



Ayvalı Deresinin Kirlilik Potansiyelinin Belirlenmesi

Enis AKAY^{1*}  Selman KANDER¹  F. Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN² 

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 16120 Nilüfer-Bursa-Türkiye

² Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16120 Nilüfer-Bursa-Türkiye

ÖZ

Nilüfer Çayı Bursa için önem arz eden bir su kütlesidir. Ancak birçok sanayi bölgesi tarafından kirletilmektedir. Bu çalışmada Nilüfer Çayı'nın bir kolu olan Ayvalı deresinin kirlilik yükünün ağır metal, anyon-kasyon analizleri ve izorganik parametrelerce değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayvalı deresinde belirlenen dört istasyondan su numuneleri polietilen kaplarla alınmıştır. Analiz sonuçları, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinin (YSKY) sınıf değerlerine ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği (TS-266) limit değerlerine göre değerlendirilmiştir. Ayvalı deresinin YSKY'e göre III. ve IV. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür. Nilüfer Çayı'nı etkileyen bu kirliliğin önlenmesi için bölgedeki sanayi atıklarının düzenli takip edilmesi ve periyodik olarak ölçümlerinin yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Ayvalı Deresi, Nilüfer Çayı, ağır metal, su kirliliği.

MAKALE BİLGİSİ

KISA MAKALE

Geliş : 10.10.2018

Düzeltilme : 08.11.2018

Kabul : 09.01.2019

Yayım : 27.08.2019



DOI:10.17216/LimnoFish.469252

* SORUMLU YAZAR

akay.enis@gmail.com

Tel : +90 505 283 4322

Determining the Pollution Potential of Ayvalı Creek

Abstract: Nilüfer Stream is an important water body for city of Bursa. However, the stream is polluted by many industries. This study was aimed to determine the pollution load of Ayvalı creek which is a tributary of the Nilüfer Stream by the analysis of heavy metals, anions-cations and trace organic pollutants. Water samples were collected by polyethylene bottles from 4 stations in Ayvalı creek. The analytical results were evaluated according to the class values of the Water Quality Regulation and Regulation Concerning Water Intended for Human Consumption's (TS-266) limit values. The Ayvalı Creek was determined to III. and IV. water quality class according to YSKY. In order to prevent the pollution affecting the Nilüfer Stream, industrial wastes in the surrounding area should be monitored and measured periodically.

Keywords: Ayvalı Creek, Nilüfer Stream, heavy metal, water pollution.

Alıntılama

Akay E, Kander S, Topaç Şağban FO. 2019. Ayvalı Deresinin Kirlilik Potansiyelinin Belirlenmesi. LimnoFish. 5(2): 142-146. doi: 10.17216/LimnoFish.469252

Giriş

İlk zamanlarda tekstil endüstrisiyle (özellikle ipek kumaşı) başlayan sanayi, Cumhuriyet'in ilanından sonra gittikçe artmış ve tekstilin yanı sıra makine, otomotiv, deri ve gıda sanayileri olmak üzere birçok imalat sektörü Bursa'nın ekonomisini oluşturmuştur. Bu kadar büyük sanayi şehirlerinin başlıca problemi, sanayi atıklarının çevreye olumsuz etkileridir. Nilüfer Çayı da bu olumsuz etkilerin net bir şekilde görüldüğü bir su kütlesidir. Neredeyse tüm Bursa'yı dolaşan 103 km uzunluğuna sahip çay; Hasanağa Organize Sanayi Bölgesi (OSB), Nilüfer OSB, Demirci mahallesi, Yaylacık, Kayapa, Akçalar, Görükle, Samanlı, Panayır, Ahmetköy vs.'de yer alan ve arıtma tesisleri olmayan sanayi siteleri ve bu

bölgelerden kaynaklanan endüstriyel nitelikli atık sular Nilüfer Çayı'nı kirleten önemli faktörlerdendir (Anonim 2009).

Nilüfer Çayı üzerinde birçok araştırma yapılmıştır (Anonim 1976; Yılmaz vd. 1998; Dere vd. 2006; Küçükballı 2003; Karaer ve Küçükballı 2006; Gurluk ve Ward 2008; Üstün 2011; Aksoy 2009). Ancak Nilüfer Çayı'nı besleyen Ayvalı Deresi üzerine araştırma pek yoktur (Kocaer ve Başkaya 2004; Dindar vd. 2008; Dedeoğlu 2000). Üstün (2011) 2002 ve 2007 yılları arasında Nilüfer çayında yaptığı çalışmada metal kirleticilerini incelemiş ve toplam krom (TCr) ve kurşun (Pb) seviyeleri açısından çayın "çok kirlenmiş su" sınıfına girdiğini belirtmiştir (Üstün 2011). Su kalitesinin de zamanla

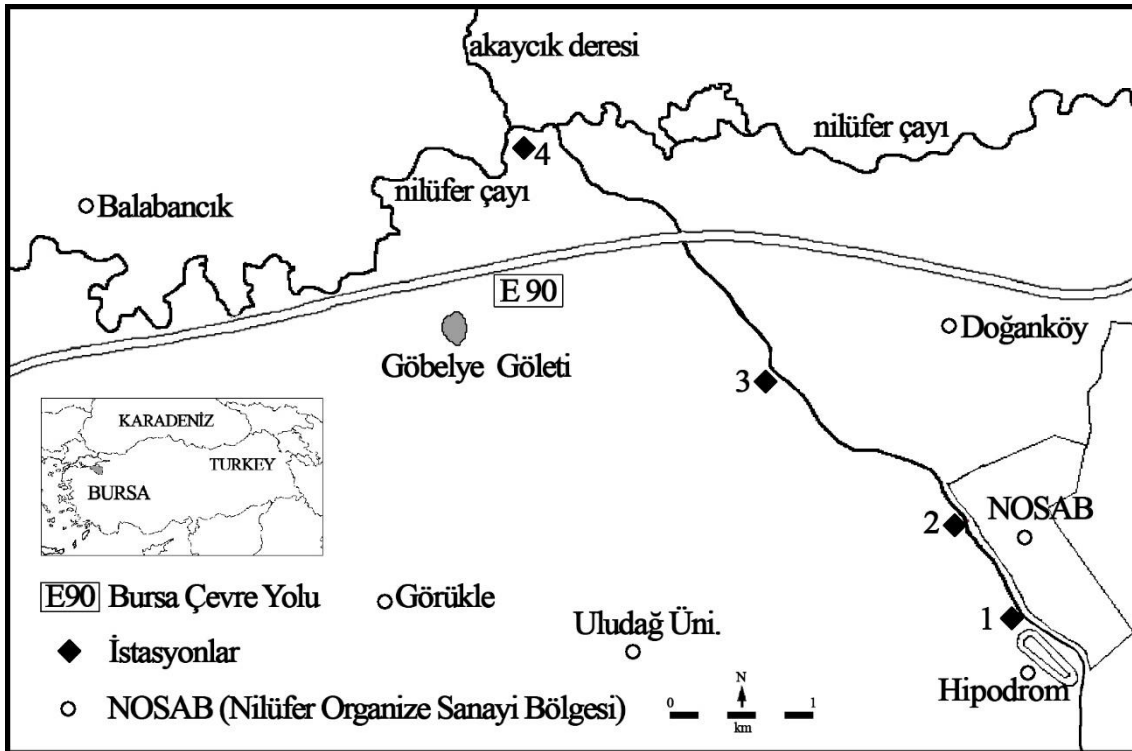
kötüleştigi tespit edilmiştir. Dere vd.'nin 2006' da yayınladıkları çalışmada Nilüfer çayının fizikokimyasal özelliklerinin yanı sıra epipelik diatome ve bakteri bolluklarını da incelemişlerdir. Fizikokimyasal ve bakteriyel değişkenlerin sonuçlarına göre kirlilik yükünün kademeli olarak membasından mansabına doğru arttığını belirlemişlerdir (Dere vd. 2006).

Ayvalı deresi Nilüfer çayını besleyen bir yan bir koldur. Bu çalışmada sanayi tesislerinin kirlilik yükünü Nilüfer çayına taşıyan Ayvalı deresinin kirlilik potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma Alanı ve Örnekleme Noktaları

Çalışma alanı, Bursa ili sınırlarında yer alan Ayvalı deresi ve yakın çevresini kapsamaktadır. Çalışma bölgesi, sahayı tam temsil edebileceği düşünülen Özlüce Hipodrom yanı Ayvalı deresi, Nilüfer Organize Sanayi Bölgesi çıkışı Ayvalı Deresi, Batı Atık Su Arıtma Tesisi çıkışı Ayvalı Deresi, Nilüfer Çayı ve Ayvalı deresi kesişim noktası olmak üzere 4 farklı numune alım yeri belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Ayvalı deresinin örnekleme istasyonlarının genel görünümü.

Ayvalı deresine ait analiz sonuçları, Tarım ve Orman Bakanlığınca yayınlanan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğince belirlenen Kıta içi Yerüstü Su Kaynakları sınıf değerleri (YSKY 2016) ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği (TS-266) limit değerleri Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

Analiz

Numunelerin siyanür, toplam mangan, toplam demir, alüminyum, renk analizleri UV-VIS spektrofotometre (Hach Lange DR 6000) cihazı ile Hach 8087, 8149, 8008, 8012, 8025 metodları kullanılarak (TS266 2005) bor, antimon, arsenik, bakır, civa, kadmiyum, krom, kurşun, nikel, selenyum analizleri ICP-MS (Perkin Elmer Nexion 300) cihazı ile EPA 200.8 metodu kullanılarak (Creed vd. 1994), florür, klorür, sülfat, nitrat, nitrit, amonyum, sodyum, potasyum, kalsiyum,

magnezyum analizleri iyon kromatografisi (Dionex 5000) cihazı ile EPA 300.1 metodu kullanılarak (Hautman ve Munch 1997) gerçekleştirilmiştir.

Florenten, benzo [b] florenten, benzo [k] florenten, benzo [a] piren, benzo [g,h,i] perilen, indeno [1,2,3-c,d] piren poliaromatik hidrokarbonlar (PAH) analizleri UHPLC (Perkin Elmer Flexar) cihazı ile EPA 550.1 metodu kullanılarak (Hodgeson 1990), benzen, 1,2 dikloetan, epikloridin, tetrakloreten trikloreten, vinilklorür ve THM analizleri ise GC-MS (Perkin Elmer Clarus 680-SQ8T) cihazı ile EPA 524.2 analiz metodu kullanılarak yapılmıştır (Munch 1995).

Ayrıca pH analizi için SM 4500-H⁺ B., elektriksel iletkenlik (EC) analizi için SM 2510 B., bulanıklık analizi için SM 2130 B., toplam sertlik analizi için SM 2340 C., ve toplam organik karbon analizi için SM 5310 C. yöntemleri kullanılmıştır (Rice vd. 2012).

Tartışma ve Sonuç

Ayvalı deresinde ağır metal, anyon-kasyon analizlerinin yanı sıra ilk defa; florenten, benzo [b] florenten, benz [k] florenten, benzo [a] piren, benzo [g,h,i] perilen, indeno [1,2,3-c,d] piren PAH analizleri ve benzen, 1,2 dikloetan, epikloridin, tetrakloreten trikloreten, vinilklorür VOC ve THM analizleri yapılmıştır. Kanserojenik olan; PAH, VOC ve THM değerleri TSS-266 limit değerlerinin altında ölçülmüştür.

Ayvalı deresi sularının YSKY'e göre; azot türevlerinden, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve $\text{NO}_2^-\text{-N}$ çoğunlukla III. ve

Tablo1. Numunelerin analiz sonuçlarının TS-266 (2005) limit değerleri ve YSKY 2016 su kalite sınıflarıyla karşılaştırılması.

Analiz Adı	A1	A2	A3	A4	TS-266	YSKY 2016 - Su Kalite Parametreleri			
						I	II	III	IV
pH	7,87	8,44	7,76	7,65	6,5-9,5	6-9	6-9	6-9	6-9
RENK Pt-Co	52	450	194	1150	-	RES	RES	RES	RES
						436 nm : ≤ 1,5	436 nm : 3	436 nm : 4,3	436 nm : >4,3
						RES	RES	RES	RES
						525 nm : ≤ 1,2	525 nm : 2,4	525 nm : 3,7	525 nm : >3,7
						RES	RES	RES	RES
						620 nm : ≤ 0,8	620 nm : 1,7	620 nm : 2,5	620 nm : >2,5
EC $\mu\text{s/cm}$	1013	4100	2450	2150	2500	< 400	1000	3000	> 3000
Mn $\mu\text{g/L}$	130	315	240	350	50	≤ 100	500	3000	> 3000
$\text{NO}_3^-\text{-N mg/L}$	0,60	7,02	3,01	0,05	50	< 3	10	20	> 20
$\text{NH}_4^+\text{-N mg/L}$	8,35	22,45	9,59	14,66	0,5	< 0,2	1	2	> 2
F mg/L	0,19	0,26	0,24	0,08	1,5	≤ 1	1,5	2	> 2

Sanayi de siyanürün kullanma alanları içerisinde kaplamacılık, boya üretimi, sentetik kauçuk ve plastik üretimi dikkat çekmektedir. Sanayi bölgelerinde bu alanlarda faaliyetler gösterildiği için sanayinin Ayvalı deresine bu açıdan olumsuz bir etkide bulunduğu düşünülmektedir. Cu elementi pek çok bitki için 100–1000 $\mu\text{g/L}$ değerlerinde bile toksiktir (Dağdelen 2012) ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Yapılan çalışmalar bakır içerikli fungusit ve gübrelerin yaygın şekilde kullanıldığını göstermektedir (Oliveira-Filho vd. 2004). Nikel; sert, korozyona dayanıklı ve parlaklığı sebebiyle metal kaplamada önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle demir, çelik ve bakır nikkelle kaplanması (Dündar vd. 2012) sebebiyle sanayi atıklarının başında gelmektedir. Demir ve mangan kayalardan ve topraktan sızma yoluyla sulara geçmektedirler. Ayrıca antropojenik olarak atıksu deşarjlarından, katı atık sızıntı sularından ve demir ile ilgili

IV. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. $\text{NH}_4^+\text{-N}$ iyonunun bu kadar yüksek bulunması suya hayvansal atıkların veya kanalizasyonun karışması ihtimalini gösterebilir (Burkut 2018). Elektriksel iletkenlik, çözülmüş toplam madde konusunda bilgi vermesinden dolayı kirlilik için bir gösterge olarak ele alınabilir (Taşdemir ve Gökso 2001) ve EC' nin YSKY'e göre III. – IV. sınıf su kalitesine karşılık geldiği görülmüştür. Ayvalı Deresinde Ni, Cu, Sb, CN, Cl, Na, Fe ve Mn elementlerinin TS-266 limitlerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

endüstrilerden kaynaklı sularda bulunabilir (Oğuz 2015).

Suda Cl' ün yüksek çıkmasının nedeninin sanayi atık suları ve tarımsal kökenli kirleticiler (Potasyumlu gübrelerin) olduğu düşünülmektedir. Bitki gelişimi için çok az miktarda gerekli olan Na^+ oranı, yüksek değerlere ulaştığında hem bitkileri hem de toprak şartlarını olumsuz biçimde etkilemektedir (Kaya ve Öztürk 2003).

Cr, Ni, Cu, As, Cd ve Pb bu 6 ağır metal global olarak büyük bir problem haline gelmiştir ve antropojenik etkiler sebebiyle sularda sayıları giderek artmaktadır (Islam vd. 2015). Ülkemiz sularında da başta sanayi atıkları sebebiyle kirlilik artmıştır (Gediz Nehri: Öner ve Çelik 2011; Nilüfer Çayı: Karaer ve Küçükbalı 2006; Sakarya, Kızılırmak ve Yeşilirmak: Balkıs vd. 2007)

Endüstri kaynaklı atık sulardaki kirleticiler, canlıların dokularında yoğunlaşma, su ortamında

birikme ve belirli sınırlar üstünde canlılarda doğrudan toksik etki özelliklerine sahiptirler. Ayrıca endüstriyel atık suların neden olduğu kirlilikte çevre dengesi bozulmasına daha çok rastlanmakta ve bozulma çoğunlukla geri dönüşsüz bir nitelik taşımaktadır (Tan 2006). Bu sebeple Bursa için çok önemli olan Nilüfer Çayı için bir an önce sanayi kaynaklı kirlenmeye karşı acil önlemlerin alınması gerekmektedir. Sanayi atıklarının ve atık sularının arıtımlarının düzenli takip edilmesi ve ölçümlerin yapılarak denetlenmesi büyük önem arz etmektedir. Sanayinin yanı sıra pestisit ve gübrelerin yapısında

bulanan bakır, klorür, sodyum ve mangan gibi elementlerin suda normalden fazla çıkması suların tarımsal kirleticilerden de etkilenebileceğini düşündürmektedir.

Bu çalışma, bir kez yapılan örnekleme ile anlık durumu göstermiş olsa da Ayvalı deresinin kirlenme potansiyelinin ciddiyetini gözler önüne sermektedir. Bu çalışmanın daha kapsamlı (örn: aylık periyotlarla senelik izleme) gelecek çalışmalar için ön çalışma olarak değerlendirilebileceği ve bundan sonraki çalışmalara kaynak olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 2. Numunelerin analiz sonuçlarının TS-266 (2005) limit değerleri ile karşılaştırılması

İstasyonlar	1	2	3	4	TS-266 Limit Değerleri
Bulanıklık NTU	3,06	22,8	30,4	633	1
SO ₄ ²⁻ mg/L	45	176	114	102	250
CaCO ₃ mg/L	426	254	295	294	-
NO ₂ ⁻ -N mg/L	0,07	-	0,71	-	0,5
Fe µg/L	600	400	200	250	200
Na mg/L	64,2	809,8	409,9	341,1	200
Al µg/L	34	75	25	125	200
Cl ⁻ mg/L	58,5	856,5	445,4	364,4	250
B mg/L	0,12	0,83	0,55	0,21	1
CN µg/L	29	65	45	160	50
Sb µg/L	0,61	72,47	33,23	27,58	5
As µg/L	1,92	7,46	6,8	10,24	10
Cu mg/L	5,31	47,48	20,74	37,66	2
Hg µg/L	0,03	0,08	0,31	0,07	1
Cd µg/L	0,03	0,06	0,06	0,18	5
Cr µg/L	10,45	37,16	28,23	58,26	50
Pb µg/L	1,5	2,69	2,39	7,65	10
Ni µg/L	20,16	263,11	110,12	68,49	20
Se µg/L	0,82	1,29	0,89	0,62	10
TOK mg/L	6,28	29,5	15,9	21,3	-
PAH µg/L	0	0,075	0,025	0,05	0,1
BENZO[a]PİREN µg/L	0	0	0	0	0,01
EPİKLORİDİN µg/L	0	0	0	0	0,1
VİNİKLORÜR µg/L	0	0	0	0	0,5
BENZEN µg/L	0	0	0	0	1
1,2-DİKLORETAN µg/L	0	0	0	0	3
TETRAKLORETEN - TRİKLORETEN µg/L	0	0	5	5	10
THM µg/L	5	10	7,5	5	100

Teşekkür

Bu çalışma, Bursa Büyükşehir Belediyesi BUSKİ Genel Müdürlüğü Arıtma Tesisleri Daire Başkanlığı'nın teknik desteği ile gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Aksoy S. 2009. Chromium speciation and removal of Chromium(III) by complexation in Nilüfer Stream, Turkey. *Asian J Chem.* 21(9):7125-7130.
- Anonim 1976. Nilüfer Çayı'nın kirlenmesi üzerinde araştırma. Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su Ürünleri Genel Müdürlüğü. Rapor No: KI-613.
- Anonim 2009. Temiz Nilüfer, Yeşil Bursa Paneli Sonuç Bildirgesi [Erişim tarihi

- 2015 Aralık 23]. Erişim Adresi <http://bumiad.org/project.php?q=ct.php&q=e&q=3>
- Balkıs N, Topçuoğlu S, Güven KC, Öztürk B, Topaloğlu B, Kırbaçoğlu Ç, Aksu A. 2007. Heavy metals in shallow sediments from the Black Sea, Marmara Sea and Aegean Sea regions of Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment.* 13(2):147-153
- Burkut E. 2018. Suda Amonyum, Nitrit ve Nitrat; [Erişim Tarihi 2018 Eylül 14]. Erişim Adresi http://www.suvecevre.com/yayin/802/suda-amonyum-nitrit-venitrat_23752.html#.XGzuzHIzbIV
- Creed JT, Brockhoff CA, Martin TD. 1994. Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma - mass spectrometry; [Erişim Tarihi 2018 Ocak 08]. Erişim Adresi

- <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/epa-200.8.pdf>
- Dağdelen E. 2012. Sulama Suyu Kalitesi/(Farklı kaynaklardan derleme ve çeviri çalışmasıdır); [Erişim Tarihi 2015 Aralık 23]. Erişim Adresi https://www.researchgate.net/publication/274582612_Sulama_Suyu_KalitesiFarkli_kaynaklardan_derleme_ve_ceviri_calismasidir
- Dedeoğlu Y. 2000. Bursa yöresindeki yüzeysel suların kirletici kaynakları ile Nilüfer Çayı'nın kirlilik yüklerinin belirlenmesi ve çözüm önerileri. [Yüksek Lisans Tezi], Uludağ Üniversitesi. 122 s.
- Dere Ş, Dalkıran N, Karacaoğlu D, Elmacı A, Dülger B, Şentürk E. 2006. Relationships among epipellic diatom taxa, bacterial abundances and water quality in a highly polluted stream catchment, Bursa – Turkey. *Environ Monit Assess.* 112(1-3):1–22. doi: 10.1007/s10661-006-0213-7
- Dindar E, Topaç FO, Başkaya HS. 2008. Arıtma çamuru uygulanan topraklarda sulamadan kaynaklanan kirliliğin azot mineralizasyonuna etkisi. *Ekoloji.* 17(66):31-38.
- Dündar MŞ, Altındağ H, Kaygaldurak S, Şar V, Acar A. 2012. Çeşitli endüstriyel atık sularda ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 16(1):6-12.
- Gurluk S, Ward FA. 2008. Hydroeconomic modeling for water resources management: The Nilufer Basin, Turkey. Yayınlandığı yer: Third International Conference on Water Observation and Information System for Decision Support; Ohrid, Macedonia.
- Hautman DP, Munch DJ. 1997. Determination of inorganic anions in drinking water by ion chromatography; [Erişim Tarihi 2017 Mart 06]. Erişim Adresi <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1008RPU.PDF?Dockey=P1008RPU.PDF>
- Hodgeson JW. 1990. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in drinking water by liquid-solid extraction and hplc with coupled ultraviolet and fluorescence detection; [Erişim Tarihi 2018 Mart 03]. Erişim Adresi <https://www.o2si.com/docs/epa-method-550.1.pdf>
- Islam, MS, Ahmed MK, Raknuzzaman M, Habibullah-Al-Mamun M, Islam MK. 2015. Heavy metal pollution in surface water and sediment: a preliminary assessment of an urban river in a developing country. *Ecol Indic.* 48:282-291. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.08.016
- Karaer F, Küçükbalı A. 2006. Monitoring of water quality and assessment of organic pollution load in the Nilüfer Stream, Turkey. *Environ Monit Assess.* 114(1-3):391-417. doi: 10.1007/s10661-006-5029-y
- Kaya N, Öztürk M. 2003. Elazığ il sınırları içerisindeki sulama sularının incelenmesi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları.* 3:87-92.
- Kocaer OF, Başkaya H. S. 2004. Bursa ilinde Nilüfer-Ayvalı deresiyle sulanan ve sulanmayan tarım topraklarının bazı kimyasal özellikleri. *Ekoloji.* 13 (51): 33-38.
- Küçükbalı, A. 2003. Nilüfer Çayı Havzası su kalitesinin belirlenmesi ve bazı parametrelerin QUAL2E model ile incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi. 183 s.
- Munch JW. 1995. Measurement of purgeable organic compounds in water by capillary column gas chromatography/mass spectrometry; [Erişim Tarihi 2017 Mart 14]. Erişim Adresi <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/epa-524.2.pdf>
- Oğuz TC. 2015. İçme suyu arıtımında yaygın olarak karşılaşılan su kalite problemleri ve arıtımı için çözüm önerileri [Uzmanlık Tezi]. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı. 93 s.
- Oliveira-Filho EC, Lopes RM, Paumgarten FJR. 2004. Comparative study on the susceptibility of freshwater species to copper-based pesticides. *Chemosphere.* 56(4):369-374. doi: 10.1016/j.chemosphere.2004.04.026
- Öner Ö, Çelik A. 2011. Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan alınan su ve sediment örneklerinde bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi. *Ekoloji.* 20(78):48-52. doi: 10.5053/ekoloji.2011.788
- Rice EW, Baird RB, Eaton AD, Clesceri LS. 2012. Standard methods - for the examination of water and wastewater, water 22nd edition. USA: American Water Works Association 1496 s.
- Tan A. 2006. Atık sularda bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Trakya Üniversitesi. 94 s.
- Taşdemir M, Göksu ZL. 2001. Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite özellikleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi.* 18(1-2): 55-64.
- TS266 2005. Türk Standartları. Sular - İnsani tüketim amaçlı sular; [Erişim Tarihi 2017 Mart 03]. Erişim Adresi <http://www.infogroup.com.tr/media/files/sular.pdf>
- Üstün GE. 2011. The assessment of heavy metal contamination in the waters of the Nilufer Stream in Bursa. *Ekoloji.* 20(81):61-66. doi: 10.5053/ekoloji.2011.819
- Yılmaz A, Özer U, Torunoğlu T, Aksoy S. 1998. Evaluation of heavy metal contents, polyaromatic petroleum hydrocarbons and some inorganic pollutants in the South Marmara Rivers, Turkey. *Fresen Environ Bull.* 7(5-6): 269-276.
- YSKY 2016. Yerüstü su kalitesi yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik; [Erişim Tarihi 2017 Temmuz 03]. Erişim Adresi <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm>