

İzmir körfezinde yaşayan kaya balıklarında (*Gobius niger*) solungaç dokusunda oluşabilecek toksik etkinin ışık mikroskopik incelenmesi

Light microscopic investigation of the possible toxic effect on the gill of black goby (*Gobius niger*) living in izmir bay

Katalay S¹, Tuğlu İ², Minareci E¹

¹Celal Bayar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Muradiye-Manisa, TÜRKİYE

²Celal Bayar Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji-Embriyoloji AB, Manisa, TÜRKİYE

Özet

Amaç: Sudaki kirlenmeler gelişim sırasında birikim yolu ile doku hasarı oluşturarak doğa insan ve hayvan sağlığına üremesi için tehdit oluşturmaktadır. Çalışmada, İzmir körfezinden toplanan indikatör *Gobius* balıklarında histopatolojik çalışma ile toksisitenin solungaç dokusundaki etkisinin araştırılması ve beslenme yolu ile sığanlara olan yansımaları amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Kirliliğinin çevre sağlığına olan etkilerini belirlemek için İzmir körfezinin temiz ve kirliliği bölgeleri olarak farklı iki bölgesinden toplanan kaya balıklarının (*Gobius niger*) solungaç dokuları çıkarılarak formaldehit fiksasyonunu takiben parafin bloklandı ve alınan kesitler hematoksilin – eosin ile boyandı. Disseksiyon mikroskobu ile makroskopik, ışık mikroskobu ile histolojik görüntüler bilgisayar ortamına aktararak, skorlama ve morfolojik analizleri yapıldı. Balıklar öğütülerek sığanların sularına karıştırılıp, gebe kalma, doğurma ve doğan yavruların 3 aylık büyümeleri izlendi.

Bulgular: Toksik etkiden en fazla etkilenmesi beklenen solungaçların, minimal düzeyde epitel ve lameller hasar gösterdiği yapısal değişiklikler, eğer teknik nedenlerle oluşmadı iseler temizlenmekte olan İzmir körfezinde hala kirliliğin varlığına işaret edebilir. Bu balıklarla beslenen sığanların gebe kalmalarında, gelişmelerinde, doğan yavruların gelişimlerinde, ergenliğinde ve üreme yeteneklerinde hiçbir patoloji saptanmaması bu kirliliğin önemi olmadığını göstermektedir.

Sonuç: Solungaç dokusu incelenen balıklarda toksik etkinin minimal değişiklikler olarak gözlenmesi hala çevre kirliliğinin varlığına işaret etmekte, sediment örnekleri ve dokuda toksik madde birikimi verileri ile doğrulanması gerekmektedir. Bu balıklarla beslenmiş sığanlarda hem gebelikte hem de gelişimde patolojiye rastlanmaması, balıkta saptanan minimal toksik etkinin insan sağlığına tehdit oluşturmadığını düşündürmektedir. Bu tür çalışmaların daha ileri tekniklerle geliştirilmesi, çevre kirliliğinin biyolojik canlılara ve beslenmede oynadığı rol nedeniyle insan sağlığına etkilerinin anlaşılmasına büyük yararlar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler : histopatoloji, *Gobius niger*, deniz kirliliği, solungaç, sığan, gelişim

Summary

Aim : It is known that toxicants can accumulate in tissues during growth of aquatic organisms by bioaccumulation and often is biomagnified in the food chain interfering with the health and reproduction of both animals and humans. In the present study, the effects of these possible toxicants on the gill of the black goby and their possible contamination to the rats by food supply were examined.

Material-method : The gill of black goby caught at two different sites, a clean and a polluted region of the Izmir Bay were examined to investigate the effects of pollution on environmental health of the Bay. The morphology and histology of gills were evaluated under a dissection microscope using formalin-fixed sections stained with H&E. Data was input to the statistical software and analyzed for scoring and morphometry. Fish were chopped, passed through mixer and put into rat's drinking water and the development of the offsprings was examined for possible toxic effects.

Results : The structural changes of gill exhibited minimal lesions which may originate from pollutants, because they are in direct contact with their environment. The presence of minimal lesions such as epithelial and lamellar damage may be the indicators of environmental pollution in the Izmir Bay if they were not technical errors. Supplementation of food with these fish did not result in any toxic effect in rats as manifested by weight gain, development of offspring and fertility.

Conclusion: Minimal changes seen in gill tissue may suggest the possible environmental pollution in Izmir Bay. This observation must be confirmed and evaluated with sediment data and accumulation studies. *Gobius* living in sediment is a helpful indicator for the economic species. Therefore, supplementation of the rat food with this fish would be useful to understand the toxic effects of pollution in human health associated with ingesting contaminated food. Our results showed that there was no sign of this toxic effect observed during pregnancy, developmental stages, mature rats and their offspring. These results require confirmation with advanced molecular techniques to understand the safety of Bay fish on human health.

Keywords: Histopathology, *Gobius niger*, marine pollution, gill, rat, development.

Giriş

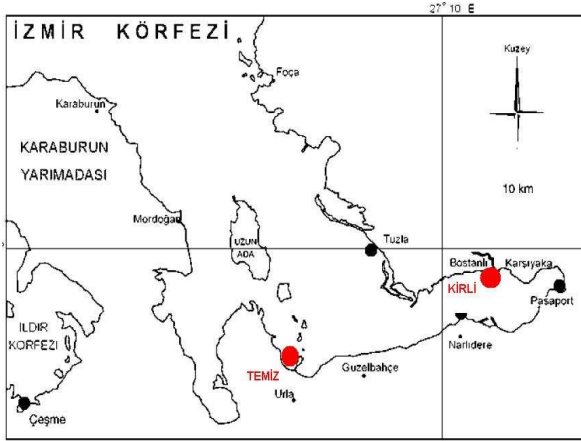
Teknolojik değişikliklerin getirdiği çevre kirliliğine bağlı olarak deniz canlıları birçok toksik maddeye değişik konsantrasyonlarında maruz kalmaktadır. Bu kirlenmenin sonucu dokularda toksik madde birikimine bağlı değişiklikler oluşmakta ve birçok patolojik duruma neden olmaktadır. Özellikle kadmiyum, cıva, kurşun ve krom gibi ağır metaller besin zinciriyle girdikleri canlı bünyelerinden doğal fizyolojik mekanizmalarla atılamadıkları için birikime uğrar ve bünyede belli sınır konsantrasyonlarının aşılması halinde toksik etki yaparlar. Bu birikim sonucunda sucul ortamda yaşayan balıklar ve diğer canlılar ölebilir. Hatta bu tür su ürünleriyle beslenen insanların yaşamı da tehlikeye girebilir. Toksik maddeler suda düşük konsantrasyonlarda bulunmaları halinde bile (örn. 1mg/l) insan sağlığına zarar vererek, hastalıklara ve hatta ölüme sebep olur (1).

Urla ve Çeşme dış körfezde yer alması nedeniyle temiz kabul edilmesine karşılık, Bostanlı, Karşıyaka ve Pasaportun da içinde yer aldığı İzmir iç körfezi 1960'li yıllardan başlayan ve giderek hızlanan bir süreç içinde tüm Akdeniz'de en önemli kirlilik artışının yaşandığı odaklardan biri haline gelmiştir (2). Bu sadece balıklarda oluşan hastalıklarla sınırlı kalmamakta (3) ekonomik ve besin değeri olan balıkların tüketilmesine bağlı insan sağlığına etki edebilmektedir (4). Çeşitli önlemler alınmaya çalışılsa bile henüz olumlu sonuçlara ulaşamamıştır. Körfezdeki kirlilik nedeniyle özellikle iç körfez

kısımında ekosistem zarar görmüş, birçok canlı türü yaşam alanını terk ederken orta ve dış körfezde aynı tehlike ile karşı karşıya kalmıştır (3). Sucul ortamdaki kirlilik durumu analitik yöntemler kullanılarak belirlene bilmektedir. Ancak, canlıların kirliliğe karşı gösterdiği metabolik, fizyolojik, histolojik, biyokimyasal vb. tepkiler ölçülerek çeşitli kirlilik düzeyleri saptanabilmektedir. Toksik etkiye maruz kalmış balıkların da özellikle ekonomik değeri olanlarının insan sağlığı için tehlike oluşturma riski bilinmemektedir. İzmir körfezi'ndeki kirliliğin balıkların dokuları üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkilerin histopatolojik yönden araştırılması konusunda pek fazla çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmada, İzmir körfezinde yaşayan kaya balıklarının solungaç dokularının histopatolojik olarak incelenmesi, temiz ve kirli olan bölgelerin karşılaştırılarak meydana gelen değişikliklerin ortaya konulması ve olası toksik etkinin memeli gelişimi-ne etkileri amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

2004–2005 yılları arasında İzmir iç körfezde atık su deşarjları civarında seçilmiş, , kirlilik için belirlenen Pasaport ve kirli olmayan referans bölgesi Urla istasyonlarından (Şekil 1) yakalanan kaya balıkları (*Gobius niger*) kullanıldı. her bölgeden 10 tane olmak üzere ortalama 9±4 cm boyunda ve 10±7 gr ağırlığında olan, kaya balıkları el oltası kullanılarak kıyıda yakalanmıştır.



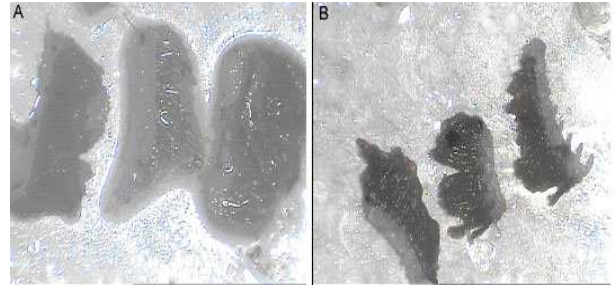
Şekil 1. İzmir körfezinde örnek alınan temiz ve kirli bölgeleri gösteren harita.

Kaya balığının seçilmesinin nedeni, her dönem bulunabilen bir test canlısı ve bentik bölgenin iyi bir göstergesi olmasıdır. Balıkların solungaç dokuları çıkarılarak makroskobik görüntüleri disseksiyon mikroskobu ile alındı. Formaldehit fiksasyonunu takiben parafin bloklandı, alınan kesitler hematoksilin-eosin boyaması yapılarak incelendi. Işık mikroskop ile alınan görüntüler bilgisayar ortamına aktarılarak, skorlama ve morfometrik analizleri yapıldı. Toksik etkinin belirlenmesinde piknosis için nükleus değişiklikleri, deposit birikimi için sitoplazma değişiklikleri, vakuolizasyon, atrofi, nekroz, inflamasyon, hiperplazi, hipertrofi, hemoraji ve ödem parametrelerine bakıldı. Kanama, ödem, epitel, kartilaj ve lamel hasarı olarak gruplandırılarak tablo yapımında kullanılmak üzere skorlandırıldı. Skorlama normal (0), az hasarlı (1), hasarlı (2) ve çok hasarlı (3) olacak şekilde kör yöntemle yapıldı. Veriler graphpad istatistik programı ile incelendi ve $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi (5).

Balıklar öğütülerek bulamaç haline getirildi ve sıçan kafeslerinin sularına karıştırılarak beslenmeye yönlendirildi. Her kafese bir erkek ve üç dişi konarak kirli ve temiz bölge örnekleri için toplam sekiz kafes kullanıldı. Her kafeste gebe kalma, doğurma ve doğan yavruların üç aylık gelişme süreleri patolojik bulgular için izlendi. Erginleşen yavruların ağırlık ve boyları ölçüldü, üreme yeteneklerine bakıldı. Alınan örneklerde bakılan parametreler, fotoğraflar ve morfometrik sonuçlar istatistikleri yapılarak değerlendirildi (6,7,8).

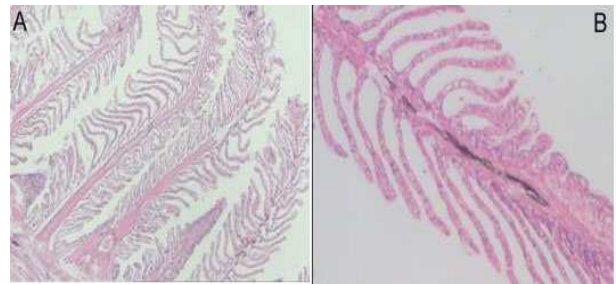
Bulgular

Makroskobik incelemelerde solungaçların kirli (**Şekil 2A**) ve temiz örneklerinin (**Şekil 2B**) karşılaştırılmasında çok farklı olmadıkları, kanama ve nekroz gibi ciddi patoloji göstermedikleri saptandı. Nadir olarak kistik oluşumlar, minimal düzeyde kanama ve inflamasyon alanları görüldü.

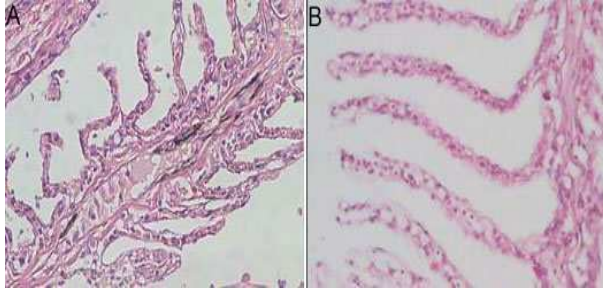


Şekil 2. Temiz (A, x16) ve kirli (B, x16) bölgeden alınmış solungaç örneklerinin makroskobik görüntüsü. Örnekler arasında çok farklı olmadığı, kanama ve nekroz gibi ciddi patoloji göstermedikleri saptandı. Nadir olarak kistik oluşumlar, minimal düzeyde kanama ve inflamasyon alanları görüldü.

Temiz (**Şekil 3**) ve kirli (**Şekil 4**) bölgelerin histolojik açıdan mikroskobik karşılaştırmalarında, solungaç dokusunun küçük (**Şekil 3A**) ve büyük (**Şekil 3B**) büyütmelelerinde temiz alan örnekleri için daha az olarak görülen, merkezde destek şeklinde bulunan kartilaj dokusu ve damarların az miktarda hasarlı görünümde olduğu, epitelin kesintisiz sürdüğü, primer ve sekonder lamellerin hafif hasarlı oldukları bulundu. Epitelde dökülme, kalınlaşma ve lamellalarda büzülme gibi bulgular temiz örneklerde bulundu (**Şekil 3A, B**). Kirli alan örneklerinde küçük (**Şekil 4A**) ve büyük (**Şekil 4B**) büyütmelelerde daha belirgin olan bu bulgulara, lamelların incelmeleri, epitelin bozulması ve dejenerasyon bulgularının da eşlik ettiği saptandı.

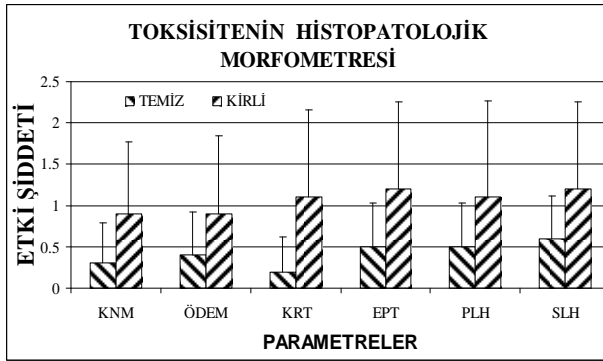


Şekil 3. Temiz bölgeden alınmış solungaç örneklerinin küçük (A, x100) ve büyük (B, x200) büyütmelelerinde histolojik görüntüsü. merkezde destek şeklinde bulunan kartilaj dokusu ve damarların az miktarda hasarlı görünümde olduğu, epitelin kesintisiz sürdüğü, primer ve sekonder lamellerin hafif hasarlı oldukları bulundu. Epitelde dökülme, kalınlaşma ve lamellelerde büzülme gibi bulgular görüldü.



Şekil 4. Kirli bölgeden alınmış solungaç örneklerinin küçük (A, x100) ve büyük (B, x200) büyütmelerde histolojik görüntüsü. Lamellerin incelmeleri, epitelin bozulması ve dejenerasyon bulgularına rastlandı.

Morfometrik sonuçlarda toksik etkinin göstergesi olarak kullanılan kanama, ödem, epitelyum hasarı ve kalınlaşması, kartilaj hasarı, primer ve sekonder lamella hasarı açısından yapılan temiz ve kirli bölge örneklerinde istatistiksel olarak fark saptanmamasına rağmen skorlamaların kirli alanda daha belirgin olduğu bulundu (Şekil 5).



Şekil 5. Toksik etki olasılığını göstermek için yapılan morfometre. Kanama (KNM), ödem (ÖDEM), kartilaj hasarı (KRT), epitelyum hasarı ve kalınlaşması (EPT), primer (PLH) ve sekonder lamella hasarı (SLH) açısından yapılan temiz ve kirli bölge örneklerinde istatistiksel olarak fark saptanmadı ($p>0.05$).

Çalışmanın insan sağlığını ilgilendiren yönü ile bu balıklarla beslenen sıçanların gelişimleri üzerindeki etkileri açısından da bir fark görülmedi. Sıçanların gebe kalmadan önce başlanan beslenmeleri, hamilelik boyunca sürdürüldü ve doğan yavrular 3 aylıkken yapılan vücut ağırlığı, boy ve üreme etkinliği açısından temiz ve kirli bölge örnekleri arasında bir değişiklik gözlenmedi. Benzer biçimde hamilelikte problem, doğan yavrularda anamoli, yeni doğan ve 3 aylık yavru sıçanlarda deri değişikliği gibi toksik etkiye bağlı hasara işaret edecek bulgu görülmedi (Tablo 1).

Tablo 1. Balıklarla beslenen sıçanların gelişimleri üzerindeki etkileri. Normal beslenme ile alınan ve biriken değerlerin oldukça üstünde olmasına rağmen hamilelik, yenidoğan, erişkin evrelerinde ve erişkin deneklerin üreme ve doğan yavrularında herhangi bir patolojiye işaret edecek hem vücut ağırlıkları, hem deri belirtisi gibi klinik bulguya rastlanılmadı.

	TEMİZ BÖLGE	KIRLI BÖLGE	
Anne sıçan ağırlığı	270 ± 33	278 ± 41	$p>0.05$
Baba sıçan ağırlığı	266 ± 38	251 ± 52	$p>0.05$
Doğan yavru sayısı	9 ± 4	8 ± 5	$p>0.05$
Doğan yavru ağırlığı	5.9 ± 1.4	4.8 ± 1.5	$p>0.05$
3 aylık yavru ağırlığı	188.87 ± 22.45	172.33 ± 28.88	$p>0.05$
Erkek yavru fertilitesi	6.12 ± 3.55	7.65 ± 4.34	$p>0.05$
Dişi yavru fertilitesi	8.55 ± 4.24	8.28 ± 5.82	$p>0.05$

Tartışma

Gelişen teknoloji sebebiyle çevresiyle gittikçe artan olumsuz bir ilişki içinde olan insan sağlığı baliğın bir yiyecek maddesi olarak ve denizel organizmalarla girdiği ilişkiler açısından bir tehdit altındadır. Balıkların sağlıklı olması insanların da sağlıklı olması anlamına gelmektedir. İzmir İç körfezinde yaşayan balıkların ekonomik değeri oldukça fazla olup, bu balıklarla beslenmenin çevre ve insan sağlığına yararı gibi zararı olma olasılığı bulunmaktadır. Özellikle körfezin uzun yıllar açık denizle bağlantısının olmaması, denize akan atıkların engellenememesi bu canlıların toksik etkiye maruz kalmasına neden olmakta ve biriken maddelerden özellikle ağır metallerin beslenme sonucu insan sağlığını da tehdit ettikleri düşünülmektedir. Bu çalışmada körfezden toplanan ve kirlilik için güzel bir örnek olan sedimentten beslenen kaya balıklarının birikime en uygun yerlerden biri olan solungaçları incelendi. Çalışmadan beklenen en büyük yarar ekosistemin var olma nedeni olan insan faktörü üzerindeki etkisi ile ilişkilendirilebilmesidir. Bir kirlilik indikatörü olan kaya balıklarının solungaçlarında görülen minimal değişiklikler ve oluşan hasarın azlığı toksik etkinin dokularda etkin olmadığını gösterdi. Özellikle balıklarda gelişmiş atılım ve detoksifikasyon yeteneğine bağlı korunma nedeniyle, toksik madde birikiminin yeterince gerçekleşmemesine bağlı olabilecek bu sonuçlar, körfezde yaşayan balıkların daha az etkilendiğini düşündürmektedir. Bu düşüncüyü destekler biçimde balıkların sıçan beslenmesine katılması ile hem gebelik döneminde hem de doğan yavru gelişiminde toksik etkiye işaret edecek bulguya rastlanmadı.

1995–2001 yılları arasında, İzmir'de İç, Orta ve Dış Körfez'deki dayanıklı organik kirleticilerin etkinliğini saptamak, bunların balıklara olan etkilerini belirlemek için, Körfez'in yedi bölgesinden yakalanan kefal ve dil balıklarının karaciğer enzimlerinden CYP1A protein ve enzim aktiviteleri biyomarker kullanılarak incelenmiştir. Biyoteknolojik yöntemlerle biyotarama çalışmaları yürütülmüştür. Yüzey balığı, kefal ve sediment balığı, dil balığı karaciğer enzimlerinin spektrofotometrik ve immüno kimyasal olarak Western-blot teknikleriyle ölçüldüğü 1995 ile 2001 yılları arasında yürütülen bu çalışmanın sonunda, İç ve Orta Körfez'in PAH/PCB ve dioksin tipindeki organik kirleticilerle aşırı miktarda kontamine olduğu ve bu kimyasalların balıklara da geçtiği saptanmıştır (9). Atgin ve ark. (2000), İzmir körfezinde 1995 senesinde sedimentte iz metal kirliliği araştırmalarında Cd, Cr, Cu, Pb, Zn gibi bazı ağır metallerin iç körfez sedimentinde ve nehir çıkışlarında birikim düzeyinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir (10). Küçüksezgin (2001), 1997-1998 döneminde İzmir körfezi sedimentinde Hg, Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Mn gibi bazı ağır metallerin dağılımını araştırmış ve metallerin, iç, orta ve dış körfez karşılaştırıldığında en yüksek birikimin yoğun bir şekilde endüstriyel kirliliğin etkisi altında bulunan iç körfezde olduğunu saptamıştır (11).

Sucul organizmalar arasında önemli bir yer tutan balıklar biyotestlerde olduğu kadar toksikolojik çalışmalar için de en uygun organizmalardır. Bu amaçla yapılan akut letal toksisite testleri toksik maddenin konsantrasyonunu belirlemekle birlikte toksik etkinin mekanizmasının anlaşılabilmesi için fizyolojik ve histopatolojik çalışmalarla desteklenmesi gerekir. Solungaçlar, ozmoregülasyon, asit-baz dengesinin düzenlenmesinde ve nitrojenli atıkların boşaltılmasında görevli olmaları nedeni ile dış ortam ile sürekli bir ilişki içerisinde. Balıkların yaşayıp, geliştikleri çevre ile olan etkileşimlerinde asıl bölgeyi oluşturmaları nedeniyle, sudaki kimyasallara veya çevre koşullarındaki değişiklikten ilk etkilenen yapılardır. Önceki çalışmalarda Cadiz körfezinin Estuarine bölgesinde yaşayan biri bentik diğeri pelajik bir tür olan *Solea senegalensis* ve *Fundulus heteroclitus*'ün solungaç dokularında yüksek bakır ve demir konsantrasyonu ortaya çıkmıştır. Çinko birikimi *Solea senegalensis* türünde karaciğerde en yüksekken, diğer türde solungaçta birikim en yüksek bulunmuştur (12).

Ege denizinde 10 istasyonda yapılan bir çalışmada *P. erythrinus* türünün farklı organ ve dokularındaki ağır metal seviyelerini bölgelere göre karşılaştırmış; En yüksek metal konsantrasyonlarını güney Ege' de saptarken, Aliağa körfezi'nin Cu, Cd ve Ni gibi ağır metal seviyeleri açısından minimum düzeyde olduğu belirlenmiştir (13). Yapılan bir başka çalışmada İzmir Körfezinde yaşayan bentik canlılardan *Gobius niger*'de metal birikim

düzeyleri (Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Mn ve Fe) araştırılmış, Cd değeri (0.08 µg Cd /g y.a), Cu (0.960 µgCu / g y.a) ve Zn (4,868 µg Zn/ g. y.a) konsantrasyonu *G. niger* türünde minimum seviyede bulunmuştur (14).

Balığın solungaçlarında yapılan histopatolojik çalışmalarda görülen dejeneratif değişikliklerden sinek şekilli lameller yapı ilerleyen dejenerasyona örnek olup, interlamel hücrelerin ikincil lamellerin aralarındaki boşlukları doldurması ile meydana gelmektedir (15). Bucher ve Hofer yapmış oldukları ekotoksikolojik bir çalışmada Inn nehrinin değişik bölgelerinden aldıkları *Salmo trutta*'nın solungaç, böbrek ve karaciğer dokularını histopatolojik olarak inceleyerek bölgesel kirliliğin etkisini araştırmışlar ve solungaçlarda klorit hücrelerinin çoğaldıklarını saptamışlardır (16).

Önceki çalışmalarda gözlenen ve endüstriyel atıkların bulunduğu ortamlardan alınan histolojik solungaç bulguları olan epitelin tahrip olması, sekonder solungaç lamellerinin epitel hücrelerinde hiperplazik bölgelerin varlığı, sekonder solungaç lamellerin eriyerek birbirine yapışıp kaynaşması sonucu iki, üç sıralı görünüm alması şeklindeki lameller birleşme, bazı solungaç lamellerinin uç kısımlarının çomak şeklinde olması gibi bulgulara nadir olarak rastlandı. Çeşitli hücre tiplerini içeren primer lamelde bulunan mukus salgılayan hücrelerin hipersegresyon görünümde olduğu, primer solungaç lamellerinin birbirinden ayrıldığı şeklinde ağır hasarı gösteren bulgulara rastlanmadı. Teknik nedenlere de bağlı olabilecek minimal doku hasarına rağmen ciddi kanama ve fibrosise rastlanmadı.

Bir başka çalışmada, Yukarı Sakarya Havzasında Yaşayan Sazan Balıklarının (*Cyprinus carpio* L., 1758) Solungaç, Karaciğer ve Böbrek Dokularının Histopatolojik Olarak İncelenmesinde toksik etkinin oldukça heterojen olduğu ve mikroskobik olarak patolojik bulgular gösteren balıklarda makroskobik incelemede belirgin bir toksik etkiye bağlı morfolojik değişiklik gözlenmemişlerdir (17). Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edildi. Makroskobik olarak bulgu saptanamazken, histolojik incelemede skorlama için kullanılan parametrelerden bazılarının varlığı, oldukça düşük düzeyde saptandı. Özellikle laboratuvar koşullarında, kontrol edilebilen ortamlarda ve belirgin toksik etkide gözlenen bu parametreler, bizim çalışmamızda toksik etkinin varlığının çok az olduğunu düşündürdü. Toplanan örneklerin çevresel koşullarının bilinmemesi, bu sonuçların değerlendirilmesinde, doku örneklerinde yapılacak ağır metal ve hidrokarbon türevi birikim ölçümlerinin saptanmasının gerekliliğine işaret etti. Örneklerin toplandığı alanlarda yapılacak sediment analizlerinin toksik etkinin varlığının desteklenmesinde ve sonuçların yorumlanmasında önemli bir kriter olacağını gösterdi.

Son yıllarda İzmir körfezinde yapılan çalışmalarla kirliliğin önlenmesine rağmen, solungaç dokuları incelenen balıklarda toksik etkinin minimal değişiklikler olarak gözlenmesi hala çevre kirliliğinin varlığına işaret etmektedir. Değişikliklerin yorumlanmasında sediment örneklerinin ve dokuda toksik madde birikiminin incelenmesinin çok yararlı olacağını düşündürmektedir. Sedimente bağımlı

bir tür olan kaya balığında olası toksik etkinin ekonomik türler için bir işaret olması nedeniyle saptanan minimal toksik etkinin anlamı büyük önem taşıyabilir. Bu tür çalışmaların daha ileri tekniklerle geliştirilmesi, hem çevre kirliliğinin biyolojik canlılar üzerindeki etkisi hem de beslenmede oynadığı rol nedeniyle insan sağlığına etkilerinin araştırılmasında büyük yararlar sağlayacaktır.

Kaynaklar

1. Türkiye'nin Çevre Sorunları. Türkiye'nin Çevre Sorunları Vakfı Yayını Kolektif Çalışma, 1989:478.
2. Turgut B, Tuncer G, Tuncel SG. "Metal Pollution in the Golden Horn: Contribution of Natural and Anthropogenic Components Since 1913". Water Sci Technol 1993; 28: 59-64.
3. Kocataş A, Ergen Z, Katağan T, Önen M, Çınar ME, Öztürk B, Doğan A. The Effects of the Pollution on the Distribution of Benthos in the Bay of İzmir. Marine Research in the İzmir Bay. September 17-19 Workshop abstract 1997; 90.
4. Arınç E, Bozcaarmutlu A, Sen A, Kocabıyık S. İzmir Körfez'indeki Toksik Karsinojenik Organik Kirliliğin Biyoteknolojik Yöntemlerle İzlenmesi, Boyutu ve Ekotoksikolojik Sonuçları. (editörler) Özhan, E., Alpaslan, N., *Türkiye'nin Kıyı Deniz Alanları IV. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı* 2002; 2: 889-902.
5. Temeltas G, Tikiz C, Dagci D, Tuğlu I, Yavasoglu A. The effects of botulinum-A toxin on bladder function and histology in spinal cord injured rats: is there any difference between early and late application? J Urol 2005;174: 2393-2396.
6. Rojik I, Nemcsok J, Boross L. Morphological and biochemical studies on liver, kidney and gill of fishes affected by pesticides. Acta Biol Hung 1983; 34: 81-92.
7. Wolf CJ, Ostby JS, Gray LE. Gestational exposure to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) severely alters reproductive function of female hamster offspring. Toxicological Sciences 1999; 51: 259-264.
8. Hellwig J, van Ravenzwaay B, Mayer M, Gembardt C. Pre- and Postnatal Oral Toxicity of Vinclozolin in Wistar and Long-Evans Rats. Regulatory Toxicology and Pharmacology 2000; 32: 42-50.
9. Arınç E. İzmir Körfezi'ni Ne Kadar Temiz? Cumhuriyet Bilim Teknik 2005; 941:9.
10. Atgin RS, El-Agfa O, Zararsız A, Kocataş A., Parlak. H. Investigation of the Sediment Pollution in İzmir Bay: Trace Elements Spectrochimica Acta Part B 2000; 55: 1151-1164.
11. Küçüksezgin F. Distribution of heavy Metals In The Surficial Sediments of İzmir bay (Turkey) Toxicology and Environmental Chemistry 2001; 80: 203-207.
12. Arellano JM, Ortiz JB, Capeta Da Silva, Gonzales de Canales ML, Sarasquete C, Arel Blasco J. Levels of copper, zinc, manganese and iron in two fish species from salt marshes of Cadiz Bay (Southwest Iberian Peninsula). Bol Inst Esp Oceanogr 1999; 15: 485-488.
13. Uluturhan E. Levels of Heavy Metals in Different organs of Pagellus erythrinus (Red Pandora) with Environmental Parameters in the Aegean sea. Doktora tezi 2004: 86.
14. Demirkurt E, Uysal H, Parlak H. The Levels of heavy metals accumulation some benthic organism living in İzmir Bay. Rapp Comm Int Mer Medit 1990; 32:1
15. Soderberg RW, McGee MV, Boyd CE. Histology of Cultured Channel Catfish, Ictalurus punctatus (Rafinesque). J Fish Biol 1984; 24: 683-690.
16. Bucher F, Hofer R. The Effects of Treated Domestic Sewage on Three Organs (Gills, Kidney, Liver) of Brown Trout (*Salmo trutta*). Wat Res 1993; 27: 253-261.
17. Barlas N. Histopathological Examination of Gill, Liver and Kidney Tissues of Carp (*Cyprinus carpio* L.,1758) Fish in the Upper Sakarya River Basin Tr J of Veterinary and Animal Sciences 1999; 23: 277-284.