

PAPER DETAILS

TITLE: Potasyum Permanganatin (KMnO₄) Lepistes (*Poecilia reticulata*, Peters, 1859) Üzerine Akut Toksisitesi

AUTHORS: Ayca ASLANTÜRK, Osman ÇETINKAYA

PAGES: 12-19

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/214206>

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

Ayça ASLANTÜRK* Osman ÇETİNKAYA

Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir 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±1°C, çözünmüş oksijeni 8,1 mg/l, oksijen doygunluğu %82, tuzluluğu 0,2 ppt, pH'sı 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) şartlarında statik biyodeneş tarzında uygulanmış, 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 bağılı olarak balıklarda etkiden uzaklaşma, ters ve yan yüzmeye, hızlı ve kontrolsüz yüzmeye, suyun dışına kaçma hareketleri gözlemlenmiştir. Lepistes balığının potasyum permanganat toksisitesine kanal yayın balığı ve melek balıkları hariç birçok balıktan daha hassas olduğı 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±1°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

GİRİŞ

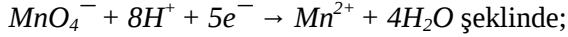
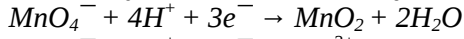
Potasyum permanganat (PP, KMnO₄) katı halde, molar kütlesi 158,034 g/mol, yoğunluğu 2,70 g/cm³ ve erime noktası >240°C olan potasyum ve manganat iyonlarından

oluşan kristal yapılı inorganik bir kimyasal maddedir. Güçlü bir oksitleyici olan olan potasyum permanganat suda çözündüğünde yoğun pembe-menekşe bir renk verir, ortamdaki oksitlenebilir maddelerle birleştiğinde rengi kademeli olarak kahverengileşir (Anonim I, 2014).

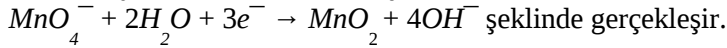
Potasyum permanganat balık yetiştiriciliği ve akvaryum balıklarında dezenfektan, hastalık tedavisinde ve su arıtımında kullanılan bir oksitleyici maddedir. Fungal, bakteriyel ve ektoparazitler hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda su arıtımında sudaki organik maddeleri oksitleyerek çökmesini ve böylece filtrasyonla sudan uzaklaştırılmasını sağlar. Bunun yanında PP suda koku, tat, renk ve alglerin kontrol edilmesi gereken noktalarda kimyasal oksidant olarak kullanılmaktadır. Sudan demir ve manganın uzaklaştırılmasında önemli rol oynar. İnsan sağlığında potasyum permanganatın deri dezenfektanı ve temizleyici olarak, egzama tedavisi ve açık yaraların kurutulmasında kullanılır. Ayrıca tekstil sektöründe potasyum permanganat rengin beyazlatılması (ağartma) amacı ile kullanılır (EPA, 1999; Mcmillan, 2009, Anonim I, 2014).

EPA (1999), potasyum permanganatın su endüstrisinde bulunan formlarının son derece reaktif olduğunu; kullanılan formlarını tanımlayabilmenin mümkün olmadığını belirtmiştir. Sudaki potasyum permanganat, mangan dioksite indirgenerek çökler. Doğal sularda bulunan bileşenlerinin oksidasyonu için reaksiyon hızları nispeten yüksek ve sıcaklık, pH ve konsantrasyona bağlıdır (Macmillan, 2009).

Asidik koşullar altındaki oksidasyonu



Alkali koşullar altındaki oksidasyonu ise



Tatlı sularda su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan sularda da reaksiyon bu şekilde gerçekleşir. İçme suyunun aksine, su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılan su genellikle daha fazla organik madde kapsar. Organik ve inorganik maddelerin oksidasyonunda potasyum permanganat tüketildiğinden, oksitlenebilen organik ve inorganik madde konsantrasyonları yüksek sular potasyum permanganatın dezenfeksiyon etkinliğini azaltır (Macmillan, 2009).

Lepistes (gupi) *Poeciliidae* familyasından, akvaryumlarda yetiştirilen, canlı doğuran tropikal bir tatlı su balığıdır ve 25-28 derece sıcaklıkta tutulması gerekir (Anonim II, 2014). Anayurdu Güney Amerika'dır ancak günümüzde dünyanın hemen hemen her yerine yayılmıştır. Erkek lepestesler dişilerden çok daha küçüktür ve kuyrukları şekil ve renk bakımından çeşitlilik gösterir. Üretimleri çok kolaydır ve yavru verimleri sık ve yüksektir (Kürkçü, 2001).

Herhangi bir maddenin sucul sistem ve besin zinciri için tehlikeli olup olmadığına memeliler, bakteriler ve balıklar için akut toksisite ve biyolojik ayrışabilirlik 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 diğer gruplar kullanılarak yapılmasına rağmen bu testler balıklarla yapılan çalışmaların yerini alamazlar. Burada önemli olan besin zincirinin son halkası olan balıklardaki toksisitedir (Selvi vd., 2004).

Balıklar ve diğer su canlıları üzerinde yapılan toksisite testleriyle bir maddenin hangi konsantrasyonda organizmalara zararlı olduğu, hangi konsantrasyonlarda görünür bir etki yapmadığı belirlenebilmektedir. Bu testlerle elde edilen sonuçlardan yararlanılarak, bir su canlısı için maksimum konsantrasyonları tavsiye edilebilmekte, balıkçılık yönetimi ile ilgili herhangi bir yerel su kaynağındaki kimyasal ölçümler değerlendirilip buna göre kararlar geliştirilebilmekte ve sınırlamalar öngörülebilmektedir. Ayrıca toksisite testleri kirlenici atık deşarjların toksisitelerini izlemek veya yüzey sularının kalitelerini değerlendirmek amacı ile de kullanılmaktadır. Bu testler su ortamındaki kimyasal maddeleri izlemeye ve yapılan analizleri yorumlamaya hizmet eder. Bir deşarjın kalitesini belirlemek için balıkların kullanılması özellikle deşarjda atık maddeler varsa veya nelerin olduğu tam bilinmiyorsa, anlamlı ve ekonomik bir işlemdir (Çetinkaya, 2005).

Akuatik toksisite testlerinin bir kullanım amacı da bilimsel araştırmalardır. Bu testlerde diğer bütün koşullar sabit tutulurken sadece üzerinde durulan faktörün seviyesi, toksik maddenin konsantrasyonu değiştirilerek denemeler yapılır. Balık biyodeneylelerinde balık hem bir deney hayvanı olarak değerlendirilir hem de bu deneyler sayesinde balık ile ilgili çok önemli, detaylı, pratik olarak önemli bilgiler elde edilir. Biyodeneyleler günümüzde balığın fizyolojisi, patolojisi, beslenmesi, davranış değişiklikleri vb. birçok konuyu aydınlatmada bir araç olarak kullanılırken; yeni üretilen bir kimyasalın, bir pestisit veya ilacın tescil edilmesi, kullanımına izin verilebilmesi için de biyodeneylelerin yapılması ve tescil kuruluşuna sonuçların bildirilmesi zorunludur (Çetinkaya, 2005).

Bu çalışmada, potasyum permanganatın lepestes (*Poecilia reticulata*) balıklarındaki akut toksisitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi akvaryum ünitesinde Mayıs 2014'te yapılmıştır. Deneylerde 10 litre kapasiteli cam akvaryumlar kullanılmıştır. Sıcaklık termostatlı ısıtıcılar kullanılarak sabit tutulmuştur. Havalandırma ortama potasyum permanganat verildikten sonra kapatılmıştır. Denemede doğal fotoperiyot (14 sa aydınlık, 10 sa karanlık) uygulanmıştır.

Deneme üç tekerrürlü yapılmıştır. Balıklar Eğirdir Demirer Veteriner Kliniği'nden temin edilmiştir. Stok akvaryumundan deney balıkları rastgele seçilerek her akvaryuma 7 birey konulmuştur. Deneylerde ortalama ağırlıkları $0,918 \pm 0,06$ gr ve ortalama boyları $4 \pm 0,3$ cm olan dişi ve erkek karışık toplam 126 adet lepestes kullanılmıştır (Şekil 1). Ortama adaptasyon sağlandıktan sonra potasyum permanganat stok çözeltisinden farklı konsantrasyonları sağlayacak şekilde deney akvaryumlarına eklenmiştir.

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 uygulanmıştır. Deneylerden 24 saat öncesinde balıkların yemlenmesi durdurulmuştur. Ölen bireyler derhal akvaryumlardan alınmış ve kaydedilmiştir (Şekil 2). Davranış değişimleri denemenin 6, 12, 48, 72 ve 96 saatlerinde izlenmiştir.



Şekil 1. Deneme balıkları *Poecilia reticulata* stok akvaryumunda



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

Deneme boyunca suyun fiziko-kimyasal parametreleri ölçülmüş, deneme gruplarında saatlik ve günlük ölümler ile morfolojik gözlemler kaydedilmiştir. Akut toksisite testi statik biyodeney tarzında uygulanmış, deneme süresince su değişimi, havalandırma ve kimyasal ilavesi yapılmamıştır. Elde edilen veriler kullanılarak 96 saatlik Medyan Letal

Konsantrasyon (LC_{50}) ve Medyan Etkili Konsantrasyon (EC_{50}) değerleri probit analizi ile SPSS 20.0 paket programı yardımıyla belirlenmiştir.

BULGULAR

Potasyum Permanganat Akut Toksikite Testi Sonuçları

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

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

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

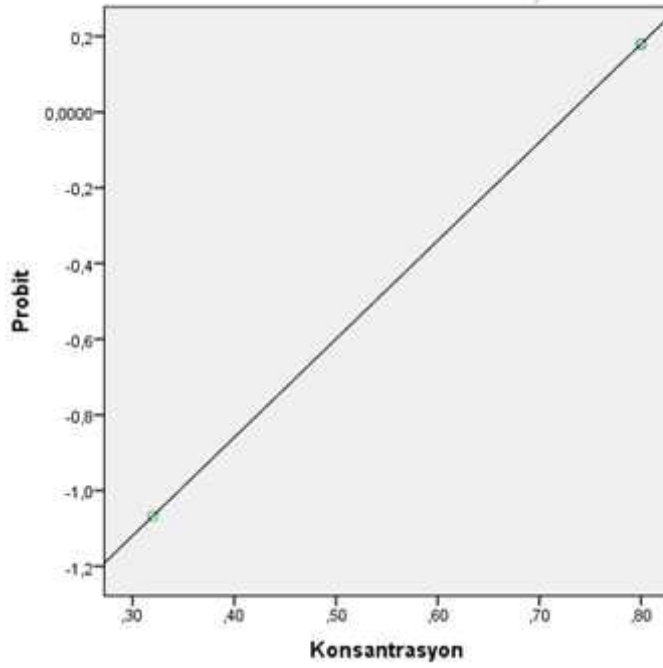
Konsantrasyon (mg/L)	İlk Ölüm Zamanı (saat)	Etkili Konsantrasyon
5,00	3	X
2,00	6	X
0,80	15	X
0,32	Ölüm yok	-
0,12	Ölüm yok	-
0,00	Ölüm yok	-

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

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

Tatbik süresi (saat)	LC_{50} değerleri (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 incelendiğinde lepistes balığı için potasyum permanganat LC_{50} konsantrasyonlarının 1,001 (24 saat) ile 0,674 mg/l (96 saat) arasında değiştiği, süre uzadıkça LC_{50} değerinin düştüğü toksik etkinin yükseldiği görülmektedir.



Şekil 3. *P. reticulata* 96 saatlik KMnO_4 akut toksisite testinde konsantrasyon-tepki (probit olarak ölüm oranı) ilişkisi

Davranış Değişimleri

Deneme başlangıcında 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 dönmüştür. Diğer deneme gruplarında ise düşük konsantrasyonlardan ve oksidasyonla Mangan dioksit dönüşüm gerçekleşmemiş olmasından dolayı herhangi bir renk dönüşümü gözlenmemiştir. 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 gözlenmiştir. 3 saat sonunda tüm bireyler ölmüş ve ölen 4 bireyde abdomen bölgesinin şiştiği gözlenmiştir.

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

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

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 davranış değişikliği gözlenmemiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada potasyum permanganatın lepistes balığına (*Poecilia reticulata*, Peters, 1859) akut toksisitesi araştırılmıştır. Deneme statik biyo-deney yöntemi ile 96 saatlik süre

içinde uygulanarak morfolojik gözlemler ve davranış değişimleri takip edilmiş ve ölümleri esas alınıp LC₅₀ ve EC₅₀ değerleri bulunmuştur.

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

Tucker (1987) potasyum permanganatın yavru kanal yayın balığı üzerindeki toksisitesinin yetiştiricilik yapılan suyun kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ile yakından ilişkili olduğunu; KOİ 21 mg/l'den 118 mg/l'ye yükseldiğinde 96 saatlik LC₅₀ değerinin 4,5 mg/l'den 17,6 mg/l'ye yükseldiğini bildirmiştir. Suyun KOİ değeri yükseldikçe ortamda bulunan potasyum permanganat oksidasyon sürecinde harcandığından LC₅₀ değeri yükselmekte yani toksisite düşmekte, etki daha yüksek konsantrasyonda ortaya çıkmaktadır.

Afrika yayın balığı için 96 saatlik potasyum permanganat LC₅₀ değerinin 3,02 mg/l olduğu bildirilmiştir. Yavru çizgili levrekler için potasyum permanganatın 96 sa LC₅₀ değerinin 4 mg/l olduğu, Nil tilapyası için 96 saatlik LC₅₀ 6,1 mg/l olduğu rapor edilmiştir. Potasyum permanganat için 96 saatlik LC₅₀ değeri Nil tilapyaalarının yavrularında 2,9 mg/l, fingerlinglerinde 3,3 mg/l olduğu tespit edilmiştir (Kori-Siakpere, 2008).

Straus (2004) hibrid çizgili levrek juvenillerinde toplam alkalinitesi ve toplam sertliği düşük olan sularda potasyum permanganat toksisitesinin daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Potasyum permanganat daha yüksek pH'lı tuzlu sularda mangan dioksit balıkların solungaçlarında çökmesine neden olabileceğinden; tuzlu su balıkları için daha toksiktir. Doğal deniz suyu, tipik olarak 7,8 ve 8,2 arasında bir pH değerine 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 permanganatın lepestesler için, 3,2 mg/l potasyum permanganatın ise yayın balıkları için toksik olduğu bulunmuştur. *Lepomis macrochirus* için 3 mg/l; geniş ağızlı levrek için 4 mg/l, Japon balıkları için 6 mg/l potasyum permanganat konsantrasyonlarının toksik olduğu bildirilmiştir (Marecaux, 2006).

Ghelichpour ve Eagderi (2012), iki farklı ağırlıktaki melek balıklarında potasyum permanganatın toksik etkisini incelemiş ve 10 gr ağırlığındaki büyük melek balıklarında 96 saatlik LC₅₀ değerinin 1,1 mg/l; küçük melek balıklarında (2 gr ağırlığında) ise 0,35 mg/l olduğunu belirtmişlerdir. Küçük balıklara kıyasla büyük balıkların daha yüksek toleranslı olmasının sebebi stres artışı veya solungaç yüzeyi ile vücut yüzeyi oranının azalması olabileceği bildirmiştir.

Belirtilen araştırmacıların bulguları bu çalışmada bildirilen bulgulardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Gözlenen bu farklılık, deneme suyu kalitesi, deneme balıklarının büyüklük ve kondisyonları ile tür farklılığından kaynaklanabilir.

SONUÇ

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

Elde edilen bulgular yapılan diğer çalışma sonuçları ile kıyaslandığında lepistes balığının melek ve kanal yayın balığı fingerlingleri hariç diğer balık türlerine oranla potasyum permanganata daha duyarlı olduğu görülmektedir. Potasyum permanganatın ilaç ve dezenfektan olarak yetiştiricilik 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. Erişim Tarihi: 18.05.2014.
- Anonim II, 2014. Lepistes. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Lepistes>. Erişim Tarihi: 18.05.2014.
- Çetinkaya, O. 2005. Akuatik Toksikoloji: Balık Biyodeneyle. Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri. Karataş, 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. Kurşun Nitrat ($Pb(NO_3)_2$) Metal Tuzunun Lepistes (*Poecilia reticulata*) Üzerindeki Akut Toksik Etkisinin Araştırılması ve Davranış Değişimlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Macmillan, J. 2009. Potassium Permanganate and its Use in Aquaculture. <http://www.fws.gov/fisheries/>. Erişim Tarihi: 18.05.2014
- Marecaux, E.N. 2006. Effects of Potassium Permanganate on the Sailfin Molly, *Poecilia latipinna*, 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 Davranış Değişimleri. 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.