

Balıklarda Toksikopatolojik Lezyonlar I

Arzu UÇAR

Muhammed ATAMANALP

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, 25240, Erzurum, Türkiye (arzufluy@hotmail.com)

Geliş Tarihi : 07.04.2008

ÖZET: Balıklarda kirleticilerin etkilerinin belirlenmesinde canlı ağırlık artışı, hepatosomatik indeks, yaşama gücü, yüzme performansı, hematolojik ve kan biyokimyası gibi parametrelerden yararlanılır. Bu parametrelerde ortaya çıkan normalden sapmalar, denenen kimyasalın olumsuz etkisi olarak değerlendirilir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, bu parametrelere ilaveten makroskobik ve mikroskobik patolojik bulgularda eklenmiştir. Hücre, doku ve organın normal yapısından sergilediği farklılıklar uygun metotlar ile belirlenerek kirleticilerin etkileri rapor edilmektedir. Bu derlemede çok sayıda araştırmacının farklı balık türlerinde farklı kimyasalları deneyerek ortaya koydukları lezyonlar farklı organlara göre irdelenmeye çalışılmıştır. İlk bölümde karaciğer, dalak, böbrek ve sindirim sistemindeki toksikopatolojik lezyonlar konu edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Patolojik bulgular, kirleticiler, balık, karaciğer, böbrek, dalak.

Toxicopathological Lesions in Fish I

ABSTRACT: Live weight gain, hepatosomatic index, survival rate, swimming performance, hematological and biochemical parameters are used for determining the effects of pollutants on fish. Observing differences from standard values at these parameters are evaluated as the negative effects of the trying chemical. In recent years' researches macroscopic and microscopic pathological diagnosis are added to these parameters. Alterations in cell, tissue and organ are determined with suitable methods and reported as the effects of contaminants. In this review, it is aimed to gather the findings of many researchers with trying the different chemicals and different fish species.

Key Words: Pathological findings, pollutants, fish, liver, kidney, spleen.

GİRİŞ

Hastalık ve zararlı etmenlerin neden olduğu yapısal ve fonksiyonel değişiklikleri inceleyen tıp dalı olarak bilinen patoloji, son yıllarda hızla gelişen su ürünleri sektöründe yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir. Önceleri sucul canlıların hücre, organ ve dokularının normal anatomileri hakkında bilgiler sınırlı olduğundan patolojik bulguların değerlendirilmesi de çok kolay ve sağlıklı olmazken günümüzde bu bulgular artık sınıflandırılabilir hale gelmiştir. Öyle ki hastalık kökenli olanlar ayrı, toksikolojik kökenli olanlar (toksikopatolojik) ise ayrı olarak değerlendirilmektedir.

Dokuların mikroskobik incelemeleri tıp ve veteriner hekimliğinde hastalıkların ve toksikolojik etkilerin belirlenmesi için uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Bu konuda çalışan araştırmacıların ortak görüşü her kirleticinin bir histopatolojik potansiyeli olduğu ve bunların biomonitör ajan olarak kullanılabilmesidir (Heath, 1987).

Balıklarda patolojik çalışmalarda her bir organ sistemi önce ayrı ayrı incelenir sonra elde edilen sonuçlar ile genel değerlendirme yapılır. Patolojik değişikliklerin doğru belirlenmesi açısından en önemli husus organ, doku ve hücrelerin normal yapısının bilinmesidir. Bunun yanında dikkat edilmesi gereken başka noktalarda bulunmaktadır. Toksikopatolojik lezyonların belirlenmesi amacıyla yapılan otopsi öncesinde belli bir süre geçeceği için örnekleme yapılırken, balıklar sudan çıkarıldığında ve taşıma tanklarına konulduğunda gerekli özen gösterilmelidir. Bu aşamadaki dikkat eksikliği

sonucunda ortaya çıkacak değişimler kirleticinin neden olduğu bulgularla karıştırılabilir. Örneğin; operasyonlar sırasında oluşacak stresten dolayı solungaç hücrelerinde hipertrofi görülebilir.

Kirleticilerin etkisine bağlı olarak organ, doku ve hücre tiplerinde ortaya çıkan hücresel değişiklikler benzer olabileceği gibi farklılıklar da gösterebilir. Toksik maddelerin şiddetine bağlı olarak, değişimler bu seviyelerin herhangi birisinde olabileceği gibi daha üst seviyeye çıkıp balığın genel sağlığını ve hatta popülasyonu etkileyebilir (Lawrence ve Hemingway, 2003).

Balıkları olumsuz etkileyen çevre faktörleri biyotoksinler, parazitler, enfeksiyona neden olan mikroorganizmalar, fiziksel-kimyasal faktörler, pestisit, hidrokarbon ve ağır metaller gibi kirleticilerdir (Lloyd, 1992)

Kapsamın geniş olmasından dolayı iki bölümde hazırlanan bu derlemenin ilki olan bu çalışmada karaciğer, dalak, böbrek ve sindirim sistemi; ikinci bölümünde ise deri, solungaç, iskelet, endokrin organlar ve gonadlardaki toksikopatolojik lezyonlar bu konuda çalışanların yararlanması amacıyla irdelenecektir.

Karaciğer

Balık karaciğeri diğer omurgalılarda olduğu gibi birçok hayati fonksiyonu kontrol eden anahtar organ olup hem anabolizma hem de katabolizmada görev aldığı için balık fizyolojisinde önemli bir yere sahiptir (Brusle ve Anadon, 1996).

Karaciğer bir detoksifikasyon organı olup toksik bileşenlerin metabolizma ve atılmalarında önemlidir. Toksik maddelere maruz kalmalar karaciğerde histolojik değişimlere neden olduğundan bu organ iyi bir biyomarkır (biyolojik gösterge)'dir (Hinton ve Couch, 1984).

Toksik maddelerin detoksifikasyonunda görev alan en önemli organ karaciğerdir. Kirleticilerin bazı balık türlerinde oluşturduğu, makroskobik değişimler (nodül ve tümörler) arazi şartlarında kolayca tespit edilebilir (Lawrence ve Hemingway, 2003).

Karaciğer toksik bileşenleri indirgeme yeteneğinde olmasına rağmen bu bileşiklerin yüksek konsantrasyonları karaciğerin bu mekanizmasını devre dışı bırakabilir. Kirleticilerin etkisi ile balık karaciğerinde ortaya çıkan histopatolojik değişimler hakkında çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda denenen kimyasallar arsenik, kadmiyum ve civa gibi metaller, amonyum, klorin ve fenoller gibi endüstriyel atıklar, endrin, dieldrin, dursban, diazinon gibi organofosfatlı ve organoklorinli pestisitler ve petrol hidrokarbonlarıdır (Heath, 1987; Brusle ve Anadon, 1996).

Kimyasalların patolojik etkilerinde balık türlerinin farklılığı önemlidir. Klor levrek karaciğerinde histolojik lezyonlara sebep olurken alabalık karaciğerinde herhangi bir histolojik değişim yapmamıştır (Bass vd., 1977).

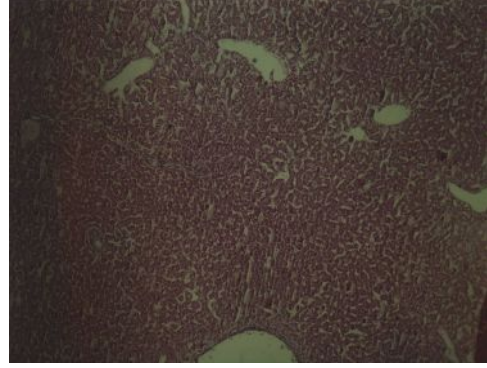
Karaciğerde belirlenen histopatolojik bulgular; hepatosit sitoplazmasındaki vakuollerde artış, lizozomlarda genişleme, hücre şekillerinde değişim, nekrozlar, iskemide (bir bölgenin geçici kansızlığı) ve yağ dejenerasyonlarıdır (Heath, 1987).

Cypermethrine maruz kalan gökkuşuğu alabalığı karaciğerinde hepatositlerde hidropik dejenerasyon, vakuoler dejenerasyon, yağlanma, hemoraji, hücresel nekroz, interstisyel dokusunda iltihabi hücre infiltrasyonu ve fibroblastik proliferasyon belirlenmiştir (Şekil 1,2) (Atamanalp, 2000).

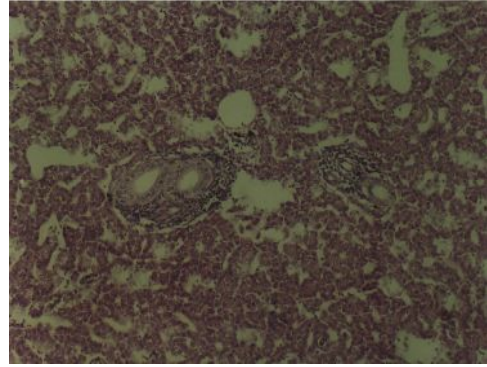
Deltametrin sivrisinek balığı solungaç epitelyumunda hipertrofi, ödem ve anevrizmaya sebep olmuştur (Cengiz ve Unlu, 2005).

Bakır kahverengi alabalıkta mitokondrilerde büzülme, çekirdekte genişleme şeklinde hepatosit değişimlerine neden olmaktadır (Lenand, 1983).

Tarımsal kimyasallar balık karaciğerinde hiperemi (kan hücumu), renksiz alanlarda peteşi, yağlanma, damar ve sinüzoidlerde tıkanma, periportal nekrozlar, hepatosit yapısında değişim, glikojen deposunda artış gibi belirtiler ortaya çıkarır (Walsh ve William, 1972).



Şekil 1. Toksik maddeye maruz kalmamış gökkuşuğu alabalığı karaciğer dokusu (Atamanalp, 2000).



Şekil 2. Pestisite maruz kalmış gökkuşuğu alabalığı karaciğer kesiti (Atamanalp, 2000).

Yapılan çalışmalarda kahverengi alabalıkta DDT' nin hepatic hücrelerde vakuollere yol açtığını (King, 1962), klordane'nin göl alabalığı karaciğerinde odaksal alanlarda hücresel vakülasyon ve hepatositlerde hidropik dejenerasyon yaptığını bildirmişlerdir (Eller, 1971). Metoksiklor' un gökkuşuğu alabalığı karaciğerinde spesifik olmayan dejenerasyonlar yaptığını (Cope, 1966), yine aynı balığın Dyloks' a 16 saat maruz bırakılmasının karaciğer hücrelerinde vakülasyona ve yağlanmaya yol açtığını rapor etmişlerdir (Matton ve LaHam, 1969). Deltametrin sivrisinek balığı karaciğerinde hipertrofi, kupfer hücrelerinde belirgin artış, nekrozlar ve yağ dejenerasyonları ortaya çıkarmıştır (Cengiz ve Unlu, 2005).

Yassı balıklarda gözlenen hepatic lezyonlar birkaç grupta incelenir. Bunlar:

-Safra epitel hücreleri ve hepatoselüler hidropik dejenerasyon

-Hematoksilen ve eosin teknikleriyle boyanarak ortaya konulan bazofilik ve eozinofilik hücresel farklılıklar

- Safra kanalında tümörler

-İkinci grup lezyonlar neoplastik olmayan proliferatif lezyonları (hepatoselüler rejenerasyon, safra kanalı hiperplazası ve hepatofibrosis), lokal yada yaygın hücrese nekrozları içerir.

Son gruptaki lezyonlar; karaciğerin depolama özellikleri ile ilgili olanları içerir. Bunlar balığın sağlık durumu hakkında daha geniş bilgi sağlarlar (Lawrence ve Hemingway, 2003).

Son yıllarda yapılan çalışmalar enzim aktivitelerindeki değişimler ve hepatositlerde DNA'nın etkilenmesi gibi toksikopatolojik lezyonları belirlemeyi amaçlamaktadır. Histopatolojik analizler ile birleştirilen bu teknikler marker enzimlerin, mikroskobik ve makroskobik lezyonların varlığı ve oluşum arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için önemlidir. Bununla birlikte bu ilişkilerin balık türlerine göre farklılık gösteriyor olması çalışmaları güçleştirmektedir (Lawrence ve Hemingway, 2003).

Meksika'da organik kirleticilerden yoğun olarak etkilenen bir nehirden yakalanan kedibalıği karaciğerlerinde hepatik tümörler başta olmak üzere yaygın hücrese değişimler belirlenmiştir (Lawrence ve Hemingway, 2003).

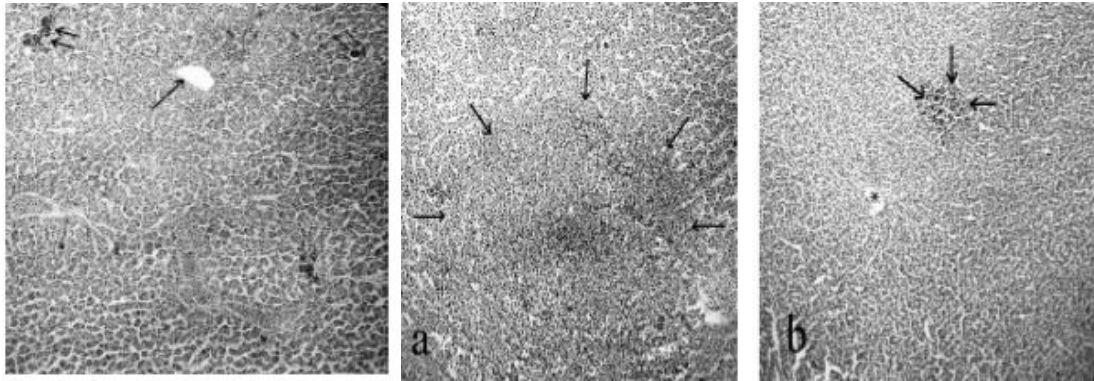
Bir diğer çalışmada pisi balıklarının karaciğerlerinde yüksek mitotik aktivite ve fazla miktarda yağlanma belirlenmiş olup kirliliğin daha az olduğu bölgedeki balıklarda bu bulgular daha hafif olarak ortaya çıkmıştır (Simpson, 1992).

Salmon ve alabalıklarda dimetil sülfoksit karaciğer hücrelerinde değişimlere yol açmıştır (Pete vd., 1968). Petrol rafinerisi atıkları denenen dozlarda tilapia karaciğerlerinde bulgular oluşturmamıştır (Onwumere ve Oladimeji, 1990).

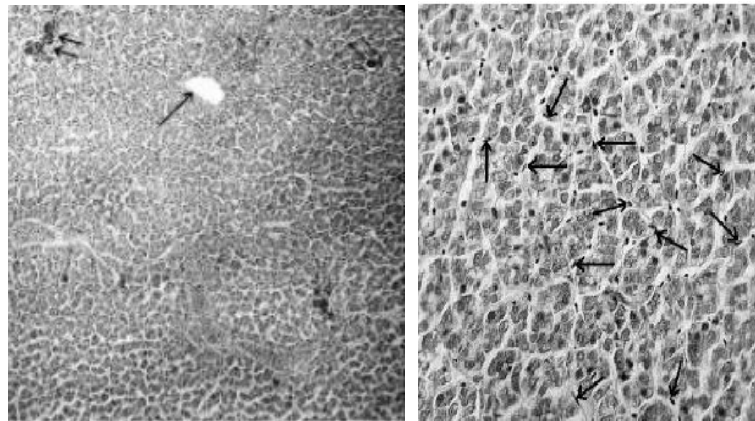
Bakır, krom ve manganez levrek karaciğerinde dejenerasyona yol açar (Krishnani vd., 2003).

Afrika kedi balığında kurşun; safra epitel hücrelerinde ayrışmaya, hepatik parankima çevresinde bağ dokusunda artışa ve siroza neden olur (Olojo vd., 2005).

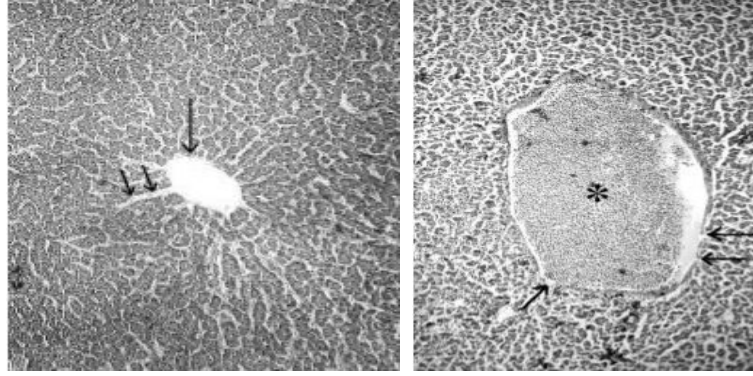
Gökkuşuğu alabalıklarında denenen bakır sülfatın subletal dozlarının karaciğerde hepatositlerde dejenerasyona (şekil 3), kupffer hücrelerinin sayısında artışa (şekil 4), vasküler ve sinozoidal dejenerasyonlara sebep olduğu bildirilmiştir (şekil 5) (Atamanalp vd., 2008).



Şekil 3. Karaciğerde dejenerasyonlar (Atamanalp vd., 2008).



Şekil 4. Kupffer hücrelerinin sayısında artış (Atamanalp vd., 2008).



Şekil 5. Vasküler dejenerasyonlar (Atamanalp vd., 2008).

Kağıt endüstrisi atık sularının düşük dozları gökkuşağı alabalıklarının karaciğerinde histopatolojik değişimlere neden olmazken yüksek dozlarda deformasyonlar ortaya çıkmıştır (Couillard vd., 1988).

Kronik siyanit zehirlenmesi gökkuşağı alabalıklarının karaciğer hücrelerinde nekrozlara sebep olur (Dixon ve Gerard, 1981).

Yassı balıklarda, kirleticilerin karaciğerde tümörler ve dejeneratif lezyonlar oluşturduğu belirlenmiştir (Köhler vd., 2002).

Ülkemizde Çine deresinin su kirliliği düzeyini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada *Lepomis gibbosus* balıklarında karaciğerde hepatositlerde ayrışma, şişme ve lekeler, hepatositlerde glikojenin azalması gibi bulgular görülmüştür (Koca vd., 2005).

Teksas'ta bir gölden yakalanan levrek balıklarının karaciğerinde 20 ppm selenyum birikimi yanında hücresel nekrozlar belirlenmiştir (Sorensen vd., 1983).

Organik civalı bir fungusitin 0,2 mg/l'tik dozu balık karaciğerinde hiperplazi, hücresel büzüşme, nekrozlar, hepatositlerde dejenerasyon ve tümörler oluşturduğu bildirilmiştir (Ram ve Sathyanesan, 1987).

Elbe nehrinde yapılan dilbalığı örneklemelerinde hepatotoksik ve kanserojen kirleticiler (Hg, PCBs, HCB, OCS, d,y-HCH ve DDT) konsantrasyonuna bağlı olarak karaciğerlerde farklı lezyonlar ortaya çıkarmıştır (Köhler vd., 2002).

Toksik syanobakteriyel patlamanın tilapia üzerindeki etkisi laboratuvar şartları altında denenmiş karaciğer parankimasında çözünme, ötrofi olduğu bildirilmiştir (Molina vd., 2005). Sarı levrek balıklarında petrol işleme atıklarının karaciğerde hepatoselüler dejenerasyon ve iltihabi hücre infiltrasyonuna sebep olduğu gözlenmiştir (Nero vd., 2006).

Seyhan Baraj gölünde yapılan bir çalışmada kirliliğe bağlı olarak balık karaciğerinde iltihaplı hücre infiltrasyonu, dalgalı dejenerasyonlar, kan

toplanması ve mikro-makro kabarcıklı yağlı dejenerasyonlar belirlenmiştir (Gül vd., 2004).

Diklofenak kahverengi alabalık ve salmonlarda karaciğerde makrofaj infiltrasyonunu artırmıştır (Hoeger vd., 2005).

DDT ile kontamine edilmiş yemle beslenen Atlantik salmonlarının karaciğerinde küçülmeler gözlenmiştir. Golyan balığında klordekone bileşiği yağlanmaya ve hepatositlerde vakuolizasyona neden olmuştur. Levrekte diazinon, paration ve dimethuatinin subletal konsantrasyonları karaciğerde histopatolojik değişimler ortaya çıkarmıştır (Murty, 1986). Amonyum ise gökkuşağı alabalıklarının yavrularının karaciğer sinüslerinde tıkanmaya neden olmuştur (Smith ve Piper, 1972).

DDT gökkuşağı alabalığının karaciğerinde tümör; kahverengi alabalıkta hücresel hipertrofi ve sitoplazmik vakuolizasyona, Lepistes'te ise farklı lezyonlara neden olmuştur. Methoxyklor'a maruz kalan levrek karaciğerindeki hepatositlerde büzüşme görülmüştür. Lindone'nin gökkuşağı alabalığında noktasal nekrozlar oluşturduğu bildirilmiştir (Smith ve Piper, 1972).

Gökkuşağı alabalığında denenen pestisitlerden Parathion karaciğerde dejenerasyona, malathion geçici lezyonlara, Toxaphon hepatositlerde nekroza, heptaklor ağır safra pigmenti depolanmasına, levrek balıklarında hepatositlerde glikojen ve lipit kaybı ile küçülmeye sebep olurken, endrin, lepisteslerde yağlı iltihaplanmaya, sazanlarda vakuoler dejenerasyonlara sebep olur. 2,4-D ve 2,4-D krom levrekte hepatositlerde büzülme ve glikojen kaybı, farklı biçimlerde hepatositler, sodyum arsenit yine aynı balığın karaciğerinde yağlı iltihaplanmalar ve noktasal nekrozlar oluşturmuştur (Walsh ve William, 1972).

Dalak

Bu organ balıklarda kan hücrelerinin oluşumu ve antijen depolamada en önemli organdır (Lawrence ve Hemingway, 2003).

Kirleticilerin histolojik indikatörleri dalak dokularında çok net belirlenebilir. Spazier (1992), Rine nehrinde kimyasal deşarja maruz kalan balıkların dalaklarında belirgin patolojik bulgular ortaya koymuştur. Temel değişiklikler pseudopodia gibi hücre yüzey yapılarının kaybı ve mitokondrial şişmeyi içeren organel zararları kapsar (Lawrence ve Hemingway, 2003).

Dimetil sülfoksit, salmon ve alabalıklarda dalakta hücrel değişimlere neden olmuştur (Pete vd., 1968); kağıt endüstrisi atık sularının düşük dozları gökkuşaağı alabalıklarının dalaklarında histopatolojik değişimlere neden olmazken, yüksek dozları beklediği gibi deformasyonlar ortaya çıkarmıştır (Couillard vd., 1988).

Teksas'ta bir gölden yakalanan levrek balıklarında sudaki mevcut selenyum konsantrasyonunun dalakta herhangi bir zarar oluşturmadığı rapor edilmiştir (Sorensen vd., 1983).

DDT ise lepestes balığının dalağında küçülmeye sebep olurken, (Smith ve Piper, 1972); Dimetil sülfoksit salmon ve alabalıklarda dalakta hücrel değişimlere yol açmıştır (Pete vd., 1968).

Böbrek

Balıklarda böbrekler bir çift olup, sölom boşluğunun yukarısında, peritonun hemen dışında, sırtla omurganın ve dorsal aortanın önünde yer alan, bütün sırt boyunca uzanan, kırmızı-kahverengi renkte, yumuşak yapıda bir organdır. Böbrekler trombosit ve granülositlerin oluşumunda görev aldığı gibi, metabolizma atık maddelerinden olan amonyak, kreatin, üre, ürik asit, CO₂, pigment ve çeşitli organik tuzların vücuttan atılmasında da büyük görev yapmaktadır (Çelikkale, 1991).

Böbreklerdeki (renal) lezyonlar tek başına kirleticilerin etkilerini ortaya koymakta yeterli olmamakta, diğer organlardaki histopatolojik değişimlerle birlikte ele alındığında önemli hale gelmektedir (Lawrence ve Hemingway, 2003).

Hidropik vakuolasyon, protein damlacıklarının varlığı ve tübül epitelin nekrozları kirleticilere maruz kalan balıkların böbreklerinde gözlenen renal semptomlar arasındadır. Buna ilaveten glomerulustaki patolojik değişiklikler, bowman kapsülünün genişlemesi, hücre sayısındaki artış, glomerular kürenin fibriosisi ve membran incilmesi gibi semptomlar da görülür (Lawrence ve Hemingway, 2003).

Bakır levrek böbreklerinde tübüler dejenerasyona, krom ve manganez ise bu dejenerasyonun yanında böbrekte belirgin histopatolojik değişimlere neden olmuştur (Krishnani vd., 2003). Salmon ve alabalıklarda dimetil sülfoksit böbrekte hücrel değişimlere yol açmıştır (Pete vd., 1968).

Toksik syanobakteriyel patlamanın tilapia üzerindeki etkisi laboratuvar şartları altında denenmiş böbrekte bowman kapsülünde genişleme ve böbrek tüplerinde nekrotik epitel hücreleri olduğu rapor edilmiştir (Molina vd., 2005).

Dimetil sülfoksit salmon ve alabalıkların böbrek hücrelerinde yapısal değişimlere neden olurken, (Pete vd., 1968); kadmiyum gökkuşaağı alabalığı böbreklerinde ve böbrek tüplerinde deformasyonlar ortaya çıkarmıştır (Foerlin vd., 1986).

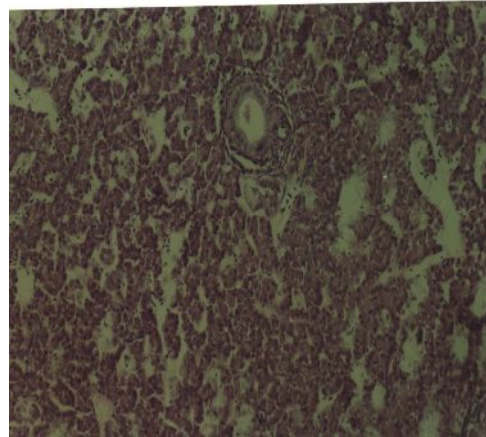
Deltametrin, sazan balığının böbreklerinde renal tübüllerin epitelinde dejenerasyon, büzüşme ve glomerular kapillerde sulanmaya sebep olmuştur (Cengiz, 2006).

Kağıt endüstrisi atık suları gökkuşaağı alabalığının böbreklerinde deformasyonlar ortaya çıkarmıştır (Couillard vd., 1988).

Teksas'ta bir gölden örneklenen levrek balıklarında, selenyum'un böbreklerde proliferative glomerulitis iltihabı ve hipertrofiye neden olduğu rapor edilmiştir (Sorensen vd., 1983).

DDT katkılı yemle beslenen Atlantik salmonlarının böbrek tübüllerinde kıvrılmalar meydana gelmiştir (Murty, 1986). Aynı kimyasal Atlantik salmonları ve kahverengi alabalıkların böbreklerinde dejenerasyona ve tüplerde birikime; Lindane ise gökkuşaağı alabalığının böbrek tüplerinde bozulmaya sebep olur (Smith ve Piper, 1972). Aynı balık türünde Parathion, bowman kapsülünde birikimler, Endrin ise böbrek tübüllerinde sarı pigmentler oluşturur (Walsh ve William, 1972).

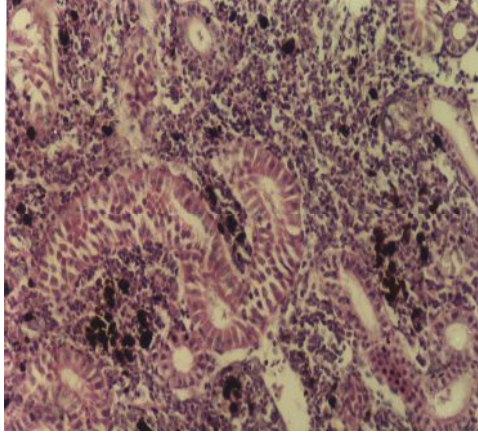
Pestisite maruz kalan gökkuşaağı alabalıklarının böbrek dokularında vasküler dilasyon, glomerüllerde hücrel proliferasyon, nekroz, fibrin, kanama, iltihabi hücre infiltrasyonları görülmüştür (Şekil 6-7-8) (Atamanalp, 2000).



Şekil 6. Normal böbrek dokusu (Atamanalp, 2000).



Şekil 7. Tarımsal kimyasallara maruz bırakılan alabalıkların böbreğinde kanama (Atamanalp, 2000).



Şekil 8. Tarımsal kimyasallara maruz bırakılan alabalıkların böbreğinde iltihabi hücre infiltrasyonu (Atamanalp, 2000).

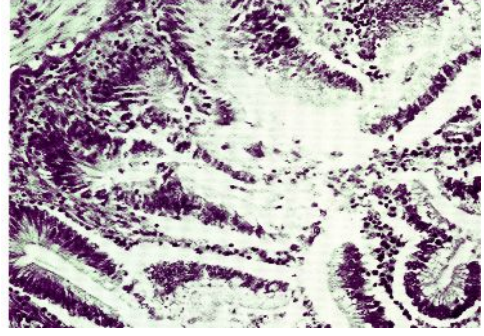
Petrol rafinerisi atıklarından, denenen konsantrasyonlarda tilapia böbreklerinde semptomlar görülmemiştir (Onwumere ve Oladimeji, 1990). Kahverengi alabalık ve salmonlarda diklofenak bileşiği böbrek tübüllerinde nekroza yol açmıştır (Hoeger vd., 2005).

Sindirim Sistemi

Gastrointestinal bölge balık vücuduna giren yabancı maddelerin izlediği ana yollardan birisidir. Bildirilen başlıca lezyon tipleri sindirim bezinin hidropik dejenerasyonudur. Beklenen diğer patolojik değişiklikler mukus hücrelerinin proliferasyonu, hiperanemi, atrofi ve doku dönüşümüdür. Yeme ağır metallerin katılması ile yapılan çalışmalarda intestinal hücrelerde iltihaplanma belirlenmiştir (Lawrence ve Hemingway, 2003).

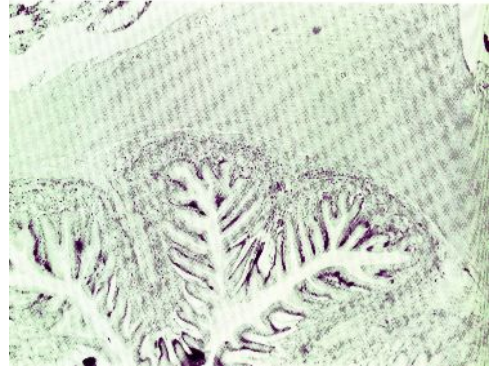
Toksik syanobakteriyel çoğalmanın tilapia balığının sindirim sisteminde olumsuz etkileri belirlenmiştir (Molina vd., 2005).

DDT göl alabalığının bağırsaklarında şişme, kahverengi alabalıkta sindirim sisteminde epitel dejenerasyona, Mirex kimyasalı ise sazangillerde safra kesesinde şişmeye sebep olmuştur (Smith ve Piper, 1972) (Şekil 9).



Şekil 9. Amonyaga maruz bırakılan alabalık bağırsak kesiti (Smith ve Piper, 1972)

Tarımsal kimyasallar renksiz, pembe yada kırmızı renkte safra oluşumu yada safra oluşumunun tümünden engellenmesi, safra kesesi epitelyumunda değişimler, mide, pilorik kese ve sindirim sisteminde genel olarak hiperemi ve ödemler meydana getirir (Walsh ve William, 1972) (Şekil 10).



Şekil 10. Midede Atrazin etkisi (Walsh ve William, 1972).

KAYNAKLAR

- Atamanalp, M., 2000. Bir Sentetik Piretroit İnsektisitinin Subletal Dozlarının Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.,1792)'na Makroskopik, Histopatolojik, Hematolojik ve Biyokimyasal Etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Atamanalp M., Şişman T., Geyikoğlu F., Topal A., 2008. The Histopathological effects of copper sulphate on rainbow trout liver. Journal of Fisheries and Aquatic Science. Baskıda.
- Bass, M.L., Berry C.R., Heath A.G., 1977. Histopathological effects of intermittent chlorine exposure on bluegill (*Lepomis macrochirus*) and rainbow trout (*Salmo gairdnerii*). Water Res., 11:731-738 .

- Brusle, J., Anadon G. G., 1996. The structure and function of fish liver. In: Fish Morphology, (eds) J.S.D. Munshi & H.M. Dutta. Science Publishers Inc. CRC pres. 77-83.
- Cengiz, E.İ., Unlu E., 2005. Sublethal effect of commercial deltamethrin on the structure of the gill, liver and gut tissues of mosquitofish, *Gambusia afunis*: a microscopic study. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 21:246-253.
- Cengiz, E.İ., 2006. Gill and kidney histopathology in the freshwater fish (*Cyprinus carpio*) after acute exposure deltamethrin. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 22(2): 200-204.
- Cope, O. B., 1966. Contamination of the freshwater ecosystems by pesticides. *J. Appl. Ecol.*, 3: 33-44.
- Couillard, C.M., Berman R.A. and Panisset J.C., 1988. Histopathology of rainbow trout exposed to a bleached kraft pulp mill effluent. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 17: 319 – 323.
- Çelikkale, S., 1991. Balık Biyolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimler ve Teknolojisi Yüksek Okulu. Fakülte Yayın No: 1 – 387.
- Dixon, D. G., and Gerard L., 1981. Chronic cyanide poisoning of rainbow trout and its effects on growth, respiration, and liver histopathology. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 10: 117-131.
- Eller, L. L., 1971. Histopathologic lesions in cutthroat trout (*Salmo clarki*) exposed chronically to the insecticide endrin. *Amer. J. Pathol.*, 64: 321-336.
- Foerlin, L., Haux C., Norrgren L.K., Runn P., Larsson A., 1986. Biotransformation enzyme activities and histopathology in rainbow trout, *Salmo gairdneri*, treated with cadmium. *Aquatic Toxicology*, 8:51-64.
- Gül, Ş., Ergül B., Yıldız E., Şahan A., Doran F., 2004. Pollution correlated modifications of liver antioxidant systems and histopathology of fish (*Cyprinidae*) living in Seyhan Dam Lake, Turkey. *Environment International*, 30:605-609.
- Hinton, D.E., Couch J.A., 1984. Pathological measures of marine pollution effects. In: Concepts in marine pollution measurements, (ed) H. White. University of Maryland, Sea Grant College, College Park.
- Heath, A. G., 1987. *Water Pollution and Fish Physiology*. CRC pres. USA. (96-102).
- Hoeger, B., Bernd K., Daniel D., Bettina H., 2005. Water-borne diclofenac affects kidney and gill integrity and selected immune parameters in brown trout (*Salmo trutta fario*). *Aquatic Toxicology*, 75: 53-64.
- King, S. F., 1962. Some effects of DDT on the guppy and the brown trout. *U. S. Fish Wildlife Serv., Spec. Sci. Rep., Fish.*, 399: 1-22.
- Koca, Y.B., Koca S., Yıldız Ş., Gürcü B., Osaç E., Tunçbaşı O., Aksoy G., 2005. Investigation of histopathological and cytogenetic effects on *Lepomis gilbosus* (*Pisces: Perciformes*) in the Çine stream (Aydın/Turkey) with determination of water pollution. *Environmental Toxicology*, 20:560 – 571.
- Köhler, A., Wahl E., Söffker K., 2002. Functional and morphological changes of lysosomes as prognostic biomarkers of toxic liver injury in a marine flatfish. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 21:2434-2444.
- Krishnani, K. K., Azad I. S., Kailasam M., Thirunavukkarasu A. R., Gupta B. P., Joseph K. O., Muralidhar M., Abraham M., 2003. Acute toxicity of some heavy metals to lates calcarifer fry with a note on Its. *Histopathological Manifestations Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances & Environmental*, 38: 645 – 655.
- Lawrence, A. J., Hemingway K. L., 2003. Effects of Pollution on Fish. UK. 144-153 .
- Lenand, H. W., 1983. Ultrastructural changes in the hepatocytes of juvenile rainbow trout and mature Brown trout exposed to copper or zinc. *Environ. Toxicol.*, 2:353-360.
- Lloyd, R., 1992. *Pollution and Freshwater Fish*, Fishing new books. 77-85
- Matton, P. and LaHam Q. N., 1969. Effect of the organophosphate Dylox in rainbow trout larvae. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 26: 2193.
- Molina, R., Moreno I., Pichardo S., Jos A., Moyano R., Monterde J. G., Cameán A., 2005. Acid and alkaline phosphatase activities and pathological changes induced in *Tilapia* fish (*Oreochromis sp.*) exposed subchronically to microcystins from toxic cyanobacterial blooms under laboratory conditions. *Toxicol.*, 46: 725-735.
- Murty, A. S., 1986. Toxicity of Pesticides to Fish. *CRR pres.* 2:76-80.
- Nero, V., Farwell A., Lister A., Kraak G., Lee L.E.J., Van Meer T., MacKinnon M.D., Dixon D.G., 2006. Gill and liver histopathological changes in yellow perch (*Perca flavescens*) and goldfish (*Carassius auratus*) exposed to oil sands process-affected water. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 63:365-376.
- Olojo, E. A. A., Olurin K. B., Mbaka G., Oluwemimo A. D., 2005. Histopathology of the gill and liver tissues of the African catfish *Clarias gariepinus* exposed to lead. *African Journal of Biotechnology*, 4 :117-122.
- Onwumere B. G., Oladimeji A. A., 1990. Accumulation of metals and histopathology in *Oreochromis niloticus* exposed to treated NNPC Kaduna (Nigeria) petroleum refinery effluent. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 19:123-134.
- Pete, E., Benville Jr., Smith C. E., Shanks W.E., 1968. Some toxic effects of dimethyl sulfoxide in salmon and trout. *Toxicology and Applied Pharmacology* 12:156-178.
- Ram, R. N., Sathyanesan A.G., 1987. Histopathological and biochemical changes in the liver of a teleost fish, *Channa punctatus* (Bloch) induced by a mercurial fungicide. *Environmental pollution*, 47: 135-45.
- Simpson, M.G., 1992. Histopathological changes in the liver of dab (*Limanda limanda*) from a contamination gradient in the North sea dab. *Marine Environmental Research* 34:39-43.
- Smith, C.E. and Piper R.G., 1972. Lesions associated with chronic exposure to ammonia in *The Pathology of Fishes* Edt. By W. E. Ribelin, G. Migaki. The University of Wisconsin pres., 497-567.
- Sorensen, E. M., Bell J. S., Harlan C. W., 1983. Histopathological changes in selenium- exposed fish. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 4:111- 23.
- Walsh, A. H., William E.R., 1972. The pathology of pesticide poisoning in *The Pathology of Fishes* Edt. By W. E. Ribelin, G. Migaki. The University of Wisconsin pres. P: 515- 538.