

Cypermethrin (Sentetik Piretroit)' in Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)' nın Alkalın Fosfatez, Kolesterol, Glikoz ve Kreatin Aktivitesine Etkisi

Muhammed ATAMANALP

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, 25240/Erzurum

M. Sait KELES

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya A.B.D., 25240/Erzurum

M. Sıtkı ARAS

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, 25240/Erzurum

Geliş Tarihi : 29.01.2002

ÖZET : Cypermethrin' in Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)' nın bazı biyokimyasal parametreleri (Alkalın fosfatez, Kolesterol, Glikoz ve Kreatin) üzerine etkisini belirlemek amacıyla, balıklar pestisitün üç farklı subletal dozuna maruz bırakılmışlardır. 15 günlük uygulamadan sonra Alkalın fosfatez yükselip, Kolesterol düşerken, Glikoz ve Kreatin sentetik piretroitin dozlarına bağlı olarak farklı değerler sergilemişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Cypermethrin, Gökkuşığı alabalığı, Pestisit, Alkalın fosfatez, Kolesterol, Glikoz, Kreatin

The Effect of Cypermethrin (A Synthetic Pyrethroid) on Alkaline Phosphates, Cholesterol, Glucose and Creatin of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

ABSTRACT : Fish were exposed to three different sublethal doses, in order to determine the effect of Cypermethrin on some biochemical parameters (Alkaline phosphates, Cholesterol, Glucose and Creatine), of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). After 15 days exposed, Alkaline phosphates increased while Cholesterol decreased, Glucose and Creatin took various values depending on the doses of synthetic pyrethroid.

Key words: Cypermethrin, Rainbow trout, Pesticide, Alkaline phosphates, Cholesterol, Glucose, Creatine

GİRİŞ

Pestisitlerin kullanımı, tarımsal üretimde, hayvan beslemede, hasat sonrası teknolojiye, toplum sağlığında ve insanlığın refahındaki faydaları anlaşıldıkça daha yaygın hale gelmektedir. Pestisitler sınırlı alanlarda kullanılsalar dahi, yağmurlar ve seller yardımıyla taşınarak havuz, göl ya da nehirler gibi daha büyük su kitlelerine ulaşırlar ve burada suyun fiziko-kimyasal özelliklerini değiştirirler (Richardson, 1988).

Pestisitler; gerek yeraltı sularıyla gerek yağmurla taşınmaları sonucunda ve gerekse pestisit kalıntıları veya fabrika atıklarının akarsulara taşınması sonucu balıklar ve suda yaşayan diğer canlıların kitle halinde ölümleri yanında yaşama yerlerini değiştirmelerine de neden olurlar (Öncüer, 1991).

Pestisitler su birikintilerine ulaşırlarsa su içerisindeki balık ve diğer canlılara ya da su ürünlerine zarar verirler. Pestisitler su ortamına, uygulama sırasında bulaşmakta ya da tarım, orman sahalarından yağmur suları ile taşınmaları sonucu geçmekte, suya geçtikten sonra da uzak mesafelere taşınabilmektedirler. Bunların su içerisinde hareketliliği kısmen suda eriyebilirlik ve formülasyonuna bağlıdır. Suda eriyebilen ya da suda eriyebilecek şekilde formüle edilen pestisitler su içerisinde kısa sürede dağılırlar. Bunun yanında toz veya granül halde formüle edilenler ise su içerisinde askıda kalarak uzun süre aktif maddelerinin yayılmasına neden olurlar. Balıklar ya solungaçları vasıtasıyla su

ortamından bunları absorbe ederek yada bulaşık materyalleri besin olarak tüketimi sonucu pestisitlerle tanışıp zehirlenebilir (Toros ve Maden, 1991).

Özellikle ülkemizde ve gelişmekte olan ülkelerde tarım ilaçlarının bilinçsiz ve fazla kullanılması bir yandan tarım ürünlerini hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı korurken bir yandan da çevre kirliliği sorunu yaratarak insanlar başta olmak üzere tüm canlıların yaşamını tehdit etmekte, gerek üretici ve gerekse ülke ekonomisi açısından olumsuz etkilere neden olmaktadır (Özgülven ve Katkat, 1997).

Sentetik piretroitler ne tam metabolize olurlar ne de çabucak zehirliliklerini kaybederler. Bu nedenle kalıntı ve birikimleri ciddi problemlere sebep olur. Sularda pestisitlerin ağır kontaminasyonları oksijen kıtlığına dolayısıyla da zehirlenmelere öncülük eder ve en sonunda da balıkların kitlesel ölümlerine yol açarlar. Son zamanlarda bulunan çok yönlü faydaları olan sentetik piretroitler çiftçileri zararlı organizmaların kontrolünde bunları kullanmaları yönünde cezbetmektedir. Fakat bu bileşikler balıklar için son derece toksiktir (Bradbury ve ark., 1985; David ve Somasundaram, 1985; Ghosh ve Chatterjee, 1987; Agnihothrudu, 1988).

Farklı zararlıların kontrolünde ve tarımsal ürünü artırmada sentetik piretroit insektisitler, organoklorin, organofosforlu ve karbamatlı olanların yerine

Cypermethrin (Sentetik Piretroit)'in Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin Alkalın Fosfotez, Kolesterol, Glikoz ve Kreatin Aktivitesine Etkisi.

kullanımda geniş ölçüde yer almaktadırlar. Sentetik piretroitler memelilerden daha fazla balıklara ve diğer akuatik organizmalar için toksiktirler (Reddy ve Bashamohideen, 1989).

Sentetik piretroitlerin yaygın kullanılmasıyla birlikte çevre ve su kaynakları kirletilmekte bu durum direk olarak akuatik hayatı, indirek olarak insanı etkilemektedir (Hill ve ark., 1996). Piretroitlerin yağ dokusunda birikim durumları su içerisinde çok düşük konsantrasyonlarda olsa dahi bu kimyasalların balık tarafından absorbe edildiğini göstermektedir (Doharty ve ark., 1987).

Cypermethrin balıklara ve akuatik omurgasızlara yüksek derecede toksiktir. LC₅₀ (96 saat) değeri Gökkuşığı alabalığında 0,0082 mg/l' dir. Balıklarda cypermethrinin metabolizması ve atılması, memeli ve kuşlarla mukayese edildiğinde çok daha yavaş olmaktadır. Bu durum bu bileşiğin diğer organizmalara nazaran balıklara daha fazla toksik olduğunu açıklamaktadır. Çeşitli piretroitlerin vücuttan atılmaları kuşlarda ve memelilerde 6-12 saat arasında iken alabalıklarda bu süre 48 saattir (Anonim, 1996).

Hematolojik parametreler, hayvanların sistematik akrabalıkları ve balığın genel sağlığı da dahil olmak üzere fizyolojik adaptasyonlarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Piretroitlerin etkileri üzerine yapılan çalışmaların çoğunluğu biyokimyasal ve fizyolojik değişimleri içermekte, pestisitlerin neden olduğu hematolojik değişimlere az miktarda değinilmektedir (Reddy ve Bashamohideen, 1989).

Bu bilgilerin ışığında; bu çalışmada ülkemiz kültür balıkçılığının yaygın türü olan Gökkuşığı alabalığı' na yine ülkemizde yaygın olarak kullanılan bir pestisit etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Balık, Su, Yem ve Deneme Ünitesi Materyali

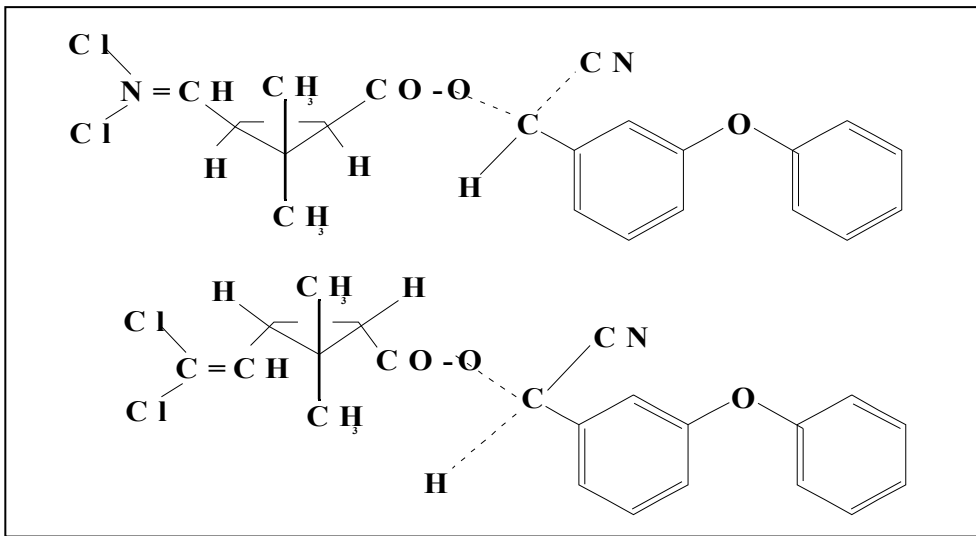
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü alabalık yetiştirme ve araştırma merkezinden temin edilen, her iki cinsiyetten ortalama ağırlıkları 180 ± 30 g olan 2 yaşında, daha önce enfeksiyon geçirmemiş ve toksik maddeye maruz kalmamış olan gökkuşığı alabalıkları deneme öncesi 4 hafta adaptasyona alınmışlardır. Balıklar 600 l hacminde, taze su akışı ve kirli su tahliyesi olan fiberglas tanklarda stoklanmıştır. Her tanka, oksijen kılığı, metabolik atık birikimi ve yoğunluk stresine yol açmayacak sayıda (9 balık/tank) balık konulmuş, balıklar düzenli olarak ticari pelet yem ile beslenmiştir (Tablo 1). Deneme süresince su sıcaklığı 12,5 ± 0,5 °C olarak ölçülmüştür.

Tablo 1. Yem Materyalinin Bileşimi.

Madde	Miktar (%)
Kuru Madde	88,0
Ham Protein	45,0
Ham Selüloz	3,0
Ham Kül	14,0
Kalsiyum	2,0
Fosfor	1,3
Ham Yağ	7,0

Pestisit Materyali

Bir sentetik piretroit olan Cypermethrin (C₂₂H₁₉Cl₂NO₃, Şekil 1)'in gökkuşığı alabalıkları için letal dozu 8,2 x 10⁻³ mg/l olarak bildirilmiştir (Anonim, 1996). Denemede, balıklar bu pestisitinin 1/2 (I. grup, 4,1 x 10⁻³ mg/l), 1/4 (2. grup, 2,05 x 10⁻³ mg/l) ve 1/8 letal dozlarına (3. grup, 1,025 x 10⁻³ mg/l)' larına maruz bırakılmışlardır.



Şekil 1. Cypermethrin (Öncüler, 1991).

Kanların alınması ve biyokimyasal analizler

Balıklardan kan örnekleri anestezi uygulamaksızın anal yüzgecin hemen arka kısmı, kana mukoza karışmaması için, iyice kurulanıp, temizlendikten sonra 10 ml' lik 21 numara iğneli plastik enjektörle kaudal venadan girilerek yaklaşık 3 ml alınmıştır (Greene ve Selivonchick, 1990; Knoph ve Thorud, 1996; Peutz ve ark., 1996; Val ve ark., 1998). Bu esnada trombositlerin cama yapışma afinitesi yüksek olup, kanın pıhtılaşmasını hızlandırdığından cam enjektör tercih edilmemiştir (Blaxhall ve Daisley, 1973). Alınan örnekler analizler için jelli ve vakumlu kan biyokimya tüplerine konulmuş ve 4000 devirde 10 dakika santrifüjlenmiştir (Bricknell ve ark., 1999). Hazırlanan örneklerdeki biyokimyasal parametreler (Alkalin fosfatez, Kolesterol, Glikoz ve Kreatin) Merck – Mega / Toshiba – Japan otoanalizör cihazında okutulmuştur.

İstatistik Analizler

SAS (1996) paket programının GLM prosedürü ile varyans analizi yapılarak muamele grupları arası farklar istatistiksel olarak test edilmiştir. Ayrıca gruplara ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile analiz edilmiştir (Yıldız ve Bircan, 1991).

Biyokimyasal analizler sırasında birkaç balığın bazı değerleri elde edilemediği için muamele gruplarına ait gözlem sayıları farklılık arz etmiştir.

BULGULAR

Uygulanan pestisit dozlarına göre ortalama ALP ve Chol değerleri ve bunlara ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 2' de sunulmuştur.

Alkalin fosfatez değerleri; $122,333 \pm 54,10$ IU/l degeriyle en düşük kontrol grubunda çıkmıştır. Diğer gruplara bakıldığında; I. Grup $191,625 \pm 33,13$ IU/l, II. Grup $304,555 \pm 31,23$ IU/l ve III. Grup ortalaması ise $222,750 \pm 33,13$ IU/l olarak çıkmıştır. ALP değerlerinde gruplar arasındaki farkların istatistiki analizi sonucu; yalnızca I. Grup ile kontrol grubu arasındaki fark önemli, diğerleri ise önemsiz olarak bulunmuştur. I. Grupta kolesterol $201,250 \pm 21,30$ mg/dl, II. Grupta $204,111 \pm 20,08$ mg/dl ve III. Grupta ise $243,125 \pm 21,30$ mg/dl ortalama değerlerini vermiştir. Kolesterol değerlerinde ise, gerek grupların kendi aralarında ve gerekse gruplarla kontrol değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önem taşımamaktadır.

Tablo 2. Ortalama Alkalin fosfatez ve Kolesterol değerleri ve istatistiki analizler.

Gruplar	n	Alkalin Fosfatez (u/l)	n	Kolesterol (mg/dl)
I	9	$191,625 \pm 33,13^a$	8	$201,250 \pm 21,308^a$
II	8	$304,555 \pm 31,23^{ab}$	9	$204,111 \pm 20,089^a$
III	8	$222,750 \pm 33,13^{ab}$	8	$243,125 \pm 21,308^a$
Kontrol	3	$122,333 \pm 54,10^b$	3	$258,666 \pm 34,796^a$

a, b : Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemli.

Glikoz değerleri I. Grupta $61,625 \pm 6,00$ mg/dl, II. Grupta $88,444 \pm 5,66$ mg/dl, III. Grupta $74,500 \pm 6,00$ mg/dl ve kontrol grubunda ise $72,666 \pm 9,80$ mg/dl olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Ortalama Glikoz ve Kreatin değerleri ve istatistiki analizler.

Gruplar	n	Glikoz (mg/dl)	n	Kreatin (mg/dl)
I	9	$61,625 \pm 6,004^a$	9	$0,275 \pm 0,042^a$
II	8	$88,444 \pm 5,661^{ab}$	8	$0,288 \pm 0,040^a$
III	8	$74,500 \pm 6,004^{ab}$	8	$0,187 \pm 0,042^a$
Kontrol	3	$72,666 \pm 9,805^b$	3	$0,200 \pm 0,069^a$

a, b : Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemli.

Glikoz değerlerinde; I. Grup ile kontrol arasındaki fark istatistiki öneme sahipken, II. ve III. Grupların kendi arasındaki fark ile bunların kontrol grubu ile olan farkları ise istatistiki açıdan önemsiz olarak bulunmuştur.

I.Grupta $0,275 \pm 0,04$ mg/dl olarak ölçülen kreatin değeri II. Grupta $0,288 \pm 0,04$ mg/dl, III. Grupta $0,187 \pm 0,06$ m/dl ve kontrol grubunda ise $0,200 \pm 0,06$ mg/dl değerlerini almıştır. Kreatin değerlerinde gruplar arasındaki ve gruplarla kontrol arasındaki farkların önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

TARTIŞMA

Çalışmamız sonucunda Cypermethrinin Alkalin fosfatez aktivitesini arttırdığı belirlenmiştir. Bu sonuç pestisitlerle zehirlenen balıkların ALP değerinin yükseldiği görüşü (Ahmad ve ark., 1995) ile aynı doğrultudadır.

Bunun yanısıra toksik maddeye maruz kalma sonucu karaciğer hasarlarında serum ALP değerinin düştüğünün bildirildiği araştırmalar da mevcuttur (Casillas ve ark., 1983). Bu farklılık kullanılan kimyasal grubunun ve balık türünün farklı olmasına bağlanabilir.

Bu çalışmada kontrol grubu en yüksek kolesterol değeri ($258,666 \pm 34,79$ mg/dl) verirken doz artışı ile birlikte muamele gruplarındaki değerler düşmektedir. Üstelik bu azalma doz artışı ile ters orantılı olarak sıralı bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Pestisite maruz bırakılan grupların balık kanlarındaki kolesterol değerinin düşmesi önceki çalışmalarla paralellik göstermiştir. *Ctenopharyngodon idella*'nın 48 saat cıva kloride maruz bırakılmasının Chol değerini $10,19 \pm 0,49$ mg/g'dan, $6,69 \pm 0,49$ mg/g'a (Shakoori ve ark., 1991); aynı tür balıkta aynı kimyasalın 48 saat uygulanmasının $10,55 \pm 0,47$ mg/g'dan, $8,33 \pm 0,68$ mg/g'a (Mughal ve ark., 1993); yine *Ctenopharyngodon idella*'da inorganik cıvanın kolesterolü 4 haftada $8,29 \pm 0,38$ m/g'dan, $5,40 \pm 0,06$ mg/g'a düşürdüğünü (Shakoori ve ark., 1994); Fenprothrin'in *Ctenopharyngodon idella*'da kolesterol seviyesini geriletliğini (Ahmad ve ark., 1995) ve son olarak bir sentetik piretroit olan Fenvalerate' nin *Ctenopharyngodon idella*'da kolesterolü $8,13 \pm 0,54$ ' den $4,24 \pm 0,74$ ' e düşürdüğü (Shakoori ve ark., 1996)

Cypermethrin (Sentetik Piretroit)'in Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin Alkalın Fosfotez, Kolesterol, Glikoz ve Kreatin Aktivitesine Etkisi.

bildirilmiştir. Dolayısıyla, bu araştırmadan elde edilen sonuçlar tüm bu çalışmaların sonuçlarını destekler niteliktedir.

Kandaki glikoz seviyelerinde, en düşük ve orta dozların verildiği gruplarda (I. ve II. Grup) kontrol grubuna göre bir artış görülürken en yüksek dozun uygulandığı I. Grup kontrol grubundan daha düşük değer vermiştir. Yani verilen sentetik piretroitin belli bir dozuna kadar glikoz seviyesinde artış görülmüş letal dozun yarısı uygulandığında ise düşmüştür.

Çeşitli kimyasalların farklı balık türlerinde glikoz seviyesini düşürdüğü (Ahmad ve ark., 1995; Asztalos ve ark., 1990) bildirilmiştir. Dolayısıyla bu sonuçlarımız bu yayınlar tarafından desteklenmektedir.

Kreatin seviyesinde, en düşük doza (1/8 letal doz) maruz kalan III. Grupta kontrol grubuna göre düşüş görülürken, daha yüksek dozlarda (1/4 letal doz ve 1/2 letal doz) ise kontrol grubuna göre artış ortaya çıkmıştır.

Toksik maddelere maruz kalma ve böbreklerde deformasyon sonucunda kreatin seviyesi artmaktadır (Casillas ve ark., 1983).

Kaynaklar

- Agniothrudu, V., 1988. Pyrethroids: their future and toxicity. In: PK Gupta and V. Raġivarkash (eds). Advances in toxicology and environmental health. Proc. of the VI Annual Conf. of the society of toxicology, Guwahati, 65-69.
- Ahmad, F., Ali S.S., Shakoori, A.R., 1995. Sublethal effects of Danitol (Fenprothrin), a synthetic pyrethroid, on freshwater Chinese grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. Folia. Biol. (Krakow), 43: 151-159.
- Anonim, 1996. Extoxnet, Extension Toxicology Network, Pesticide Information Profiles, <http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/cypermet.htm>.
- Asztalos, B., Nemcsok, J., Benedeczy, I., Gabriel, R., Szabo, A., Refaie, O.J., 1990. The effects of pesticide on some biochemical parameters of Carp (*Cyprinus carpio* L.). Arch. Environ. Contam. Toxicol., 19: 275-282.
- Blaxhall, P.C., Daisley, K.W., 1973. Routine haematological methods for use fish with blood. J. Fish Biol., 5: 771-781.
- Bradbury, S., Goel, P., Coasts, R., McKim, I.M., 1985. Differential toxicity and uptake of 2-fenvalerate for mutation in fathead minnows (*Pimephales promelas*). Environ. Toxicol. Chem., 4: 533-542.
- Bricknell, I.R., Bowden, T.J., Bruno, D.W., MacLachlan, P., Johnstone R., Ellis, A.E., 1999. Susceptibility of atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L) to infection with typical and atypical *Aeromonas salmonicida*. Aquaculture, 175: 1-13.
- Casillas, E., Myers, M., Ames, W.E., 1983. Relationship of serum chemistry values to liver and kidney histopathology in english sole (*Parophrys vetulus*). Pharmacology and Experimental Therapeutic, 193: 264-273.

- David, B. V., Somasundaram, L., 1985. Synthetic pyrethroids – an evaluation of their potential effects on non-target organisms. Pesticides, 19: 9-12.
- Doharty, J.D., Nishimura, K., Kurihara N., Fujita, T., 1987. Promotion of norepinephrine release and inhibition of calcium uptake by pyrethroids in brain synaptosomes. Pestic. Biochem. Physiol., 29: 187-196.
- Ghosh, T. K., Chatterjee, S.K., 1987. Toxic effects of fenvalerate on *Anabus testudineus* biochemical study. Adv. Bios., 7 :203–208.
- Greene, D.H.S., Selivonchick, D.P., 1990. Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 89: 165-182.
- Hill, W.R., Stewart, A.J., Napolitano, G.E., 1996. Mercury speciation and bioaccumulation in lotic primary producers and primary consumers. Can. J Fish. Aquat. Sci., 53: 812-819.
- Knoph, M.B., Thorud, K., 1996. Toxicity of ammonia to Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in seawater-effects on plasma osmolality, ion, ammonia, urea and glucose levels and hematological parameters. Comp. Biochem. Physiol., 113 A, 4: 375-381.
- Mughal, A. L., Iqbal, M. J., Shakoori, A.R., 1993. Toxicity of short term exposure of sublethal doses of a synthetic pyrethroid, fenvalerate, on the Chinese grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. Proc. Sem. Aqua. Dev. Pak., 49-74.
- Öncüer, C., 1991. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir.
- Özğüven, N. Ç., Katkat, A.V., 1997. Tarımsal uygulamaların su kirliliği üzerine etkileri. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg., 13: 165-177.
- Peutz, I.L.J.A., Oorschot, R.W.A., Johnson, G.R., Horney, B.S., Boon, H.J., 1996. The lucogram as an indicator of marine-cultured rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), health in Netherlands, Aquaculture Research, 27: 437-445.
- Reddy, M.P., Bashamohideen, M., 1989. Fenvalerate and cypermethrin induced changes in the haematological parameters of *Cyprinus carpio*. Acta. Hydrochim. Hydrobiol., 17, 1: 101-107.
- Richardson, M.L. 1988. Risk Assessment of Chemicals in the Environment. UK RSC Publications, 7-11.
- SAS Institute: SAS Institute Inc., NC; USA. 1996.
- Shakoori, A.R., Iqbal, M.J., Mughal, A.L., Ali, S.S., 1991. Drastic biochemical changes: following 48 hours of exposure of Chinese grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, to sublethal doses of mercuric chloride. Proc. Ist Symp. Fish & Fisheries, Pakistan, 81-98.
- Shakoori, A.R., Mughal, A.L., Iqbal, M.J., 1996. Effects of sublethal doses of Fenvalerate (a synthetic pyrethroid) administered continuously for four weeks on the blood, liver, and muscles of a freshwater fish, *Ctenopharyngodon idella*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 57: 487-494.
- Shakoori, A.R., Iqbal, M.J., Mughal, A.L., Ali, S.S., 1994. Biochemical changes induced by inorganic mercury on the blood, liver and muscles of freshwater fish, *Ctenopharyngodon idella*. J. Ecotoxicol. Environ. Monit., (4), 2: 81-82.
- Toros, S., Maden, S., 1991. Tarımsal Savaşım Yöntem ve İlaçları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No: 1222, Ders Kitabı No: 352, Ankara.
- Val, A.L., De Menezes, G.C., Wood, C.M., 1998. Red blood cell adrenergic responses in amazonian teleost. Journal of Fish Biology, 52: 83-93.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1991. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üni. Yayınları No: 697, Ziraat Fak. No: 30, Ders Kitapları Serisi No: 57, 144-145.