

BAFA GÖLÜ'NDEKİ TOPLU BALIK ÖLÜMLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Murat YABANLI^{1*}, Necla TÜRK¹, Ersin TENKEKÇİOĞLU², Ramazan ULUDAĞ¹

1. Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü, 35010, Bornova - İzmir

2. Devlet Su İşleri II. Bölge Müdürlüğü, 35100, Bornova - İzmir

Özet

Türkiye'nin Güney Batısında yer alan ve bir lagün gölü olan Bafa Gölü'nde 2006 yılı Ekim ayında toplu balık ölümleri görülmesi üzerine bölgeden su ve balık örnekleri alınmıştır. Alınan su örnekleri fizikokimyasal, toksikolojik ve mikrobiyolojik yönlerden, balık örnekleri ise toksikolojik yönden incelenmiştir. Göl suyunun yapılan analizleri sonucunda oksijen değeri yaklaşık 5.0 mg/L, tuzluluk %16.2, amonyak azotu 0.1 mg/L, nitrit azotu 0.013 mg/L, toplam organik karbon 13.4 mg/L, toplam koliform 1100 EMS/100 ml, fekal koliform 28 EMS/100 ml olarak saptanmıştır. Su ve balık örneklerinin yapılan toksikolojik analizlerinde pestisit kalıntısı tespit edilmemiştir. Toplu balık ölümlerinin su kalitesinde görülen bozulmadan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bafa Gölü, su kalitesi, toplu balık ölümü.

A RESEARCH FOR MASSIVE FISH KILLS IN LAKE Bafa (TURKEY)

Abstract

As there were massive fish kills in Lake Bafa which is a lagoon situated in Southwestern Turkey in October, 2006, water and fish samples were taken from the region. Water samples were analysed physicochemically, toxicologically and microbiologically and fish samples were subjected to toxicological analysis. The analyses of lake water revealed on oxygen value of approximately 5.0 mg/L, salinity 16.2 ‰, nitrogen from ammonia 0.1 mg/L, nitrogen nitrite 0.013 mg/L, and total organic carbon 13 mg/L. Total coliform count was 1100 MPN/100 ml and faecal coliform count was 28 MPN/100 ml. There was no detection of any pesticide residues in fish and water samples. Massive fish kills are thought to be due to the decrease in water quality.

Key words: Bafa Lake, water quality, massive fish killing.

* İletişim:

Dr. Murat YABANLI, Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü, Toksikoloji Bölümü., Erzene M., Ankara C., No: 172/155 35010,
Bornova, İzmir – TURKEY
Tel: (+90232) 388 00 10/145 Fax: (+90232) 388 50 52
E-mail: myabanli@gmail.com

I. GİRİŞ

Büyük Menderes Nehri'nin körfez ağzına yığıldığı alüvyon sonucunda denizle bağlantısı kesilen, bir lagün (sahil barajı) gölü olan Bafa Gölü, Türkiye'nin Güney Batısında, Büyük Menderes Deltası'nın Güney Doğusunda, Aydın ve Muğla il sınırları içerisinde yer almaktadır. Yüzölçümü yaklaşık 60-70 km², denizden yüksekliği 10 m ve maksimum derinliği 20 m kadar olup A sınıfı sulak alan kategorisine girmektedir. Genel olarak Büyük Menderes

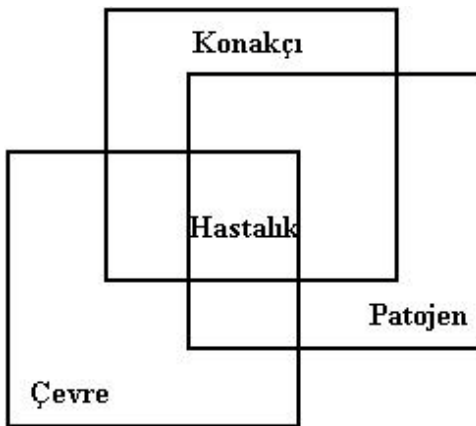
Nehri ile beslenmekte olup yağışın bol olduğu zamanlarda Beşparmak Dağları'ndan dökülen küçük dereler de göle akmaktadır. Göl, 08.07.1994 tarihinde ulusal tabiat parkı ilan edilmiş olup göl çevresi uluslar arası önemli kuş alanları listesinde yer almaktadır [1-3]. Bafa Gölü civarının iklimi kış mevsiminin ılıman ve yağışlı, yaz mevsiminin de kurak ve sıcak olmasıyla tipik Akdeniz iklimidir [4].

Kuru ve ark. [5] tarafından yapılan çalışmada Bafa Gölü'nde 20 balık türünün bulunduğu belirtilmektedir.

Bunlar *Anguilla anguilla* (Linné, 1758), *Cyprinus carpio* Linné, 1758, *Acanthobrama mirabilis* Ladiges, 1960 (Endemik), *Chondrostoma meandrense* Elvira, 1987, *Barbus capito pectoralis* (Heckel, 1843), *Silurus glanis* Linné, 1758, *Syngnathus abaster* Risso, 1827, *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821), *Gambusia holbrooki* Girard, 1859, *Atherina boyeri* Risso, 1810, *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758), *Diplodus sargus* (Linné, 1758), *Lisa ramada* (Risso, 1810), *Mugil cephalus* Linné, 1758, *Chelon labrosus* (Risso, 1810), *Salaria pavo* (Risso, 1810), *Salaria fluviatilis* (Asso, 1801), *Gobius niger* Linné, 1758, *Knipowitschia caucasica* (Berg, 1916), *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810) türleridir. Bu türlerden sivrisinek balığı göle aşılansın fakat ne zaman aşılacağı bilinmemektedir.

Su kalitesi, balıklarda davranış ve fonksiyonel bozukluklara sebep olabilmektedir. Düşük vasıflı sular balık üzerinde toksik etki yapmasının yanı sıra stres oluşturmasından dolayı da önemlidir. Oluşan strese bağlı olarak balık, enfeksiyon hastalıklarına karşı hassaslaşır, iştahı azalır, gıda çevrimi ve gelişme yavaşlar, üreme potansiyeli olumsuz etkilenir (Şekil 1). Toksik etki ve oluşan hastalıklar sonucu da toplu ölümler ortaya çıkar [6].

Bu çalışmada Bafa Gölü Kapıkırı Mevkii'nde meydana gelen toplu balık ölümlerinin nedenlerinin su kalitesi çalışmaları ve toksikolojik muayenelerle belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1. Çevre, patojen, konakçı ve hastalık ilişkisi [6].

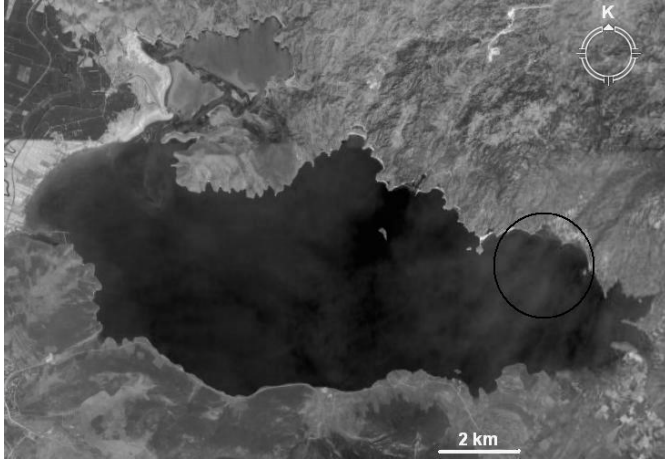
II. MATERYAL VE METOT

2006 yılı Ekim ayında Bafa Gölü, Kapıkırı Mevkii'nde (Şekil 2) yapılan inceleme sonucunda göl kenarında kıyıya vurmuş vaziyette toplu balık ölümleri tespit edilmiştir. Ölen balıkların *Atherina boyeri* Risso, 1810, *Syngnathus abaster* Risso, 1826 ve *Anguilla anguilla* (Linné, 1758) türlerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 3). Ölümün görüldüğü bölgeden incelenmek üzere steril renkli reaktif şişeler içinde su ve steril şeffaf poşetler içinde

de balık örnekleri alınmış ve soğuk zincir kırılmadan laboratuvara ulaştırılmıştır. Balık örneklerinde konjesyon ve kokuşma olması nedeniyle bakteriyolojik, parazitolojik, virolojik, patolojik yönlerden muayeneye alınamamış olup tarımsal üretimde kullanılan pestisitleri de içeren 27 pestisit (Atrazin, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Bentazone, Carbofenthion, Chlorpyrifos-methyl, Dichlorvos, Ethrimfos, Fenchlorphos, Fenitrothion, Fonofos, Heptanophos, Isafenphos, Endosulfan, Mecarbam, Metalaxyl, Methacriphos, Methidathion, Mevinphos, Molinate, Phentoate, Phorate, Phosmet, Pirimiphos-methyl, Simazine, Sulfotep, Tetrachlorvinphos) yönünden toksikolojik muayeneleri yapılabilmektedir. Alınan su örneklerinde fizikokimyasal parametrelerden pH, sıcaklık, tuzluluk, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, nitrit azotu, amonyum azotu ve organik madde miktarı, toksikolojik yönden belirtilen 27 pestisit ve mikrobiyolojik yönden de toplam koliform miktarı ile fekal koliform miktarı çalışılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. İncelenen su kalitesi parametreleri.

Parametre	Teknik
Sıcaklık	
pH	
Çözülmüş Oksijen	WTW Multi 340i model su kalitesi ölçüm cihazı
Elektiriksel İletkenlik	
Tuzluluk	Mohr Knudsen yöntemi [7]
Amonyak Azotu	Nessler metodu
Nitrit Azotu	Sülfanilik asit ve naftilamin kullanılarak kolorimetrik yöntem
Toplam Organik Karbon	Gaudette ve ark. [8]
Pestisit	Makovi ve McMahon [9]
Toplam Koliform	Donovan ve ark. [10], en muhtemel
Fekal Koliform	sayı yöntemi



Şekil 2. Bafa Gölü (Google Earth'den) ve balık ölümlerinin görüldüğü bölge (daire içinde).



Şekil 3. Toplu balık ölümlerinden bir görüntü.

Tablo 2. Elde edilen fizikokimyasal ve mikrobiyolojik veriler.

Parametreler	Veriler
Sıcaklık	23°C
pH	7.7
Çözünmüş Oksijen	
Yüzeyde	5.5 mg/L
5 m derinlikte	5.3 mg/L
10 m derinlikte	4.7 mg/L
Elektriksel İletkenlik	25300 µohms/cm
Tuzluluk	16.2 (‰)
Amonyak Azotu	0.1 mg/L
Nitrit Azotu	0.013 mg/L
Toplam Organik Karbon	13.4 mg/L
Toplam Koliform	1100 EMS/100 ml
Fekal Koliform	28 EMS/100 ml

III. BULGULAR

Çalışma bölgesinden alınan su örneklerinin yapılan fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Koliform grubu bakterilerin VITEK II cihazı ile yapılan teşhisleri sonucunda türlerin *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae* oldukları tespit edilmiştir. Su ve balık örneklerinin 27 pestisit yönünden yapılan toksikolojik muayenelerinde pestisit kalıntısı tespit edilmemiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Su ve balık örneklerinin pestisit analiz sonuçları.

Pestisit adı	Sonuç	Teşhis limiti (mg/kg)
Atrazin	Tespit edilmedi	0,1
Azinphos-ethyl		
Azinphos-methyl		
Bentazone		
Carbofenthion		
Chlorpyrifos-methyl		
Dichlorvos		
Ethrimfos		
Fenclorphos		
Fenitrothion		
Fonofos		
Heptanophos		
Isofenphos		
Endosulfan		
Mecarbam		
Metalaxyl		
Methacriphos		
Methidathion		
Mevinphos		
Molinate		
Phentoate		
Phorate		
Phosmet		
Pirimiphos-methyl		
Simazine		
Sulfotep		
Tetrachlorvinphos		

IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

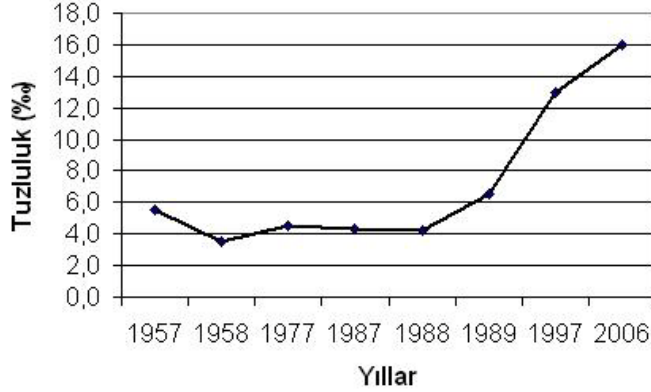
Balıkların optimum sıcaklık istekleri değişmektedir. Tespit edilen ortalama su sıcaklığı değeri (23°C), Arai [11] tarafından belirtilen Avrupa yılan balığı optimum su sıcaklığı aralığı (22-28°C) içindedir.

Doğal sularda pH, kimyasal ve biyolojik sistemler için en önemli faktördür. Balık yetiştiriciliği için pH değerinin 7-8 arasında olması istenir [12]. Belirlenen ortalama pH değeri (7.7) balık gelişimi için uygundur.

Bafa Gölü, Kapıkırı mevkiinde çözünmüş oksijen değerinin derinlik arttıkça azaldığı belirlenmiştir (Yüzey:

5.5 mg/L, 5 m: 5.3 mg/L, 10 m: 4.7 mg/L). Balıklar için sublethal etkilerin görülebileceği çözünmüş oksijen seviyesi 1.0 – 5.0 mg/L aralığıdır [6].

Fishbase'de yapılan incelemede ölen üç balık türünün de tatlı su, acı su ve deniz suyunda yaşayabildiği anlaşılmaktadır. Ancak, sudaki hızlı tuzluluk değişimleri balık ölümlerine neden olabilir [13]. Gölde yapılan araştırmalar ve bu çalışma verileri incelendiğinde tuzlulukta bir artış olduğu gözlenmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Bafa Gölü'nde yıllara göre tuzluluk değişimi (sırasıyla 1957 [14]; 1958 [15]; 1977[16]; 1987 [17]; 1988 [18]; 1989 [19]; 1997 [2]; 2006, bu çalışma).

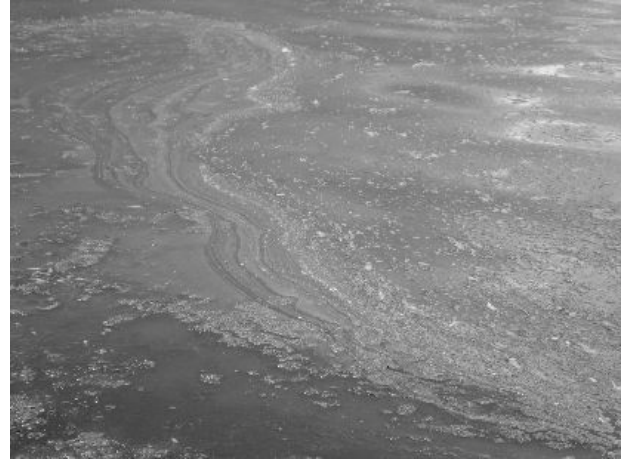
Göller, havuzlar ve sulak alanlardaki amonyak kirliliğinin organik (evsel atıklar, zirai atıklar veya anoksik sulardaki bakteriler tarafından nitrit ve nitratın redüksiyonu) ya da inorganik (havagazı fabrikası endüstriyel atık suları, kok fabrikaları, enerji üretim tesisleri) kökeni olabilmektedir [20]. Egemen [12], 0.05-0.4 mg/L aralığında amonyum konsantrasyonlarına maruz kalınması durumunda balıklarda, solungaçlarda hiperplasi, beyin hücrelerinde, karaciğer ve böbrekte hasar gibi sublethal etkilere neden olabileceğini belirtmiştir. Tespit edilen amonyum azotu miktarı (0.1 mg/L) balıklarda sublethal etkiye neden olabilecek konsantrasyondadır. Ayrıca balıklar ne kadar küçük ve oksijen seviyesi ne kadar düşükse etkisi o oranda artar [20, 21].

Nitrit, balıkların solungaçları tarafından alınır ve kanda hemoglobine bağlanarak methemoglobini oluşturur. Bunun sonucu olarak da oksijen taşınımı engellenmesine bağlı solunum güçlükleri ve boğulmalar gözlenir. Kan rengi ve solungaçların koyu çikolata rengine döndüğü bu hastalığa methaemoglobinemia adı verilir [12, 20, 22, 23]. Balıklarda nitritler 0.01-0.02 mg/L aralığında etkili olurlar. Meydana gelen zehirlenmeler genellikle yavaş seyredir. Bu nedenle de semptomları takip etmek imkansızdır [21]. Gölde belirlenen nitrit azotu miktarı (0.013 mg/L) Arda ve ark. [21] tarafından belirtilen etkili sınırlar içindedir.

Tespit edilen toplam organik karbon değeri (13.4 mg/L) bakımından, çalışma yapılan bölgenin suyunun, su kirliliği kontrol yönetmeliğine [24] göre çok kirlenmiş su (sınıf IV) kategorisine girdiği belirlenmiştir.

Toplu balık ölümlerinin görüldüğü bölgede tespit ettiğimiz toplam koliform değeri (1100 EMS/100 g), su kirliliği kontrol yönetmeliğinde [24] belirtilen göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerini (1000 EMS/100 g) aşmaktadır.

Ayrıca bölgeden alınan su örnekleri ile ve ölen balıkların solungaçlarının yapılan mikroskopik muayenelerinde suçüçüğü oluşmasına neden olan Cyanopyta grubuna dahil organizmalardan *Oscillatoria sp.* ve *Anabaena sp.* türlerine rastlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Cyanophyta grubu organizmalar tarafından göl yüzeyinin kaplanması.

Sonuç olarak toplu balık ölümleri, su kalitesi ile ilgili olarak tuzluluk seviyesindeki artışa, çözünmüş oksijen miktarının düşük olmasına, nitrit ve amonyak miktarlarının balıkta sublethal etkiler meydana getirebilecek seviyelerde olmasına ve suçüçüğü oluşumuna neden olan Cyanopyta grubundan organizmaların suda bol miktarda bulunmasıyla balık solungaçlarının tıkanmasına bağlanabilir.

Ülkemizin akarsu, göl ve denizlerinde zaman zaman balık ölümleri görülmekte; fakat balıkların ölüm nedenleri ile ilgili araştırmalar yeterince yapılmamaktadır. Bafa Gölü'nün geleceği açısından dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Göl ekolojisindeki değişikliklerin önceden belirlenmesine yardımcı olacağından dolayı gölün su kalitesi izlenmelidir.
- Bafa Gölü'nü besleyen Büyük Menderes Nehri'nden göle, evsel ve endüstriyel atıklardan arındırılmış kaliteli su verilmelidir.
- Civarda yaşayan halka gölü ve korunmasının önemini açıklayan bilgilendirici broşürler hazırlanıp dağıtılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Cirik, S., Cirik, Ş. (1995). *Limnoloji*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 21, Bornova, İzmir.
2. Sarı, H.M., Balık, S., Bilecenoğlu, M., Türe, G. (1999). Recent change in the fish fauna of Lake Bafa, Aegean region of Turkey, *Zoology in the Middle East*, **18**: 67-76.
3. Müllenhoff, M., Handl, M., Knipping, M., Brückner, H. (2004). The evolution of Lake Bafa (Western Turkey) – Sedimentological, microfaunal and palynological results, *Coastline Reports*, **1**: 55-66.
4. Knipping, M., Müllenhoff, M., Brückner, H. (2008). Human induced landscape changes around Bafa Gölü (western Turkey), *Veget Hist Archaeobot*, **17**: 365-380.
5. Kuru, M., Balık, S., Ustaoglu, M.R., Ünlü, E., Taşkavak, E., Gül, A., Yılmaz, M., Sarı, H.M., Küçük, F., Kutrup, B., Hamalosmanoğlu, M. (2001). Türkiye'de Bulunan Sulak Alanların Ramsar Sözleşmesi Balık Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi, Proje Kesin Raporu, 55-58.
6. Edmondson, J. (1991). Environment and Fish Health Water Quality for Aquaculture, *Training Course on Disease Diagnosis and Prevention*, MEDRAP II Field Document 91/8: 11-41.
7. Knudsen, M. (1901). Hydrographical Tables Copenhagen, G.E.C. Gad, 63 pp.
8. Gaudette, H.E., Flight, W.R., Toner, L., Folger, W. (1974). An inexpensive titration method for determination of organic carbon in recent sediments, *Journal of Sedimentary Petrology*, **44**(1): 249-253.
9. Makovi, C.M., McMahon, B.M., (1994). *Pesticide Analytical Manual, Volume 1: Multiresidue Methods*, 3rd. ed, U.S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Washington DC.
10. Donovan, T.J., Gallacher, S., Andrews, N.J., Greenwood, M., Graham, J., Russell, J.E., Roberts, D., Lee, R. (1998). Modification of the Standard Method Used in the United Kingdom for Counting *Escherichia coli* in Bivalve Molluscs, *Communicable Disease and Public Health*, **1**(3): 188-196.
11. Arai, S. (1987). Eel culture in Greece, FAO Project Reports S5407/E.
12. Egemen, Ö. (2006). *Su Kalitesi*, 4. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 14, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
13. Lugg, A. (2000). *Fish Kills in New South Wales*, NSW Department of Primary Industries.
14. Turgutcan, B. (1957). Bafa Gölü, *Balık ve Balıkçılık*, **5**(11): 19-22.
15. Artüz, M.I. (1958). Bafa Gölü'nde Balıkçılık Araştırmaları, *Balık ve Balıkçılık*, **6**(1): 2-9.
16. Geldiay, R., Kocataş, A., Katağan, T. (1977). Bafa Gölü'nün Peracarida ve Eucarida (Crustacea, Malacostraca) Türleri Hakkında, *Ege Üniversitesi Fen Fak. Dergisi*, Seri B, **1**(4): 311-318.
17. Yaramaz, Ö., Balık, S., Ustaoglu, M.R. (1988). Etude des paramètres physico-chimiques et des sels nutritifs dans le lac de Bafa (Aydin, Turquie), *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, **31**(2), 76.
18. Kasperek, M. (1988). *Bafasee, Natur und Geschichte in der Türkischen Ägäis*, Heidelberg, 174 p.
19. Cirik, S., Metin, C., Cirik, Ş. (1989). Bafa Gölü Planktonik Algleri ve Mevsimsel Değişimleri, Çukurova Üniversitesi V. Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi Tebliğleri, 06.05.1989, Adana, 604-613.
20. Svobodova, Z., Lloyd, R., Machova, J., Vykusova, B. (1993). *Water Quality and Fish Health*, EIFAC Technical Paper 54, Rome.
21. Arda, M., Seçer, S., Sarıyüpoğlu, M. (2005). *Balık Hastalıkları*, II. Baskı, Medisan Yayın Serisi 61, Ankara.
22. Kroupova, H., Machova, J., Svobodova, Z. (2005). Nitrite influence on fish: a review, *Veterinarni Medicina*, **11**: 461-471.
23. Svobodová, Z., Máchová, J., Poleszczuk, G., Hůda, J., Hamáčková, J., Kroupová, H. (2005). Nitrite Poisoning of Fish in Aquaculture Facilities with Water-recirculating Systems, *Acta Veterinaria Brunensis*, **74**: 129-137.
24. Anonymous (2004). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı resmi gazete.