

## Yukarı Sakarya Havzasında Yaşayan Sazan Balıklarının (*Cyprinus carpio* L., 1758) Solungaç, Karaciğer ve Böbrek Dokularının Histopatolojik Olarak İncelenmesi

Nurhayat BARLAS

Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 06532, Beytepe, Ankara-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 06.08.1997

**Özet:** Bu çalışmada, Yukarı Sakarya havzasında tespit edilen beş istasyondan Ekim 1995-1996 tarihleri arasında yaşları 1-2 arasında değişen 80 sazan (*Cyprinus carpio*) (her istasyondan 16) örneği mevsimsel olarak toplanmıştır. Balıkların solungaç, karaciğer ve böbrek morfolojilerinde meydana gelen yapısal değişiklikler incelenmiştir. Sucul ortamı habitat olarak kullanılan balıkların solungaçları buldukları çevre ile doğrudan temasta oldukları için, sudaki kirleticilerin yol açtığı doku hasarlarını direkt olarak yansıtmaktadırlar. Bu nedenle incelemelerde en fazla solungaçların etkilendiği, sekonder solungaç lamellerinin birbiri ile kaynaştığı ve normal görünümünün bozulduğu saptanmıştır. Solungaç epitelinde tespit edilen diğer histopatolojik lezyonlar hiperplazi, müköz hücrelerinin hipersegresyonu ve primer lamelin ayrılmasıdır. Karaciğer dokusunda hipertrofi, konjesyon ile özellikle lobüllerin perifer bölgelerinde mononükleer hücre infiltrasyonu tespit edilmiştir. Böbrek dokusunda saptanan patolojik lezyonlar ise özellikle tübül epitel hücrelerinde hipertrofi, nükleer piknoz ve absorpsiyon yüzeyinin tahrip olmasıdır. Sonuç olarak, bu çalışmada 5 istasyon birbiri ile karşılaştırılarak incelenmiş ve en yüksek kirlilik 3., 4. ve 5. istasyonlarda tespit edilmiştir. Balık dokularında yapılan mikroskobik incelemelerde, solungaçların birincil hedef organ olduğu ve patolojik bulguların sırasıyla karaciğer ve böbreklerde meydana geldiği saptanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Solungaç, Karaciğer, Böbrek, Toksik etki, Balık, Sakarya havzası

### Histopathological Examination of Gill, Liver and Kidney Tissues of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) Fish in the Upper Sakarya River Basin

**Abstract:** In this study, 80 carp specimens (*Cyprinus carpio*) (16 fish from each station) of ages between 1-2 were caught at five stations in the upper Sakarya river basin the four seasons between October 1995 and October 1996. The structural changes of gill, liver and spleen tissue of the carp were examined. The gills of fishes which live in aquatic habitat exhibit tissue lesions caused by water pollutants, because they are in direct contact with their environment. In the results of this study, it was found at secondary lamellae fused together, and the gills are the most affected organs. Other histopathological lesions, hyperplasia, hypersecretion of mucous cells and separation of the primary lamella were found in the gill epithelium. Also, hypertrophy, congestion and mononuclear cell infiltration were detected in the liver tissue especially in the peripheral region of lobules. In the kidney tissue, pathological lesions which included hypertrophy, nuclear pyknosis and disruption of the absorption surface, were detected especially in tubular epithelial cells. Proximal tubular degeneration was observed in the kidney tissue. In the results the 5 stations were compared with one another and the highest pollution was estimated to be at the 3rd, 4th and 5th stations. Microscopical examinations of fish tissue showed that the gills are the organs primarily affected and pathological findings were established in the liver and kidney.

**Key Words:** Gill, Liver, Kidney, Toxic effect, Fish, Sakarya basin

### Giriş

Genel olarak çevre kirleticiler endüstriyel ve tarımsal kökenli olmak üzere iki büyük grup altında sınıflandırılır. Kirliliğin büyük boyutlara ulaştığı günümüzde su kaynakları, atmosfer ve karasal ortamdan daha fazla etkilenmektedir. Su sistemlerinde çeşitli yollar ile gelen

atıkların içerdiği ağır metaller, hidrokarbonlar, petrol ürünleri ve evsel atıklardaki organik maddeler ve benzeri kirleticiler birikmektedir. Meydana gelen kirliliğin bir nedeni de nehir, göl ve diğer su kaynaklarının korunmasına yönelik olarak kullanılan pestisitlerdir. Bütün bu maddeler canlı sistemlerinde birikebilirler ve

\* Bu çalışma TÜBİTAK-YDABÇAG tarafından 217/A no lu proje ile desteklenen çalışmanın bir kısmıdır.

besin zinciri yoluyla her basamakta daha yüksek derişimlere ulaşabilirler (1).

Pestisitlerin hedef olmayan canlılar üzerindeki etkileri çok çeşitlidir. Bu etkileri mutajenik, karsinojenik ve teratojenik olarak sınıflandırılmaktadır (2,3). Pestisitlerden özellikle organoklorlular suda çözünmeyip yağ dokusunda çözünebilir olmaları nedeniyle organizmalar tarafından absorbe edildiklerinden farklı organ ve dokularda birikim gösterirler (4). Ayrıca, bu dokularda farklı derecelerde histopatolojik değişikliklere neden olurlar. Birikim olayı, su sistemlerinde özellikle sediment tabakasında birikim gösteren ağır metaller için de söz konusudur (5).

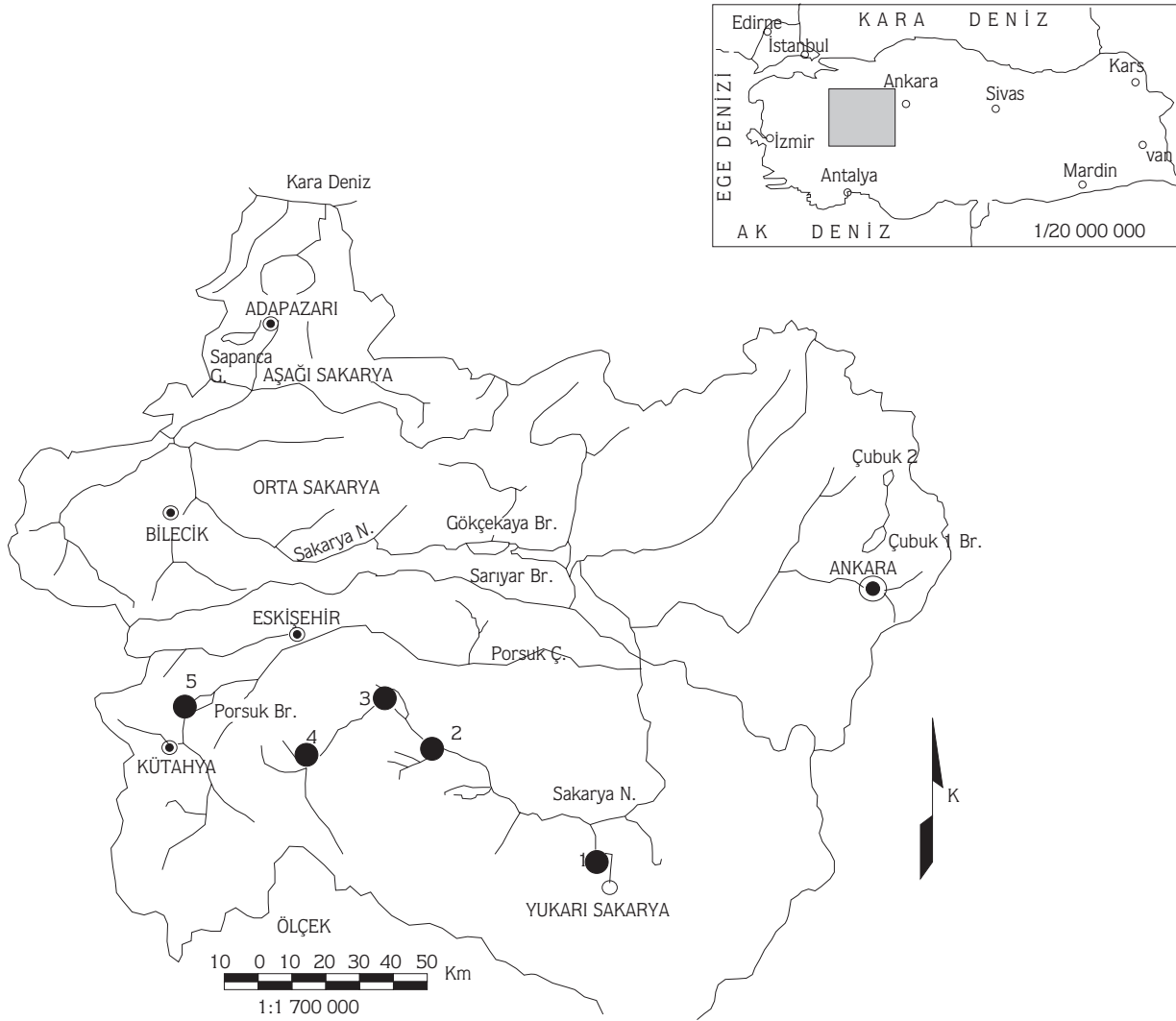
Yapılan çalışmalarda, Diazinonun 15, 30, 45, 60 ve 75 µg/l'lik dozlarının *Lepomis macrochirus*'un solungaçlarında hiperplazi, nekroz ve lameller bozulmaya neden olduğu (6), malatyonun tatlı su kedi balığına (*Heteropneustes fossilis*) uygulanması sonucunda karaciğer dokusunda piknoz ve hücre membranlarında bozulmaya yol açtığı belirtilmektedir (7,8). Aynı şekilde karbaril ve dimetoatın *Puntius conchoni*'un solungaç, karaciğer ve böbrek dokusunda dejeneratif değişikliklere neden olduğu belirtilmektedir (9). Benzer olarak ortamda bulunan ağır metaller ve suyun fiziksel parametrelerinin de balık dokularında değişikliklere yol açabileceği değişik araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Kadmiyumun tatlı su balıklarının böbrek dokusunda nefropatiye yol açtığı (10), solungaç dokusunda epitel tabakasının ayrıldığı, böbrek dokusu hücrelerinde vakuolizasyonun meydana geldiği, metal konsantrasyonu ve uygulama süresine bağlı olarak dejeneratif değişikliklerin arttığı belirtilmektedir (11).

Ülkemizde toksik maddelerin suda yaşayan canlılara olan olumsuz etkilerinin saptanması konusunda yapılan çalışmalar daha ziyade kalıntı miktarlarının tespitine yöneliktir (1, 12, 13). Özellikle arazi koşullarında balıkların histopatolojisine yönelik olarak yapılan ekotoksikolojik çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Bu nedenle çalışmada, Sakarya havzasında yaşayan sazan balıklarının solungaç, karaciğer ve böbrek dokularının histopatolojik olarak incelenmesi, kirlilik yönünden temiz ve kirliliği olan bölgelerin karşılaştırılarak meydana gelen etkilerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metod

Bu çalışmada, Sakarya havzasında Ekim 1995-1996 tarihleri arasında beş istasyondan mevsimlik olarak (Ekim, Şubat, Mayıs ve Ağustos aylarında) yaşları 1-2 arasında değişen her istasyondan 16, toplam 80 sazan örneği incelenmiştir. İncelenen balıklarının çatal boy, standart boy, total boy ile ağırlıkları ölçülmüş ve mümkün olduğunca birbirine yakın boy ve ağırlık değerlerine sahip balıklar incelemeye alınmıştır. Bu şekilde balık dokularında yaşa ve ağırlığa bağlı olabilecek varyasyonların olabildiğince azaltılması amaçlanmıştır. Ayrıca solungaç, karaciğer ve böbrek dokuları alınarak Bouin fiksatifinde tespit edilmişlerdir. Örneklerin alındığı istasyonlar sırasıyla, 1. Çeltik-Günyüzü, 2. Sakaryabaşı kaynağı, 3. Mahmudiye yol ayrımı, 4. Seydisuyu-Seyitgazi ve 5. Ilica-Kütahya olmak üzere Şekil 1 de belirtilmiştir. Harita üzerinde belirtilen istasyonların farklı derecelerde kirliliğe maruz kalması istasyon seçiminde baz alınmıştır. 1. istasyon olarak seçilen Çeltik-Günyüzü ile 2. istasyon olarak seçilen Sakaryabaşı kaynağına evsel veya endüstriyel bir kirlilik gelmemektedir. Bunun yanı sıra, 3. istasyon Mahmudiye yol ayrımı ve 4. istasyon olarak seçilen Seydisuyu-Seyitgazi çevresinde geniş tarım alanları (ayçiçeği, pancar vd.) ve yerleşim yerleri bulunmaktadır. Bu bölgelerden sözkonusu istasyonların seçildiği dere ve çaylara zirai tarım ilaçlarının kalıntıları ile evsel atıkların geldiği tespit edilmiştir (14). 5. istasyon olan Ilica ise Kütahya iline 20 km. uzaklıkta olup bu bölgede önemli birçok fabrika (gübre, şeker, bor vd.) ve sanayi (seramik) kuruluşu bulunmakta ve buradan çevreye önemli bir kirlilik yükü taşınmaktadır. Bu nedenle incelemelerde, kirliliğin daha az olduğu bölgelerden (1.,2.) yakalanan balık dokuları ile kirliliğin yoğun olduğu bölgeden (3., 4. ve 5.) yakalanan balık dokuları karşılaştırılmıştır. Yakalanan örneklerde karaciğerin sağ ve sol lobundan, solungaçların her ikisinden birer, böbreklerden de bir parça olarak alınan doku örnekleri bouin fiksatifine atılmış ve % 70 lik alkol içinde laboratuvara getirilmiştir. Doku örneklerinin alkol, ksilen ve paraffin serilerinden geçirilmesi ile elde edilen bloklardan 5-6µ kalınlığında kesitler hazırlanmış (her birinden 10 preparat) ve hematoksilin-eosin ile boyanarak Olympus marka ışık mikroskopunda çeşitli büyültmelerle histopatolojik yönden incelenmiştir (15). Boy ve ağırlık ortalama değerleri ile standart sapma değerlerinin hesaplanmasında student *t* testi (P=0.05) kullanılmıştır.



Şekil 1. Sakarya Havzasında balık örneklerinin alındığı istasyonlar

## Bulgular

### Makroskobik ve Mikroskobik Bulgular

Sakarya havzasında mevsimlik olarak yakalanan Sazan balıklarının ortalama boy ve ağırlıklarına ait değerler Tablo 1 de verilmiştir.

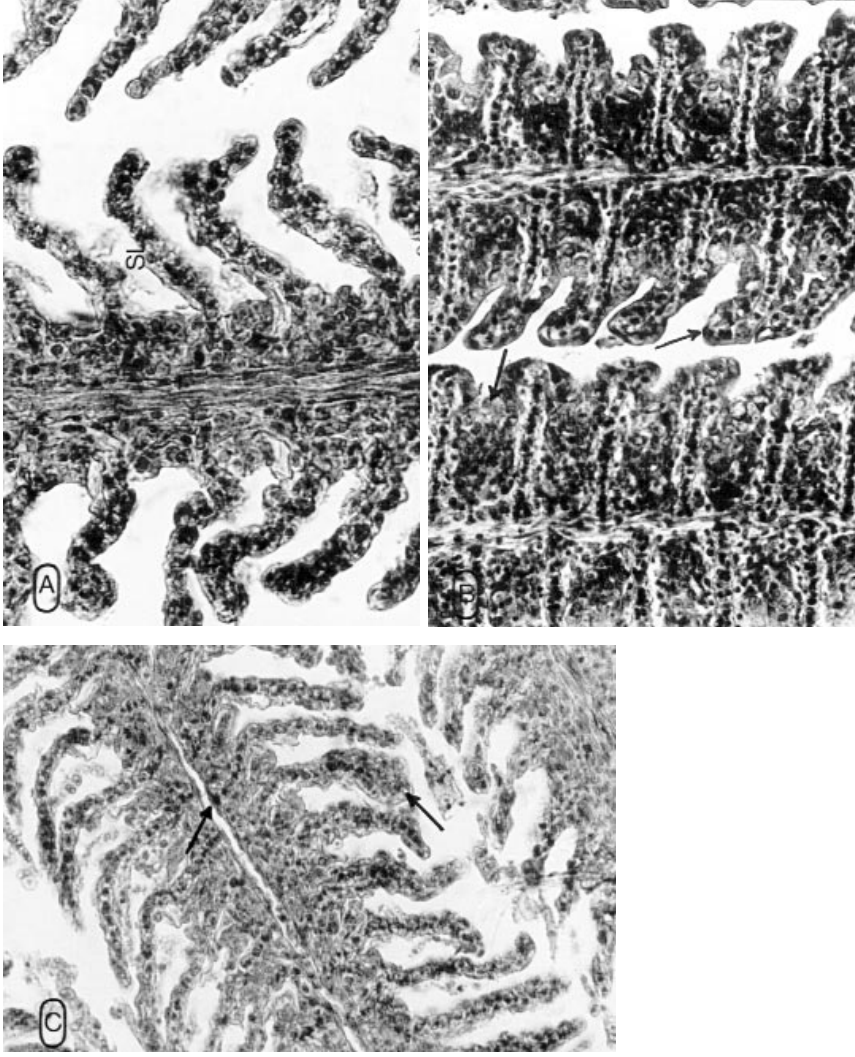
### Solungaç

Histolojik olarak incelenen solungaçlarda aşağıdaki bulgular saptanmıştır. Solungaç epitelinin tahrip olduğu, sekonder solungaç lamellerinin epitel hücrelerinde hiperplazik bölgelerin varlığı tespit edilmiştir. Sekonder solungaç lamellerin eriyerek birbirine yapışıp kaynaşması sonucu iki, üç sıralı görünüm aldığı (lameller birleşme), bazı solungaç lamellerinin uç kısımlarının çomak şeklinde

Tablo 1. Sakarya Havzasında Ekim 1995-1996 Tarihleri Arasında Mevsimsel Olarak Yakalanan Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Balıklarının Ortalama Boy, Ağırlık Değerleri ve Standart Hataları

İstasyon no	Total boy (cm)	Çatal boy (cm)	Standart boy (cm)	Ağırlık (g)
1	16.73±0.02	15.6±0.01	14.2±0.5	49.06±0.05
2	16.58±0.49	15.17±0.05	12.56±0.026	44.5±0.32
3	13.97±0.8	12.95±0.02	11.7±0.09	40.8±0.1
4	13.78±0.72	13.36±0.13	11.7±0.05	39.4±0.24
5	19.2±0.3	18.2±0.25	16.3±0.006	71.9±0.03

olduğu saptanmıştır (Şekil 2. A, B, C). Çeşitli hücre tiplerini içeren primer lamelde bulunan mukus salgılayan hücrelerin hipersegresyon görünümde olduğu, primer solungaç lamellerinin birbirinden ayrıldığı saptanmıştır.



Şekil 2. A) Solungaç Flamentinin Normal Yapısı. Sekonder Lamel (SL) (X450); B) Solungaç Epitel Hücrelerinin Primer Solungaç Lameli Arasındaki Boşlukları Doldurması ve Kaynaşması İle Meydana Gelen Birleşik Lamel Görünümü ( ↗ ) (X 450); C) Primer Solungaç Lamelinin Ayrılması ve Sekonder Lamellerin Uçlarının Çomak Şeklinde Görünümü ( ↗ ) (X 450).

Balık örneklerinin alındığı istasyonlar birbiri ile karşılaştırıldığında 1. ve 2. istasyonlardan alınan toplam 32 balık örneğinden 5'inin solungaç dokusunda hafif derecede hasarlar saptanmıştır. Bunun yanısıra, 3., 4. ve 5. istasyonlardan yakalanan toplam 48 balıktan 29'unda patolojik bulgu tespit edilmiştir. Bu nedenle değerlendirmelerde bu istasyonlardan alınan balıkların dokuları ile diğer istasyonlardan alınan balıkların dokuları karşılaştırılmıştır.

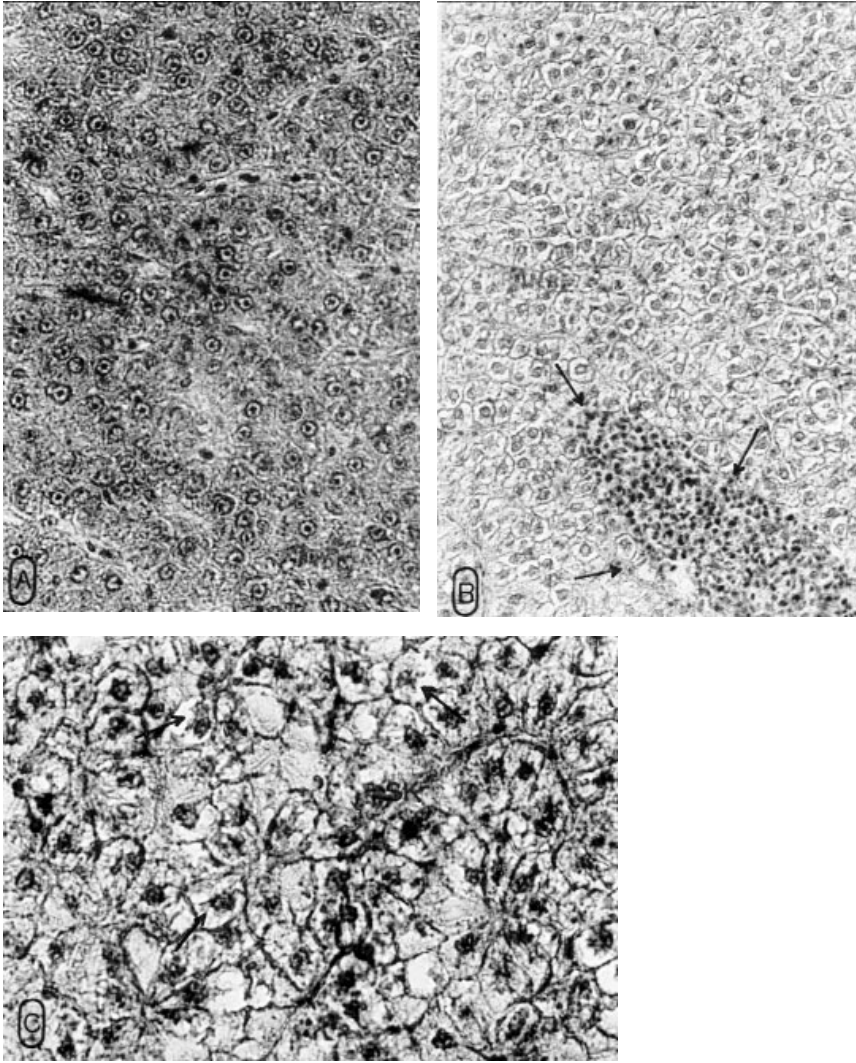
#### Karaciğer

Karaciğer dokusunda ise (Şekil 3. A, B) daha ziyade karaciğer loblarının perifer bölgelerinde yoğun olmak üzere, büyüklü, küçüklü mononükleer hücrelerden (lenfosit, monosit) oluşan odaklar tespit edilmiştir. Bunun yanısıra, karaciğerde özellikle merkezi kanallarda

ve sinüzoidal boşluklarda konjesyonun (kanlanma) varlığı saptanmıştır. Karaciğer dokusunda tespit edilen diğer bulgular ise hipertrofi ve hepatositlerin sitoplazmasında görülen vakuol oluşumudur (Şekil 3. C). Dejeneratif değişiklikler 3., 4. ve 5. istasyonlardan yakalanan balıkların 18'inde tespit edilmiştir.

#### Böbrek

Mezonefroz tipte olan balıkların böbreği, glomerulus, proksimal tübül, distal tübül ve toplama kanalları içermektedir. Bu tübüllerin etrafı hemopoietik doku tarafından çevrilmiştir. 1. ve 2. istasyonlardan yakalanan balıkların böbrek dokuları belirtilen bu yapıları içermektedir. Bu bölgelerden yakalanan balıkların böbrek dokularında yapısal bozukluğun olmadığı tespit edilmiştir. Diğer istasyonlardan (3.,4.,5.) alınan 21 örneğin böbrek



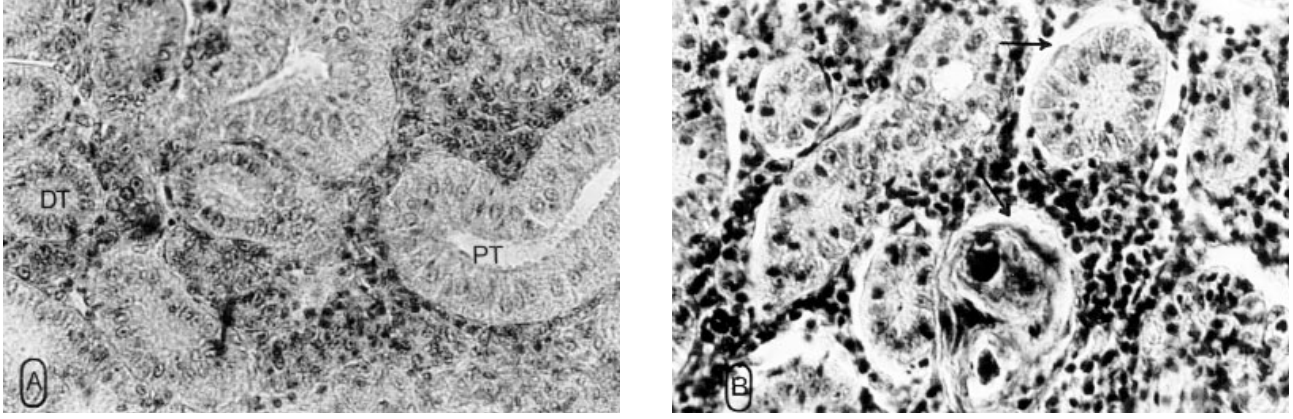
Şekil 3. A) Karaciğer Dokusunun Normal Görünümü (X450); B) Karaciğer de Lobül Çevresinde Mononükleer Hücre İnfiltrasyonu ( ↗ ) (X450); C) Karaciğer de Safra Kanallarının Genel Görünümü (SK) ve Hücrelerin Sitoplazmasında Vakuol Oluşumu (X 750).

dokusunda tübüllerin genel görünülerinin bozulduğu, absorpsiyon yüzeyinin tahrip olduğu tespit edilmiştir. Böbrekte özellikle proksimal tübüllerin etrafını çeviren bağ dokudan ayrıldığı, tübülü çevreleyen epitel hücrelerin piknoza girdiği, birçok tübülde epiteliyal dejenerasyonun meydana geldiği saptanan diğer histolojik bozukluklardır (Şekil 4. A, B).

### Tartışma

Sakarya havzasında sazan balıklarında mikroskopik olarak yapılan çalışmada, mevsimlik olarak beş istasyondan yakalanan, yaşları 1-2 arasında değişen ve mümkün olduğunca birbirine yakın boy ve ağırlık değerlerine sahip balıklar incelemeye alınmıştır. Bu şekilde balık dokularında yaşa ve ağırlığa bağlı olabilecek

varyasyonların olabildiğince azaltılması amaçlanmıştır. Histopatolojik incelemelerde sazan balıklarının solungaç, karaciğer ve böbrekleri incelenen dokular olarak seçilmiş ve önemli derecede bozukluklar saptanmıştır. Solungaçlar, ozmoregülasyon, asit-baz dengesinin düzenlenmesinde ve nitrojenli atıkların boşaltılmasında görevli olmaları nedeni ile dış ortam ile sürekli bir ilişki içerisindedir. Balıkların yaşayıp, geliştikleri çevre ile olan etkileşimlerinde asıl bölgeyi oluşturmaları nedeniyle sudaki kimyasallara veya çevre koşullarındaki değişikliğe bağlı olarak ilk etkilenen yapılarıdır. Karaciğerin bütün canlılarda toksik maddelerin detoksifiye edildiği bir organ olması, böbreğin ise özellikle tatlısu balıklarında fazla suyu dışarı atmada önemli bir işleve sahip olması nedeni ile bu dokuların incelenmesi zararlı maddelerin toksik etkilerini yansıtması açısından önemlidir (16). Aynı proje



Şekil 4. A) Böbrek Dokusunda Proksimal (PT) ve Distal (DT) Tübüllerin Genel Görünümü (X 750); B) Böbrek Dokusunda Tübül Epitel Hücrelerinde Hipertrofi ve Nükleer Piknoz ( ↗ ), (X 750).

çerçevesinde bölgenin ağır metal ve pestisit kirliliğinin tespitine yönelik olarak yapılan çalışmada, önemli bir kirliliğin olduğu tespit edilmiştir. Mevsimlik olarak alınan su, sediment ve balık doku örneklerinde ağır metaller (Pb, Cd, Ni, Cu, Co ve Mn) ile organoklorlu pestisitlerin varlığı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlarda özellikle 3., 4. ve 5. istasyonların bulunduğu bölgelerden alınan sediment ve balık kas dokusunda DDT ve metabolitleri, endrin, dieldrin, heptaklor ve heptaklor epoksit ile Pb, Cd, Cu ve Mn miktarları yüksek düzeyde tespit edilmiştir (14). Buna göre, dokularda tespit edilen dejeneratif değişiklikler pestisit ve ağır metallerin olumsuz etkilerinden kaynaklanmış olabilir.

Yapılan histopatolojik çalışmada balık solungaçlarında önemli dejeneratif değişiklikler saptanmıştır. Solungaçlarda gözlenen sinek şekilli lameller yapı ilerleyen dejenerasyona örnek olup, interlamel hücrelerin ikincil lamellerin aralarındaki boşlukları doldurması ile meydana gelen değişikliklerdir (17). İncelediğimiz balık solungaçlarında tespit edilen bu tip bulgular özellikle 3., 4. ve 5. istasyonlarda daha belirgin olarak gözlenmiştir. Bucher ve Hofer (18) yapmış oldukları ekotoksikolojik bir çalışmada Inn nehrinin değişik bölgelerinden aldıkları *Salmo trutta*'nın solungaç, böbrek ve karaciğer dokularını histopatolojik olarak inceleyerek bölgesel kirliliğin etkisini araştırmışlardır. İncelemeler sonucunda, solungaçlarda klorit hücrelerinin proliferasyonu, böbreğin proksimal tübüllerinde vakuoler değişiklikler ile hiyalin damlacık dejenerasyonu, karaciğerde ise özellikle kirlenmiş bölgeden alınan örneklerde infiltrasyon ve nekrozun varlığını tespit etmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada sert sularda bulunan kadmiyumun testere balığı

(*Gasteroustes aculeatus*)'na etkisi incelendiğinde böbrek ve solungaç dokularında ölüm nedeni olabilecek sitolojik parçalanmanın görüldüğü, böbrek dokusunda tübüllerin tahrip olduğu, sekonder lamellerin birbiri ile kaynaştığı saptanmıştır (11). Hiperplazi oluşumu pestisit ve ağır metal uygulamasına maruz kalan balıkların solungaç lameller epitelinde gözlenen önemli patolojik bozukluklardan birisidir. Yapılan bir çalışmada, diazinonun *Lepomis macrochirus*'da benzer patolojik değişikliklere yol açtığı, doza bağlı olarak deformasyonların arttığı tespit edilmiştir (6, 19). Organoklorlu pestisitlerden malatyonun *Heteropneustes fossilis*'de karaciğer dokusunda hemorrajik, hepatositlerde vakuolizasyon ve piknotik nükleusların oluşmasına neden olduğu (7), aldikarb, fosfamidon ve endosülfanın *Puntius conchoniis*'de hipertrofiye bağlı hepatik lezyon, vakuolizasyon ve yağ dejenerasyonu meydana getirdiği belirtilmiştir (20). Bu gibi histopatolojik değişiklikler karaciğerin fonksiyonel yeteneğinde bir azalmaya yol açabileceği gibi, birçok organ sisteminin işleyişini de etkileyebilir. Karaciğer dokusunda tespit edilen bulgulardan birisi de hepatosit hücrelerinde sitoplazmada görülen vakuol oluşumudur. Ayrıca, Şekil 3.C de görüldüğü gibi sazan balıklarında karaciğer dokusunun görünümü normalden farklıdır. Bunun nedeni ise sazan balığı dahil birçok balıkta pankreatik doku portal venin dalları boyunca karaciğeri kaplar. Bu şekilde hepatik ve pankreatik dokunun kombine olmuş haline hepatopankreas denir (17). Solungaç ve karaciğer dokusunun yanısıra, böbrek dokusunda özellikle proksimal tübüllerin olumsuz şekilde etkilendiği saptanmıştır. Böbrek, özellikle tatlısu balıklarında vücuda

solungaçlarla giren fazla miktardaki suyun boşaltılmasını sağlar. Bu nedenle solungaçların yanısıra, suda bulunan toksik maddeler doğrudan böbreklerde harabiyete neden olmaktadır. Ağır metaller veya tarımsal kimyasallar böbrek tübüllerini etkiler. Bu harabiyetlerin çoğu tübül epitel hücrelerde olmaktadır. Kas ve karaciğer parankimasında olduğu gibi, böbrek tübül epitel hücrelerindeki şişme parankim dejenerasyonu olarak bilinmektedir. Bu durum organın veya hücrenin aşırı çalışması sonucu artan, geri dönüşümlü bir değişiklik olarak belirtilmektedir (17).

Su sistemlerine çeşitli yollar ile ulaşan endüstriyel ve evsel atıklar, kimyasal gübrelerin kullanımı ile açığa çıkan ağır metaller özellikle sediment ve sucul organizmaların yağ dokularında birikime uğramakta ve konsantre edilmektedir (21). Bu durumda, zehirli maddeler suda çok düşük konsantrasyonlarda olsalar bile direkt etki oluşturmazlar, fakat absorbe edilmeleri nedeni ile besin zincirinde yükseltgenmeye uğrayarak predatörleri etkilerler (5). Bu biyolojik yükseltgenme olayı çoğunlukla pestisit ve ağır metaller için geçerlidir. Pestisitler lipofilik olmalarından dolayı sudan yağ dokusuna geçmekte ve birikim göstermektedir. Canlılarda meydana gelebilecek toksisitenin çeşidi ve şiddeti türler arasında hatta aynı

türün bireyleri arasında dahi değişken olabilir. Toksik bir maddenin etkisi konsantrasyona ve uygulama veya maruz kalma süresine bağlıdır. Sucul canlılarda geri dönüşümü olmayacak şekilde meydana gelen patolojik durumlar, üreme ve davranış bozukluklarına neden olabileceğinden popülasyonun azalmasına ve türün ortadan kalkmasına kadar varabilen sonuçlara yol açabilirler.

Sakarya havzasına ait kalite haritaları incelendiğinde, yan kollardan akarsuya büyük kirlilik yükünün geldiği, bu kirlilik yükünün evsel atıkların yanısıra endüstriyel atıklardan kaynaklandığı yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (22, 23).

Yukarı Sakarya havzasında yapmış olduğumuz çalışmada özellikle 3., 4. ve 5. istasyonların ağır metal ve pestisitlerle kontamine olduğu tespit edilmiştir (14). Bunun yanısıra incelenen balık dokularında mevsimsel olarak bariz bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

Sonuç olarak Sakarya havzasında özellikle 3., 4. ve 5. istasyonların kapsadığı alanlarda başta balık türleri olmak üzere sucul ortamda bulunan bütün organizmaların önemli bir kirlilik yükü ile karşı karşıya bulunduğunu, gerekli önlemlerin alınmaması durumunda, çok yakın bir gelecekte canlı türlerinin yok olma tehlikesine girebileceğini söyleyebiliriz.

## Kaynaklar

1. Ayaş, Z., Barlas, N and Kolonkaya, D., Determination of Organochlorine Pesticide Residues in Various Environments and Organisms in Göksu Delta, Türkiye. *Aquat. Toxic.* 39, 171-181, 1997.
2. Vural, N. Toksikoloji: Ankara Üniversitesi Eczacılık Yayınları, No: 56, 1984.
3. Barlas, N. E., Toxicological assessment of biodegraded malathion in albino mice. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 57(5): 705-712, 1996.
4. Overstreet, R.M., Aquatic Pollution Problems, Southeastern U.S. Coasts: Histopathological Indicators. *Aquat. Toxic.* 11: 213-239, 1988.
5. Mallat, J., Fish Gill Structural Changes Induced by Toxicants and Other Irritants: A Statistical Review. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 42, 630-648, 1985.
6. Dutta, H.M., Richmonds, R and Zeno ,T., Effects of Diazonun on the Gills of Bluegill Sunfish *Lepomis macrochirus*. *J. Environ. Path. and Onco.* 12 (4): 219-227, 1993.
7. Dutta, H.M., Adhikari, S., Singh, N.K., Roy, P.K and Munshi, S.D., Histopathological Changes Induced By Malathion in the Liver of a Freshwater Catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 51: 895-900, 1993.
8. Richmonds, C and Dutta, H.M., Histopathological Changes Induced by Malathion in the Gills of Bluegill *Lepomis macrochirus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 43: 123-130, 1989.
9. Gill, T. S., Pant, J.C. and Pant, J., Gill, Liver, and Kidney Lesions Associated with Experimental Exposures to Carbaryl and Dimethoat in the Fish (*Puntius conchoniun* Ham.). *Bull. Environ. Contam. Toxic.* 1988.
10. Gill, T.S., Pant, J. C and Tewari, H., Cadmium Nephropathy in a Freshwater Fish, *Puntius conchoniun* Hamilton. *Ecotoxic. and Environ. Saf.* 18: 165-172, 1989.
11. Oronsaye J.A.O., Histological Changes in the Kidneys and Gills of the Stickleback, *Gasterousteus aculeatus* L. Exposed to Dissolved Cadmium in Hard Water. *Ecotoxic. and Environ. Saf.* 17: 279-290, 1989.
12. Canlı, M and Kargın, F., A Comparative Study on Heavy Metal (Cd, Cr, Pb and Ni) Accumulation in the Tissue of the Carp *Cyprinus carpio* and the Nile Fish *Tilapia nilotica*. *Tr. J. of Zoology* 19: 156-171, 1995.
13. Kargın, F ve Erdem, C., *Cyprinus carpio* da Bakırın Karaciğer, Dalak, Mide, Barsak, Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikimi. *Doğa. Tr. J. of Zoology.* 15: 306-314, 1991.

14. Barlas, N., A Pilot Study of Heavy Metal Concentration in Various Environments and Fishes in Upper Sakarya River Basin, Türkiye. Environmental Toxicology and Water Quality An International Journal. 14, 3, 1999.
15. Gurr, F., Biological Staining Methods. Tonbridge Printers Ltd., Tonbridge, Kent 1972, 143 sayfa.
16. Hibiya, T., An Atlas of Fish Histology. Normal and Pathological Features. Kodansha LTD. 12-21 Ottawa, Bunyo-ko Tokyo, 112, Japan. 1982, 147 sayfa.
17. Soderberg, R.W., McGee, M.V and Boyd, C.E., Histology of Cultured Channel Catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). J.Fish. Biol. 24: 683-690, 1984.
18. Bucher, F and Hofer, R., The Effects of Treated Domestic Sewage on Three Organs (Gills, Kidney, Liver) of Brown Trout (*Salmo trutta*). Wat. Res. 27: 253-261, 1993.
19. Mueller, M.E., Sanchez, D.A and Bergman, H.L., Nature and Time Course of Acclimation to Aluminum in Juvenile Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*). II. Gill Histology. Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 48, 1991.
20. Gill T.S., Pande J and Tewari H., Hepatopathotoxicity of Three Pesticides in a Freshwater Fish, *Puntius conchoniis* Ham. J.Environ. Sci. Health. A25(6): 653-663, 1990.
21. Ayas, Z and Kolonkaya, D., Accumulation of Some Heavy Metals in Various Environments and Organisms at Göksu Delta, Türkiye, 1991-1993. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 56: 65-72, 1996.
22. DSİ, Sakarya-Seyhan Havzalarında Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Bu Havzalarda Kalite Sınıflarının Tespiti Projesi Raporu. İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Haziran 1992, 136 sayfa.
23. Güven, F., Sakaryabaşı Kaynaklarının Çevresel İzotop Hidrolojisi İncelenmesi. Yüksek Mühendislik tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Beytepe Ankara, 1996.