapıda ve üremeleri ise izogami şeklindedir. Bu cinse ait türlerin morfolojileri çevre şartlarına göre değişiklik gösterebilmektedir [23].

3. Bulgular

Üç istasyondan alınan *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp* örneklerinde tespit edilen metal iyonlarının yüzde dağılımları tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Her bir istasyondan toplanan örneklerle ait metal iyonlarının ortalaması (wt %)

Metal türü	<i>Mytilus sp.</i>			<i>Cladophora sp.</i>			<i>Gammarus sp.</i>		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Ni	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na	5.945	0.0	0.537	7.880	0.0	1.288	4.627	11.002	0.0
Mg	4.7	4.270	1.857	2.462	8.214	4.192	3.422	8.660	9.192
Al	18.596	21.249	29.737	45.994	13.376	25.749	3.623	19.058	30.240
P	1. 153	1.888	0.564	0.588	3.028	1.458	0.234	3.460	5.949
	0.552	26.211	16.235	1.759	26.919	20.028	0.646	12.351	2.934
Ca	12.336	7.730	8.704	3.376	6.730	3.931	14.182	5.874	4.497
Cr	1.024	2.116	0.732	1.899	2.248	1.063	3.648	2.034	1.643
Fe	1.994	8.502	8.699	1.759	7.228	3.964	7.658	3.202	2.463
Ni	3.047	0.926	1.633	1.380	2.045	1.198	4.518	7.010	3.381
Cu	2.355	3.159	4.933	4.010	5.616	2.177	7.462	2.447	2.923
Zn	28.229	4.934	5486	8.952	3.935	2.178	0.0	6.187	8.454
Se	14.485	0.757	13.337	11.592	0.0	16.551	33.711	0.0	15.816
Cd	2.425	2.705	1.038	1.687	1.509	3.404	12.453	1.237	3.206
Pb	3.159	15.553	6.508	6.661	19.150	12.818	3.816	17.478	9.302

*I; birinci istasyonu, II; ikinci istasyonu, III; üçüncü istasyonu ifade etmektedir.

Tablodan' da görüldüğü gibi, belirlenen üç istasyondan toplanan *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp.* örnekleriyle yapılan analizler sonucunda, ağır metal birikimi yönünden en fazla kirliliğe sırasıyla ikinci, üçüncü ve birinci istasyonlarda rastlanılmıştır. Özellikle ikinci istasyondan toplanan *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp.* örneklerinde birinci ve üçüncü istasyonlardan toplanan örneklerle göre daha yüksek miktarlarda alüminyum (Al), krom (Cr), demir (Fe), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) ile düşük miktarlarda sodyum (Na), magnezyum (Mg), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve selenyum (Se) belirlenmiştir. Ayrıca tür seviyesinde karşılaştırıldığında, belirlenen üç istasyondan toplanan *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp* örnekleri arasında en yüksek ağır metal birikiminin *Cladophora sp* de, en düşük ise *Mytilus sp* de gözlemlendiği görülebilmektedir.

4. Tartışma

Kırıkkale ulaşım bakımından Türkiye'nin doğuya açılan kapısı olma, Makine Kimya Endüstrisi ile Tüpraş Rafinerisi gibi büyük sanayi kuruluşlarını bünyesinde barındırma ve Kızılırmak gibi Türkiye'nin en büyük nehirlerinden birinin güzergahında yer almasından dolayı oldukça önemli illerimizden biridir.

Kırıkkale ilinde sanayi oldukça gelişmiş bir durumdadır. Hemen hemen bütün sanayi kuruluşları Kızılırmak Nehrinin çevresinde bulunmaktadır. Bu işletmelerin faaliyeti sonucu oluşan atık sular ve gazlar çeşitli yollarla nehre ulaşmakta, sonuçta tüm su ekosistemi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu çalışmada belirlenen üç istasyondan toplanan *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp.* örnekleriyle yapılan araştırma sonuçları da bunu doğrulamaktadır.

İncelenen üç istasyona ait *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp*. örneklerinde ağır metal birikiminin sırasıyla en fazla ikinci, üçüncü ve birinci istasyonlarda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Birinci ve üçüncü istasyonların sanayi kuruluşlarının uzağında oluşları ağır metal kirliliğinin ikinci istasyona göre azlığında en önemli unsur olmuştur.

Yapılan analizler sonucunda birinci ve üçüncü istasyonlardan toplanan *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp*. örneklerinin yapısında ikinci istasyondan toplanan örnekler göre yüksek miktarda sodyum, magnezyum, fosfor, potasyum, kalsiyum ve selenyum ile düşük miktarlarda alüminyum, krom, demir , nikel , bakır , çinko, kadmiyum ve kurşun tespit edilmiştir (Tablo 1). Bunlardan sodyum, magnezyum, fosfor, potasyum, kalsiyum ve selenyum bitki yapısında bulunan iz ve makro elementler olup bitkinin büyüme, gelişme, fotosentez ve solunum gibi faaliyetlerinde görev almaktadırlar. Bu elementlerin yüksek düzeyde olması birinci ve üçüncü istasyondaki kirliliğin düşük seviyelerde olduğunun açık bir göstergesidir. Bu istasyonlarda rastlanan diğer elementler krom, demir, nikel, alüminyum, bakır, çinko, kadmiyum ve kurşun ise bitki için hem yararlı hem de toksik olan elementlerdir. Örneğin; demir, bakır ve çinko iz miktarda bulunduklarında bitkinin bir çok metabolik yolunda hayati görevler üstlenmektedirler. Ancak bunların aşırı miktarlarda birikimleri bitki için toksik etki yapmaktadır. Birinci ve üçüncü istasyonlardaki örnekler ait analiz sonuçları bu elementlerin miktarlarının ikinci istasyondan toplanan örneklerdekilere göre daha düşük miktarda olduğunu göstermiştir. Bu istasyonlarda düşükte olsa bu elementlere rastlanması, bunların kaynağının çevredeki sanayi kuruluşları olmadığı, Kıvırmak Nehrinin doğduğu yerden Kırıkkale'ye ulaşınca kadar biriktirdiği kirlilikten kaynaklandığını düşündürmektedir. Zira birinci ve üçüncü istasyon yakınlarında her hangi bir sanayi kuruluşu bulunmamaktadır.

İkinci istasyondan toplanan *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp*. örneklerinde ise başta kurşun olmak üzere yüksek miktarlarda krom, demir, nikel, bakır, çinko ve kadmiyuma, düşük miktarlarda ise sodyum, magnezyum, fosfor, potasyum, kalsiyum ve selenyuma rastlanılmıştır (Tablo 1). Bu istasyonlardaki kurşun ve diğer ağır metallerin birikimindeki yüksekliğin bu bölgede yer alan sanayi kuruluşlarından kaynaklandığı düşünülmüştür. Zira bu kuruluşların faaliyeti sonucu oluşan atık sular nehre verildiği gibi, yine faaliyet sonucu oluşan gazların bir kısmı da suya geçmektedir.

Ayrıca bu çalışmada, belirlenen üç istasyondan toplanan *Mytilus sp*, *Gammarus sp* ve *Cladophora sp* örnekleri arasında en fazla ağır metal birikimine sırasıyla *Cladophora sp*, *Gammarus sp* ve *Mytilus sp* örneklerinde rastlanılmıştır. *Cladophora sp* ve *Gammarus sp* örneklerinde *Mytilus*'a göre daha fazla ağır metal birikimine rastlanılmasının bunların vücut yapılarıyla alakalı olabileceğini düşündürmüştür. Zira *Cladophora* ve *Gammarus* cinsleri yumuşak vücut yapısına sahiplerken, *Mytilus* cinsi ise oldukça sert bir dış kabuktan oluşan vücut yapısına sahiptir. Bu farklılığın *Cladophora sp* ve *Gammarus sp* örneklerine *Mytilus sp* örneklerine göre daha fazla ağır metali vücutlarına alma ve depolayabilme özelliği kazandırmış olabileceği düşünülmüştür.

Bilim adamları tarafından bizim sonuçlarımızı doğrulayan tarzda değişik çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan biri Chmielewska ve Medved [15] tarafından yapılan çalışmadır. Bu araştırmacılar rafineri atık sularının verildiği Danube nehri üzerinde kurulan 106 metre genişliğinde, 186 metre uzunluğunda ve 5 metre derinliğindeki bir su cebinde yetiştirilen *Cladophora glomerata* türünde nikel , kadmiyum , vanadyum , kurşun ve krom gibi ağır

metallerin konsantrasyonları araştırılmışlar, spektrofotometrik ölçümler sonucunda bu ağır metallerin algin yapısında yüksek miktarlarda bulunduğu tespit etmişlerdir.

Diğer bir çalışmada ise Tigris nehrindeki su, sediment ve balık örnekleri kullanılarak kobalt, bakır, molibden, nikel, kurşun, vanadyum ve çinko gibi ağır metallerin sebep olduğu kirliliğin boyutları araştırılmış, sonuçta su örnekleri içinde molibden ve vanadyuma rastlanmazken, düşük miktarlarda kobalt, bakır, nikel, kurşun ve çinkoya, sediment örneklerinde yüksek miktarlarda kobalt, bakır, nikel, kurşun, vanadyum ve çinkoya, balık örneklerinde ise yüksek miktarda bakır, nikel, kurşun, vanadyum ve çinkoya rastlanılmış, kobalt, molibden, kurşun ve vanadyum ise tespit edilememiştir [24].

Ramadan [25] tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, Mısır'daki Manzala gölünde pasif ve aktif indikatör bitkiler ile sediment örnekleri kullanılarak, cıva, çinko, kurşun ve kadmiyum kirliliği araştırılmıştır. Pasif indikatör bitkiler olarak göl ekosisteminde yabani olarak yetişen *Atriplex portulacoides*, *Zygophyllum album*, *Typha domingensis*, *Juncus rigidus*, *Cyperus laevigatus*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Salsola sp.* ve *Phragmites australis* türleri, aktif indikatörler olarak iyi bilinen iki ekin bitkisi olan *Trifolium alexandrinum* ve *Raphanus sativum* türleri kullanılmıştır. Sonuçta incelenen tüm örnekler içinde ağır metal konsantrasyonlarının büyükten küçüğe doğru $Hg > Zn > Pb > Cd$ şeklinde sıralandığı görülmüştür. İncelenen numuneler içerisinde ise bu ağır metallerin en fazla aktif indikatörlerde, sonra sediment örneklerinde, en az ise pasif indikatörlerde bulunduğu belirlenmiştir.

Nil nehrindeki ağır metal kirliliğini belirlemek için yapılan diğer bir çalışmada ise, *Tilapia nilotica* balık türü kullanılarak dokularındaki ağır metal miktarları belirlenmeye çalışılmış. Sonuçta balığın dokularında yoğun miktarlarda Ag, Au, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Sr, Zn ve Pb'ye rastlanılmıştır [26].

Ali ve Soltan [27] tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise, *Eichhornia crassipes*, *Ceratophyllum demersum* ve *Potamogeton crispus* sucül bitkileri kullanılarak sudaki Cd, Cu, Fe, Mn, Zn ve Pb kirliliğinin boyutları tespit edilmeye çalışılmış. Sonuçta bu elementlerin *Ceratophyllum demersum*'un dokularında diğer bitkilere göre daha yoğun biçimde biriktiği tespit edilmiş ve bu bitki türünün biyolojik indikatör olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Diğer bir çalışmada ise, Japonya'nın Kyushu adasının kıyı sularındaki metal kirliliğini araştırmak için bir istiridye türü olan *Crassostrea gigas* ile yengeç türleri olan *Geotice depressa* ve *Leptodius exaratus* kullanılmış. Sonuçta bu türlerin vücutlarında yüksek miktarlarda Fe, Cd, Zn, Mn, Cu, Ni ve Pb'nin varlığı tespit edilmiştir [28].

Bütün bu bulgular ışığında aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Sanayi kuruluşlarının faaliyetleri sonucu oluşan atık sular mümkünse nehre verilmemeli yada en azından belirli bir arıtma işleminden geçtikten sonra verilmeli.
- Oluşan atık gazların su ekosistemine ve çevreye daha az zarar vermesi amacıyla bütün sanayi kuruluşları son teknoloji hava filtrelerini kullanmalı, her yıl periyodik olarak bunların bakımını ve temizliğini yaptırmalı.
- Buna benzer çalışmalar belirli aralıklarla tekrarlanarak su kirliliğinin ulaştığı boyutlar hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.

5. Kaynaklar

- [1] Aslan, A., Budak, G., Karabulut, A., “The amounts Fe, Ba, Sr, K, Ca and Ti in some lichens growing in Erzurum province (Turkey)” **Journal of Quantative Spectroscopy&Radiative Transfer**, 88 (4): 423-31, (2005).
- [2] Çelik, A., Kartal, AA., Akdoğan, A., Kaksa, Y., “Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using *Robinio pseudo-acacia* L.” **Environment international**, 31 (1): 105-12, (2005).
- [3] Rashed, MN., “Biomarkers as indicator for water pollution with heavy metals in rivers, seas and oceans” Egypt: South Valley University (2002).
- [4] Cooke, M., Dennis, AJ., “Polynuclear aromatic hydrocarbons: mechanism, method and metabolism” Columbus, USA: Ohio Battelle Pres (1985).
- [5] Jiries, A., “Vehicular contamination of dust in Amman” **Jordon. The Environmentalist**, 23: 205-10, (2003).
- [6] Kautshy, L., “Monitoring eutrophication and pollution in estuarine environments- focusing on the use of benthic communities” **Pure and Appl. Chem.**, 70 (12): 2313-18, (1998).
- [7] Ravera, O., “L'utilita delle piante acquatiche nello studio delle contaminazioni radiattive dei bacini lacustri” **Giorn. Fisica San. Radioprot**, 10: 162-65, (1966).
- [8] Neal, EE., Patent, BC., Poe, CE., “Periphyton growth on artificial substrates in a radioactively contaminated lake” **Ecology**, 48: 918-24, (1967).
- [9] Havre, GN., Underal, B., Christiansen, C., “The content of lead and some other heavy elements in different fish species from a fjord in Western Norway” Intern. Symposium Environmental health aspects of lead. Amsterdam: 99 (1972).
- [10] Abo-Rady, MTK., “Makrophytische Wasserpflanzen als Bioindikatoren für die Schwermetallbelastung der oberen Leine” **Arch. Hydrobiol.**, 89: 287-404, (1980).
- [11] Vymazal, J., “Short term uptake of heavy metal by periphyton algae” **Hydrobiologia**, 119: 171-79, (1984).
- [12] Cenci, RM., “II. Muschio Fontinalis antipyretica utilizzato quale bioindicatore di inquinamento nelle acque da mercurio e piombo. Studi Sassaresi” **Ann. Fac. Agraria Univ. Di Sassari**, 35: 469-78, (1993).
- [13] Ravera, O., “Monitoring of the aquatic environment by species accumulator of pollutions” **Journal of Limnology**, 60 (1): 63-78, (2001).
- [14] Rao, SVR., “Cadmium accumulation in fiddler crabs *Uca annulipes* uptake of lead chromium, cadmium and cobalt by *Cladophora glomerata*” **Int. J. Environ. Studies**, 27: 219-23, (1986).
- [15] Chmielewska, E., Medved, J., “Bioaccumulation of heavy Metals by Green Algae *Cladophora glomerata* in a Refinery Sewage Lagoon” **Croatia Chemica Acta**, 74 (1): 135-45, (2001).
- [16] Aksoy, A., Hale, WHG., Dixon, JM., “*Capsella bursa-pastoris* (L.) medic as a biomonitor of heavy metals” **Sci Total Environ**, 226: 177-86, (1999).
- [17] Gündoğan, Y., Kızılırmak nehrindeki (Kırıkkale) *Cladophora* sp. de ağır birikimi üzerine bir çalışma. Ankara: **Yüksek Lisans Tezi**, Gazi Üniversitesi, Ankara (2005).
- [18] Çavuşoğlu, K., Çavuşoğlu, K., “*Cupressus sempervirens* L. ve *Cedrus libani* yapraklarında Taşıtların sebep olduğu kurşun (Pb) kirliliğinin Araştırılması” **BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 7 (2): 37-56, (2005).

- [19] Seed, R., “The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores Breeding and settlement” **Oecologia**, 3: 277-316 (1969).
- [20] Thisen, BF., “The growth of *Mytilus edulis* L. (Bivalvia) from Disko and Thule district Greenland” **Ophelia**, 12: 59-77 (1973).
- [21] Lutz, RA., Kennish, MJ., “Ecology and morphology of larval and early larval postlarval mussels. In the mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture (ed.E.M. Gosling)” Amsterdam: Elsevier Science Publ., 53 (1992).
- [22] Badcock, N., “Evolutionary and Ecological Entomology” Department of Animal and Plant Sciences. University of Sheffield (2004).
- [23] Förstner, U., Prosi, F., “Heavy metals pollution in freshwater ecosystems, In: O. Ravera (Ed.), Biological aspects of freshwater pollution” New York: Pergamon Pres (1979).
- [24] Gümgüm, B., Ünlü, E., Tez, Z., Gülsün, Z., “Heavy metal pollution in water, sediment and fish from the Tigris river in Turkey” **Chemosphere**, 29 (1): 111-16, (1994).
- [25] Ramadan, AA., “Heavy metal pollution and biomonitoring plants in Lake Manzala, Egypt” **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 6 (13): 1108-17, (2003).
- [26] Mohamed,AE., Awadallah, RM., Gaber, SA., “Chemical and ecological studies on *Tilapia nilotic*” **J. Water SA**, 16: 131-34, (1990).
- [27] Ali, MM., Soltan, ME., “Heavy metals in aquatic macrophytes, water and hydrosols from the river Nile, Egypt” **J. Union Arab. Biol.**, 9: 99-115, (1999).
- [28] Szefer, P., Ikuta, K., Kushiya, S., Frelek, K., Geldon, J., “Distributon of trace metals in the *Pacific oyster*, *Crassostrea gigas* and Crabs from the East cost of Kyusha Island, Japan” **Bull. Environ. Contam. Toxicol**, 58: 108-114, (1997).