

Potasyum Permanganatın (KMnO₄) Lepistes (*Poecilia reticulata*, Peters, 1859) Üzerine Akut Toksisitesi

Ayça ASLANTÜRK* Osman ÇET NKAYA

Süleyman Demirel Üniversitesi, E irdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta

*Sorumlu yazar: aycaakar@windowslive.com

Özet

Bu çalışmada, akuakültürde ve akvaryumlarda ilaç, dezenfektan ve oksitleyici olarak kullanılan potasyum permanganatın lepestes (*Poecilia reticulata*) balıklarında akut toksisitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneylerde 126 adet lepestes kullanılmış, test balıklarına kontrol (0,00 mg/l), 0,12 mg/l, 0,32 mg/l, 0,80 mg/l, 2,00 mg/l, 5,00 mg/l potasyum permanganat 96 saat süre ile uygulanmıştır. Deneme suyunun sıcaklığı $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$, çözünümlü oksijeni 8,1 mg/l, oksijen doygunluğu %82, tuzluluğu 0,2 ppt, pH'si 8, toplam sertliği 350 mg/l CaCO₃, kondüktivitesi 400 µmhos/cm olarak belirlenmiştir. Deneme üç tekerrürlü ve doğal fotoperiyot (14 sa aydınlık, 10 sa karanlık) artlarında statik biyodeneş tarzında uygulanmıştır, her akvaryuma 7 bireş konulmuştur. Deneme gruplarında saatlik ve günlük gözlemler yapılmış, ölen balık sayıları ve ölüm süreleri kaydedilmiştir. Akut toksisite deneyine ait LC₅₀ ve EC₅₀ değerleri probit analiziyle belirlenmiştir. Lepistes balığı için potasyum permanganat 96 saat LC₅₀ değeri 0,674 mg/l (0,506-0,878); EC₅₀ değeri ise 0,786 mg/l (0,558-1,101) olarak belirlenmiştir. Deneme süresince test konsantrasyonlarına bağlı olarak balıklarda etkiden uzaklaşma, ters ve yan yüzmeye, hızlı ve kontrolsüz yüzmeye, suyun dışına kaçma hareketleri gözlemlenmiştir. Lepistes balığının potasyum permanganat toksisitesine kanal yayını ve melek balıkları hariç birçok balıktan daha hassas olduğu görülmüştür. İlaç olarak kullanılırken, balıkların olumsuz etkilenmemesi ve ölüme yol açmamak için konsantrasyon dikkatle belirlenmeli ve uygulanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Akut toksisite, potasyum permanganat, lepestes, *Poecilia reticulata*, LC₅₀, EC₅₀

Acute Toxicity of Potassium Permanganate (KMnO₄) on Guppy (*Poecilia reticulata*, Peters, 1859)

Abstract

In this study it was aimed to determine acute toxicity of potassium permanganate, used as therapeutic, disinfectant and oxidant in aquaculture and aquariums, on guppy (*Poecilia reticulata*). In the experiments were used in 126 guppies. The test fish were exposed to following concentrations of potassium permanganate (0.00 mg l⁻¹, 0. 12 mg l⁻¹, 0.32 mg l⁻¹, 0.80 mg l⁻¹, 2.00 mg l⁻¹, 5.00 mg l⁻¹) for 96 hours. The test water have temperature $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$, dissolved oxygen 8.1 mg l⁻¹, oxygen saturation 82 %, salinity 0.2 ppt, pH 8, total hardness 350 mg l⁻¹ CaCO₃ and conductivity 400 µmhos cm⁻¹). All experiments were replicated three times, in natural photoperiod (14 hours light, 10 hours dark), randomly choosen 7 individuals were put to each aquarium. In hourly and daily morphological observations, time of death and number were recorded. In potassium permanganate acute toxicity testing static bioassay method for 96 hour duration were used. The data was analyzed by using probit analysis and 96 h LC₅₀ and EC₅₀ were determined as 0.674 mg l⁻¹ (95% CI 0.506 to 0.878) and 0.786 mg l⁻¹ (95% CI 0.558-1.101). During the experiment, depending on the concentration, some side effects of potassium permanganate on fish such as fast-moving, uncontrolled swimming, to escape out of the water, perpendicular movement to the water surface, irregular swimming and fast breathing action were observed. As a result, guppy were found to be more sensitive than many other fish species except on catfish and angel fish. Treatment concentrations should be determined and applied carefully when potassium permanganate used as therapeutic to avoid side effects and causing mortality of fishes.

Key words: Acute toxicity, potassium permanganate, guppy, *Poecilia reticulata*, LC₅₀, EC₅₀

G R

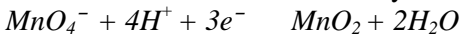
Potasyum permanganat (PP, KMnO₄) katı halde, molar kütlesi 158,034 g/mol, yoğunluğu 2,70 g/cm³ ve erime noktası >240°C olan potasyum ve manganat iyonlarından

olu an kristal yapılu inorganik bir kimyasal maddedir. Güçlü bir oksitleyici olan olan potasyum permanganat suda çözüldü ünde yo un pembe-menek e bir renk verir, ortamdaki oksitlenebilir maddelerle birle ti inde rengi kademeli olarak kahverengile ir (Anonim I, 2014).

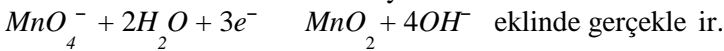
Potasyum permanganat balık yeti tiricili i ve akvaryum balıklarında dezenfektan, hastalık tedavisinde ve su arıtımında kullanılan bir oksitleyici maddedir. Fungal, bakteriyel ve ektoparazitler hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda su arıtımında sudaki organik maddeleri oksitleyerek çökmesini ve böylece filtrasyonla sudan uzakla tırılmasını sa lar. Bunun yanında PP suda koku, tat, renk ve algerin kontrol edilmesi gereken noktalarda kimyasal oksidant olarak kullanılmaktadır. Sudan demir ve manganın uzakla tırılmasında önemli rol oynar. nsan sa lı nda potasyum permanganatın deri dezenfektanı ve temizleyici olarak, egzama tedavisi ve açık yaraların kurutulmasında kullanılır. Ayrıca tekstil sektöründe potasyum permanganat rengin beyazlatılması (a artma) amacı ile kullanılır (EPA, 1999; Mcmillan, 2009, Anonim I, 2014).

EPA (1999), potasyum permanganatın su endüstrisinde bulunan formlarının son derece reaktif oldu unu; kullanılan formlarını tanımlayabilmenin mümkün olmadığını belirtmiştir. Sudaki potasyum permanganat, mangan dioksit indirgenerek çöker. Do al sularda bulunan bile enlerinin oksidasyonu için reaksiyon hızları nispeten yüksek ve sıcaklık, pH ve konsantrasyona ba lıdır (Macmillan, 2009).

Asidik ko ullar altındaki oksidasyonu



Alkali ko ullar altındaki oksidasyonu ise



Tatlı sularda su ürünleri yeti tiricili inde kullanılan sularda da reaksiyon bu ekilde gerçekleşir. çme suyunun aksine, su ürünleri yeti tiricili i için kullanılan su genellikle daha fazla organik madde kapsar. Organik ve inorganik maddelerin oksidasyonunda potasyum permanganat tüketildi inden, oksitlenebilen organik ve inorganik madde konsantrasyonları yüksek sular potasyum permanganatın dezenfeksiyon etkinli ini azaltır (Macmillan, 2009).

Lepistes (gupi) *Poeciliidae* familyasından, akvaryumlarda yeti tirilen, canlı do uran tropikal bir tatlı su balı dır ve 25-28 derece sıcaklıkta tutulması gerekir (Anonim II, 2014). Anayurdu Güney Amerika'dır ancak günümüzde dünyanın hemen hemen her yerine yayılmış tır. Erkek lepistesler di ilerden çok daha küçüktür ve kuyrukları ekil ve renk bakımından çe itlilik gösterir. Üretimleri çok kolaydır ve yavru verimleri sık ve yüksektir (Kürçü, 2001).

Herhangi bir maddenin sucul sistem ve besin zinciri için tehlikeli olup olmadığı na memeliler, bakteriler ve balıklar için akut toksisite ve biyolojik ayrı abilirlilik testleri yapıldıktan sonra karar verilebilir.

Kimyasal maddelerin potansiyel risklerini ortaya koymak için ilk basamak alg, balık vb. üzerinde yapılan akut toksisite testleridir. Akut toksisite testleri öncelikle bakteriler, Cladocera ve Rotifera gibi omurgasız hayvanlar ve di er gruplar kullanılarak yapılmasına ra men bu testler balıklarla yapılan çalı maların yerini alamazlar. Burada önemli olan besin zincirinin son halkası olan balıklardaki toksisitedir (Selvi vd., 2004).

Balıklar ve di er su canlıları üzerinde yapılan toksisite testleriyle bir maddenin hangi konsantrasyonda organizmalara zararlı oldu u, hangi konsantrasyonlarda görünür bir etki yapmadı ı belirlenebilmektedir. Bu testlerle elde edilen sonuçlardan yararlanılarak, bir su canlısı için maksimum konsantrasyonları tavsiye edilebilmekte, balıkçılık yönetimi ile ilgili herhangi bir yerel su kayna ındaki kimyasal ölçümler de erlendirilip buna göre kararlar geli tirilebilmekte ve sınırlamalar öngörülebilinmektedir. Ayrıca toksisite testleri kirletici atık de arjların toksisitelerini izlemek veya yüzey sularının kalitelerini de erlendirmek amacı ile de kullanılmaktadır. Bu testler su ortamındaki kimyasal maddeleri izlemeye ve yapılan analizleri yorumlamaya hizmet eder. Bir de arjın kalitesini belirlemek için balıkların kullanılması özellikle de arjda atık maddeler varsa veya nelerin oldu u tam bilinmiyorsa, anlamlı ve ekonomik bir i lemdir (Çetinkaya, 2005).

Akuatik toksisite testlerinin bir kullanım amacı da bilimsel ara tırmalardır. Bu testlerde di er bütün ko ullar sabit tutulurken sadece üzerinde durulan faktörün seviyesi, toksik maddenin konsantrasyonu de i tirilerek denemeler yapılır. Balık biyodenyelerinde balık hem bir deney hayvanı olarak de erlendirilir hem de bu deneyler sayesinde balık ile ilgili çok önemli, detaylı, pratik olarak önemli bilgiler elde edilir. Biyodenyeler günümüzde balı ın fizyolojisi, patolojisi, beslenmesi, davranı de i iklikleri vb. birçok konuyu aydınlatmada bir araç olarak kullanılırken; yeni üretilen bir kimyasalın, bir pestisit veya ilacın tescil edilmesi, kullanımına izin verilebilmesi için de biyodenyelerin yapılması ve tescil kurulu una sonuçların bildirilmesi zorunludur (Çetinkaya, 2005).

Bu çalı mada, potasyum permanganatın lepistes (*Poecilia reticulata*) balıklarındaki akut toksisitesinin belirlenmesi amaçlanmı tır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalı ma SDÜ E irdir Su Ürünleri Fakültesi akvaryum ünitesinde Mayıs 2014'te yapılmı tır. Deneylerde 10 litre kapasiteli cam akvaryumlar kullanılmı tır. Sıcaklık termostatlı ısıtıcılar kullanılarak sabit tutulmu tur. Havalandırma ortama potasyum permanganat verildikten sonra kapatılmı tır. Denemede do al fotoperiyot (14 sa aydınlık, 10 sa karanlık) uygulanmı tır.

Deneme üç tekerrürlü yapılmı tır. Balıklar E irdir Demirer Veteriner Klini i'nden temin edilmi tir. Stok akvaryumundan deney balıkları rastgele seçilerek her akvaryuma 7 birey konulmu tur. Deneylerde ortalama a ırlıkları $0,918 \pm 0,06$ gr ve ortalama boyları $4 \pm 0,3$ cm olan di i ve erkek karı ık toplam 126 adet lepistes kullanılmı tır (ekil 1). Ortama adaptasyon sa landıktan sonra potasyum permanganat stok çözeltisinden farklı konsantrasyonları sa layacak ekilde deney akvaryumlarına eklenmi tir.

Test balıklarına kontrol grubu (0,00 mg/l), 0,12 mg/l, 0,32 mg/l, 0,80 mg/l, 2,00 mg/l, 5,00 mg/l $KMnO_4$ 96 saat süre ile uygulanmı tır. Deneylerden 24 saat öncesinde balıkların yemlenmesi durdurulmu tur. Ölen bireyler derhal akvaryumlardan alınmı ve kaydedilmi tir (ekil 2). Davranı de i imleri denemenin 6, 12, 48, 72 ve 96 saatlerinde izlenmi tir.



ekil 1. Deneme balıkları *Poecilia reticulata* stok akvaryumunda



ekil 2. Denemede 2,00 mg/l KMnO_4 konsantrasyonunda ölen *P.reticulata* bireyleri

Deneme boyunca suyun fiziko-kimyasal parametreleri ölçülmü , deneme gruplarında saatlik ve günlük ölümler ile morfolojik gözlemler kaydedilmi tir. Akut toksisite testi statik biyodeneş tarzında uygulanmı , deneme süresince su de i imi, havalandırma ve kimyasal ilavesi yapılmamı tır. Elde edilen veriler kullanılarak 96 saatlik Medyan Letal

Konsantrasyon (LC_{50}) ve Medyan Etkili Konsantrasyon (EC_{50}) de erleri probit analizi ile SPSS 20.0 paket programı yardımıyla belirlenmi tir.

BULGULAR

Potasyum Permanganat Akut Toksikite Testi Sonuçları

Deneme akvaryumlarında suyun sıcaklığı ortalama $21 \pm 1^{\circ}C$, çözünmüş oksijen 8,1 (6,8-8,1) mg/l, oksijen doygunluğu % 82, tuzluluğu 0,2 ppt, pH'sı 8 (8,0-8,5), toplam sertlik 350 mg/l $CaCO_3$, kondüktivitesi 400 $\mu mhos/cm$ olarak belirlenmi tir.

Kontrol grubu, 0,12 mg/l'lik deneme grubu ve 0,32 mg/l'lik deneme gruplarında hiç ölüm gözlenmemi tir. Ölümün büyük ölçüde ilk 24 saatte gerçekleştiği görülmü tür (Tablo 1).

Tablo 1. *P.reticulata* akut $KMnO_4$ testinde farklı konsantrasyonlarda görülen ilk ölüm zamanları

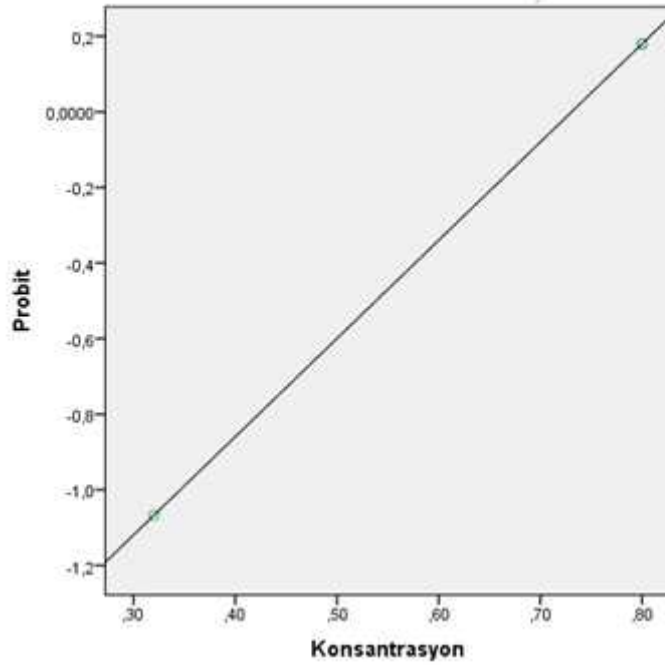
Konsantrasyon (mg/L)	İlk Ölüm Zamanı (saat)	Etkili Konsantrasyon
5,00	3	X
2,00	6	X
0,80	15	X
0,32	Ölüm yok	-
0,12	Ölüm yok	-
0,00	Ölüm yok	-

Probit analizinden elde edilen Medyan Letal Konsantrasyon (LC_{50}) sonuçları Tablo 2' de verilmi tir. 96 saat LC_{50} de eri 0,674 mg/l (% 95'lik güven sınırları 0,506-0,878 mg/l) ve Medyan Etkili Konsantrasyon (EC_{50}) de eri 0,786 mg/l (% 95'lik güven sınırları 0,558-1,101 mg/l) olarak bulunmu tur (ekil 3).

Tablo 2. *P.reticulata* akut $KMnO_4$ testinde belirlenen LC_{50} de erleri ve % 95'lik güven sınırları

Tatbik süresi (saat)	LC_{50} de erleri (mg/l)	%95'lik Güven Sınırları
24	1,001	0,677 – 1,388
48	0,830	0,260 – 1,889
72	0,672	0,447 – 1,008
96	0,674	0,489 – 0,885

Tablo 2 incelendi inde lepistes balı için potasyum permanganat LC_{50} konsantrasyonlarının 1,001 (24 saat) ile 0,674 mg/l (96 saat) arasında de i ti i, süre uzadıkça LC_{50} de erinin dü tü ü toksik etkinin yükseldi i görülmektedir.



ekil 3. *P. reticulata* 96 saatlik $KMnO_4$ akut toksisite testinde konsantrasyon-tepki (probit olarak ölüm oranı) ili kisi

Davranı De i imleri

Deneme ba langıcında akvaryumlara potasyum permanganat eklenmesinden sonra 5 mg/l'lik ve 2 mg/l'lik konsantrasyondaki deneme gruplarında akvaryum suyunun rengi açık pembe iken zamanla kahverengiye dönmü tür. Di er deneme gruplarında ise dü ük konsantrasyonlardan ve oksidayonla Mangan dioksite dönü üm gerçeikle memi olmasından dolayı herhangi bir renk dönü ümü gözlenmemi tir. En yüksek konsantrasyon olan 5,00 mg/l potasyum permanganat konsantrasyonuna sahip deneme grubunda deneme balıklarında ilk yarım saatte çırpınma, dibe çökme ve son olarak hareketsiz kalma, durgunluk gözlenmi tir. 3 saat sonunda tüm bireyler ölmü ve ölen 4 bireyde abdomen bölgesinin i ti i gözlenmi tir.

2,00 mg/l potasyum permanganat konsantrasyonuna sahip deneme grubunda ilk yarım saatte durgunluk gözlenmi , 18.saatte dibe çökme, yan yatma ve ters dönme gibi belirtiler gözlenmi tir.

0,80 mg/l potasyum permanganat konsantrasyonuna sahip deneme grubunda 24.saatte ters dönme, yan yatma gibi belirtiler görülmü tür.

Kontrol grubu (0,00 mg/l) ile 0,12 mg/l ve 0,32 mg/l potasyum permanganat konsantrasyonuna sahip deneme gruplarında herhangi bir morfolojik veya davranı de i ikli i gözlenmemi tir.

TARTI MA

Bu çalı mada potasyum permanganatın lepistes balı ına (*Poecilia reticulata*, Peters, 1859) akut toksisitesi ara tırılmı tir. Deneme statik biyo-deney yöntemi ile 96 saatlik süre

içinde uygulanarak morfolojik gözlemler ve davranışları de iimleri takip edilmiş ve ölümleri esas alınmış LC₅₀ ve EC₅₀de erleri bulunmu tur.

Potasyum permanganatın pH'sı 8,5-9,5 arasında, toplam sertli i 300 mg/l CaCO₃ olan sularda balıklar için daha zehirli oldu u tespit edilmiştir. Düşük sıcaklıklarda, yüksek pH'da ve sert sularda potasyum permanganatın kanal yayın balıkları için toksisitesi daha fazladır. Ayrıca gökku a ı alabalıklarında ve kanal yayın balıklarında 96 saatlik potasyum permanganat toksisitesinin çok sert sularda önemli düzeyde (p<0,05) daha yüksek oldu u tespit edilmiştir (Marking ve Bills, 1975).

Tucker (1987) potasyum permanganatın yavru kanal yayın balı ı üzerindeki toksisitesinin yeti tiricilik yapılan suyun kimyasal oksijen ihtiyacı (KO) ile yakından ili kili oldu unu; KO 21 mg/l'den 118 mg/l'ye yükseldi inde 96 saatlik LC₅₀ de erinin 4,5 mg/l'den 17,6 mg/l'ye yükseldi ini bildirmi tir. Suyun KO de eri yükseldikçe ortamda bulunan potasyum permanganat oksidasyon sürecinde harcandı ndan LC₅₀ de eri yükselmekte yani toksisite dü mekte, etki daha yüksek konsantrasyonda ortaya çıkmaktadır.

Afrika yayın balı ı için 96 saatlik potasyum permanganat LC₅₀ de erinin 3,02 mg/l oldu u bildirilmiştir. Yavru çizgili levrekler için potasyum permanganatın 96 sa LC₅₀ de erinin 4 mg/l oldu u, Nil tilapyası için 96 saatlik LC₅₀ 6,1 mg/l oldu u rapor edilmiştir. Potasyum permanganat için 96 saatlik LC₅₀ de eri Nil tilapalarının yavrularında 2,9 mg/l, fingerlinglerinde 3,3 mg/l oldu u tespit edilmiştir (Kori-Siakpere, 2008).

Straus (2004) hibrid çizgili levrek juvenillerinde toplam alkalinitesi ve toplam sertli i düşük olan sularda potasyum permanganat toksisitesinin daha düşük oldu unu bildirmi tir.

Potasyum permanganat daha yüksek pH'lı tuzlu sularda mangan dioksit balıkların solungaçlarında çökmesine neden olabilece inden; tuzlu su balıkları için daha toksiktir. Do al deniz suyu, tipik olarak 7,8 ve 8,2 arasında bir pH de erine sahiptir ki bu da genel olarak pH'sı 6,8 ile 7,2 arasında tatlı su sistemlerinin pH'sından daha yüksektir (Marecaux, 2006) .

Maruz kalma süresi belirtilmeden 2,00 mg/l potasyum permanganatün lepistesler için, 3,2 mg/l potasyum permanganatın ise yayın balıkları için toksik oldu u bulunmu tur. *Lepomis macrochirus* için 3 mg/l; geni a ızlı levrek için 4 mg/l, Japon balıkları için 6 mg/l potasyum permanganat konsantrasyonlarının toksik oldu u bildirilmiştir (Marecaux, 2006).

Ghelichpour ve Eagderi (2012), iki farklı a ırlıktaki melek balıklarında potasyum permanganatın toksik etkisini incelemi ve 10 gr a ırlı ndaki büyük melek balıklarında 96 saatlik LC₅₀ de erinin 1,1 mg/l; küçük melek balıklarında (2 gr a ırlı nda) ise 0,35 mg/l oldu unu belirtmişlerdir. Küçük balıklara kıyasla büyük balıkların daha yüksek toleranslı olmasının sebebi stres artışı veya solungaç yüzeyi ile vücut yüzeyi oranının azalması olabilece i bildirmi tir.

Belirtilen ara tırmacıların bulguları bu çalışmada bildirilen bulgulardan daha yüksek oldu u görülmektedir. Gözlenen bu farklılık, deneme suyu kalitesi, deneme balıklarını büyüklük ve kondisyonları ile tür farklılı ından kaynaklanabilir.

SONUÇ

Kimyasal maddelerin toksik etkilerinin belirlenebilmesi için biyodenyler yapılmaktadır. Bu çalı mada ilaç, dezenfektan ve oksitleyici olarak yaygın kullanılan bir kimyasal olan potasyum permanganatın lepistes balıklarına olan toksik etkisi belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular yapılan di er çalı ma sonuçları ile kıyaslandı nda lepistes bal ının melek ve kanal yayın bal ı fingerlingleri hariç di er balık türlerine oranla potasyum permanganata daha duyarlı oldu u görülmektedir. Potasyum permanganatın ilaç ve dezenfektan olarak yeti tiricilik ortamları ve akvaryumlarda kullanılırken konsantrasyonun özenle seçilmesi, suyun organik madde yükünün de dikkate alınması gereklidir. Aksi takdirde ilaç olarak kullanılan potasyum permanganat ya etkili olmayacak ya da balıkların ölümüne yol açabilecektir.

KAYNAKLAR

- Anonim I, 2014. Potasyum Permanganat. http://tr.wikipedia.org/wiki/Potasyum_permanganat. Eri m Tarihi: 18.05.2014.
- Anonim II, 2014. Lepistes. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Lepistes>. Eri m Tarihi: 18.05.2014.
- Çetinkaya, O. 2005. Akuatik Toksikoloji: Balık Biyodenyleri. Balık Biyolojisi Ara tırma Yöntemleri. Karata , M. (Ed.), Nobel Yayınevi, Ankara, 169-218.
- EPA, 1999. Potassium Permanganate. In: EPA Guidance Manual: Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual. EPA 815-R-99-014. pp 5.1- 5.14.
- Ghelichpour, M., Eagderi, S. 2012. Toxicological Effects of Potassium Permanganate on Two Different Sizes of Angelfish (*Pterophyllum scalare*). Global Vet.,9 (2): 140-143.
- Kori-Siakpere, O. 2008. Acute Toxicity of Potassium Permanganate to Fingerlings of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Afr. J. Biotechnol., 7 (14): 2514-2520.
- Kürkçü, Y. 2001. Kur un Nitrat ($Pb(NO_3)_2$) Metal Tuzunun Lepistes (*Poecilia reticulata*) Üzerindeki Akut Toksik Etkisinin Ara tırılması ve Davranı De i mlerinin ncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Macmillan, J. 2009. Potassium Permanganate and it Use in Aquaculture. <http://www.fws.gov/fisheries/>. Eri m Tarihi: 18.05.2014
- Marecaux, E.N. 2006. Effects of Potassium Permanganate on the Sailfin Molly, *Poecilia latippinna*, at Varying Salinity Levels. MS Thesis, University of Florida, USA.
- Marking, L.L., Bills, T.D. 1975. Toxicity of Potassium Permanganate to Fish and its Effectiveness for Detoxifying Antimycin. Trans. Am. Fish. Soc., 104: 579-583.
- Selvi, M., Sarıkaya, R., Erkoç, F. 2004. Temefosa Maruz Kalan Lepistes (*Poecilia reticulata*) Bireylerindeki Akut Davranı De iimleri. G.Ü. Fen Bilim. Derg., 17(4): 15-19.
- Straus, D.L. 2004. Comparison of the Acute Toxicity of Potassium Permanganate to Hybrid Striped Bass in Well Water and Diluted Well Water. J. World Aquacult. Soc., 35: 55-60.
- Tucker, C.S. 1987. Acute Toxicity of Potassium Permanganate to Channel Catfish Fingerlings. Aquacult., 60: 93-98.