

AKARSU ORTAMINDA SU KALİTE PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ, BERDAN ÇAYI ÖRNEĞİ (TARSUS-MERSİN)¹

*River Water Quality Parameters in The Investigation, The Case of Berdan River
(Tarsus-Mersin)*

Özgür ÖZBAY
Su Ürünleri Temel
Bilimler Anabilim Dalı

Münir Ziya Lugal GÖKSU
Su Ürünleri Temel
Bilimler Anabilim Dalı

Mehmet Tahir ALP
Su Ürünleri
Anabilim Dalı

ÖZET

Berdan Çayı'nın bazı su kalite parametre düzeylerini belirlemek ve çayın gelecekteki durumunu kıyaslayabilmek amacıyla 2008-2009 yılları arasında 6 istasyonda bu çalışma yapılmıştır.

Yapılan çalışmada, incelenen su kalite parametreleri ve bunların düzeyleri nitrit (NO_2^- -N); 0,005-0,195 mg/l, nitrat (NO_3^- -N); 0,38-3,34 mg/l, amonyum(NH_4^+ -N); 0,003-0,860 mg/l, ortofosfat (PO_4^{+3} -P); 0,0002-0,9256 mg/l ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ); 21,50-136,46 mg/l aralığında belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Berdan Çayı'nın suları evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı kirleticiler tarafından kirlenmektedir.

Anahtar Kelimeler; Berdan Çayı, Kirlilik, Mersin, Su Kalitesi, Tarsus

ABSTRACT

This study was carried out in six stations between December 2008 and November 2009 in order to analyze some parameters of pollution in Berdan River and to evaluate water quality and its interaction with its river basin

In the study, the parameters and the levels of water quality are observed as the following: nitrite nitrogen (NO_2^- -N): 0,005-0,195 mg/l, nitrate nitrogen (NO_3^- -N): 0,38-3,34 mg/l, ammonium nitrogen (NH_4^+ -N): 0,003-0,860 mg/l, orthophosphate (PO_4^{+3} -P): 0,0002-0,9256 mg/l and chemical oxygen demand (COD):21,20-136,46 mg/l. According to these results, the Berdan River water quantities, polluted by domestics, industrial and agricultural pollutants.

Key Words: Berdan River, Pollution, Mersin, Water Quality, Tarsus,

Giriş

Son yıllarda kirletici girişinin artması, birçok akarsu, göl ve deniz sularının kalitesinde değişimlere ve buna bağlı olarak sucul ekosistemlerde bozulmalara neden olduğu görülmektedir (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004; Dirican ve Barlas, 2005; Gündoğdu ve Kocataş, 2006). Akarsuların kirlenmesinde, evsel ve endüstriyel

¹ Doktora tezi, PhD THESIS

atıklar etkili olsa da, tarımsal faaliyetler ve havzanın jeo-coğrafik yapısı kirliliğe göz ardı edilemeyecek boyutta katkı sağlamaktadır. Bunların yanında, akarsu debisi, yağış ve sıcaklıkta su kalitesini etkilemektedir (Sümer ve ark, 2001: Gündoğdu ve Turhan, 2004: Verep ve ark, 2005).

Berdan Çayı, havzasında geniş yayılım gösteren tarım arazilerinden, boya, yağ, makine, camyünü, tekstil, gıda ve gübre gibi endüstriyel ve evsel atıklardan dolayı Akdeniz'e ulaşan en büyük kirlenici unsurlardan biridir (Anonim, 2008; Anonim, 2010). Berdan Çayı'nın bölgenin içme-kullanma suyunu karşılaması ve tarım arazileri için sulama amaçlı kullanılması bakımından Mersin il sınırları içerisinde yer alan en önemli akarsulardan biri olması nedeniyle kirliliğin devamlı takip edilmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle Berdan Çayı'nın bazı su kalite parametre düzeylerini belirlemek ve çayın gelecekteki durumunu kıyaslayabilmek amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

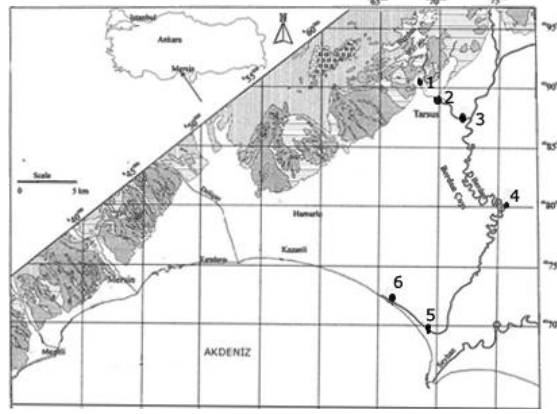
Materyal ve Metot

Berdan Çayı, Tarsus sınırları içerisinde yer almakta ve toplam uzunluğu 124 km, ortalama debisi $42 \text{ m}^3/\text{sn}$ dir. İl sınırları içerisindeki başlangıç noktası At Dağı olup, Berdan Barajı'ndan sonra Kulakköy mevkiinden Akdeniz'e dökülmektedir. Berdan Çayı üzerinde 1984 yılında hizmete giren Berdan Barajı; içme suyu, sulama, taşkın koruma ve enerji üretimi olmak üzere çok amaçlı kullanılmaktadır (Anonim, 2008).

Çalışmamız, Berdan Baraj çıkışıdan çayın denize döküldüğü yere kadar, Berdan Çayı ile havza etkileşimini en iyi yansıtabilecek 6 istasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Berdan Baraj çıkışıdan denize döküldüğü noktaya kadar olan bölgenin aylık debi değerlerini; barajdan çay yatağına bırakılan su akımları oluşturmaktadır. Aralık 2008-Kasım 2009 arası Berdan Çayı'nın debisi ortalama $22,23 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak gözlenmiş, en düşük Aralık ayında $1,12 \text{ m}^3/\text{s}$, en yüksek ise Mayıs ayında $59,85 \text{ m}^3/\text{s}$ olmuştur (Anonim, 2009).

Su örnekleri, 2008-2009 tarihleri arasında periyodik olarak her istasyondan ikişer adet, 1,5 l hacimli polietilen numune şişelerine yüzey su tabakasından alınmıştır. Örneklere koruma amacıyla herhangi bir kimyasal madde eklenmeden, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Kalitesi Laboratuvarına kadar soğutucular içerisinde ve karanlıkta taşınmıştır.

Örneklerin analizinde, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) kolorimetrik, nitrat azotu (NO_3^- -N) analizi spektrofotometrik, nitrit azotu (NO_2^- -N), kolorimetrik, amonyum azotu (NH_4^+ -N) fenat yöntemi ve ortofosfat (PO_4^{+3} -P) düzeylerinin belirlenmesinde askorbik asit yönteminden yararlanılmıştır (APHA, 1998).



Şekil 1. İstasyonların dağılımı

Verilerin istatistiksel analizlerinde, her bir kalite parametresinin istasyonlar arası farklılıkları ise One-Way ANOVA testi ile incelenmiştir. Ayrıca kalite parametrelerinin birbiri ile ilişkilerinin saptanması amacıyla Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. İstatistik analizler SPSS v.11.5 paket programında yapılmış ve $p < 0,05$ ise sonuçlar anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Su kalite parametrelerinin Ortalama±Standart hata (Minimum-Maksimum) değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Besin tuzları (NO_2^- -N, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, PO_4^{3-} -P), organizmaların kendilerini yenileyebilmeleri ve metabolik faaliyetlerini sürdürebilmeleri için gerekli maddelerdir (Wetzel, 2001). Besin elementlerinin antropojenik kaynaklarını tarımsal, evsel ve bazı sanayi kuruluşlarının atıkları oluşturmaktadır (Bellos ve ark., 2004; Fianko ve ark., 2010).

Sularda nitrit düzeyinin 0,003 mg/l altında olması, nitrit bakımından sulara kirlenmelerin karışmadığını göstermektedir (Wetzel, 2001). Berdan Çayı'nın nitrit konsantrasyonu 0,008-0,048 mg/l aralığında değişim gösterirken (Çizelge 1), çayda Ergene ve ark. (2007)'nin (<0,01-0,04 mg/l) yapmış olduğu önceki çalışma sonucu ile uyum göstermektedir. Çalışmamızda NO_2^- -N düzeyi ilk iki istasyonda düşük seviyede iken 4., 5. ve 6. İstasyonlarda anlamlı bir artış göstermiştir ($p < 0,05$) (Çizelge 1). Bu durumun 3. istasyondan sonra çaya, Özer (2001)'in de bildirdiği gibi, yerleşim yerlerinden ve tarımsal alanlardan, sulama kanallarının ve kusun deresinin taşıdığı kirlenmelerin karışmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Sulardaki kirlilik bölgede yer alan endüstriyel, evsel ve tarımsal aktiviteleri göre bölgesel değişiklik gösterebilmektedir (Cheung ve ark., 2003). SKKY kriterlerine göre (Anonim, 2004) 1. ve 2. istasyonlar II. sınıf, 3., 4., 5. ve 6. istasyonlar III. sınıf su özelliği taşımaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Su kalite parametre değerleri

İstasyon	Nitrit (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Amonyum (mg/l)	Ortofosfat (mg/l)	KOİ (mg/l)
1	0,008±0,001 ^a (0,005-0,013)	0,56±0,04 ^a (0,43-0,88)	0,073±0,011 ^a (0,026-0,162)	0,0171±0,0066 ^a (0,0006-0,0681)	44,81±8,70 ^a (24,30-130,85)
2	0,008±0,001 ^a (0,005-0,014)	0,58±0,04 ^a (0,38-0,86)	0,034±0,006 ^a (0,003-0,064)	0,0169±0,0090 ^a (0,0002-0,1087)	52,26±11,42 ^a (21,73-128,98)
3	0,019±0,005 ^{ab} (0,005-0,075)	0,74±0,13 ^{ab} (0,42-2,03)	0,066±0,011 ^a (0,035-0,141)	0,0176±0,0054 ^a (0,0002-0,0526)	49,42±10,39 ^a (24,77-127,58)
4	0,048±0,014 ^b (0,014-0,189)	1,15±0,21 ^b (0,66-3,34)	0,108±0,033 ^a (0,012-0,381)	0,2356±0,0797 ^b (0,0054-0,8044)	47,59±8,80 ^a (23,60-128,98)
5	0,046±0,015 ^b (0,014-0,195)	1,14±0,13 ^b (0,70-2,26)	0,150±0,069 ^a (0,021-0,860)	0,2164±0,0750 ^b (0,0094-0,9256)	54,13±11,20 ^a (21,50-136,46)
6	0,047±0,014 ^b (0,012-0,190)	1,04±0,15 ^b (0,48-2,19)	0,149±0,064 ^a (0,015-0,816)	0,2156±0,0770 ^b (0,0111-0,8584)	49,56±9,42 ^a (25,70-121,74)

Not: a, b ve c harfleri istasyonlar arasında istatistiksel farklılığı göstermektedir (p<0,05)

Nitrat, tarımsal alanlardan (Wetzel, 2001: Tepe ve ark., 2006a) ve diğer antropojenik atıklardan, organik madde karışımından (Jarvie ve ark., 1998: Dirican ve Barlas, 2005: Fianko ve ark., 2010) kaynaklanmaktadır. Fytianos ve ark. (2002) çalışmalarında yüksek nitrat değerinin, yağmur sularının tarım arazilerinden getirmiş olduğu gübrelerden kaynaklanabileceği, benzer şekilde Bellos ve ark. (2004) sadece tarımsal aktiviteleri işaret etmiştir. Wetzel (2001)'e göre akarsularda nitrat değerleri 0,05-1 mg/l arasında değişiyorsa, bu akarsular nitrat bakımından kirlenmemiş olarak kabul edilmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada nitrat azotu, 0,38-3,34 mg/l aralığında tespit edilirken (Çizelge 1), aynı çayda yapılan önceki çalışmalarda: 0,5-3,8 mg/l (Demirel ve Külege, 2005) ve 1,40-13,78 mg/l (Türkoğlu ve ark., 2007: Özsoy ve ark., 2008) aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Önceki çalışmalarda belirlenen nitrat değerlerinin yaptığımız çalışma sonucuna göre yüksek düzeyde olması, Bellos ve ark. (2004) ve Özsoy ve ark. (2008)'nin belirtmiş olduğu, nehir su kalite parametrelerinin dönemsel ve sezonsal olarak değişiklik göstermesinden kaynaklanmaktadır. Çalışmamızda da nitrat değerleri Cheung ve ark. (2003) tarafından bildirildiği gibi bölgesel olarak değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda 1. ve 2. istasyonlardaki nitrat değerlerinin, 4., 5. ve 6. istasyonlardaki değerlerden farklı olduğu belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 1). Çalışma süresince ortalama en düşük değer 1. istasyonda olurken, bu bölgenin çevresel kirlenmelerden fazla etkilenmediği düşünülmüştür. Nitratın özellikle 3. istasyondan sonra artış gösterdiği ve en yüksek değere 4 istasyonda ulaşmaktadır. Bu artışın nedeni olarak endüstriyel ve evsel atık sular ile özellikle havzada geniş yayılım gösteren tarımsal alanlara bağlanmıştır. Ayrıca 4. istasyonda

yerleşim yerleri ve havzada yer alan gübre ve gıda fabrikalarının atık sularından etkilendiği düşünülmüştür. Nitrat su ortamlarının temel besin maddelerinden biri olmasına karşın, fazla miktarlarda bulunması çeşitli canlı gruplarına zarar vermektedir. Bu nedenle EPA (1986)'nın belirtmiş olduğu halk sağlığı için sularda bulunması gereken limit değer (10 mg/l) altında kalırken, SKKY kriterlerine göre (Anonim, 2004) tüm istasyonlar 1. sınıf su özelliği göstermektedir

Amonyum azotu, yüksek alkalini sular (pH>9) dışında sularda iyonik formu olan amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) şeklinde bulunur. Amonyum akarsu ve göllerdeki bitkiler, algler ve bakteriler için çok önemli azot kaynağıdır, çünkü sularda çok düşük miktarlarda bulunur ve çok çabuk form değiştirir (Wetzel ve Likens, 2000). Kirlenmemiş akarsular 0,005-0,04 mg/l aralığında amonyum azotu içermektedir (Wetzel, 2001). Berdan Çayı'nda gözlenen amonyum değerleri 0,003-0,860 mg/l aralığında değişirken (Çizelge 1), çayda yapılan benzer çalışmalar ile <0,1-0,99 mg/l (Demirel ve Külege, 2005), <0,01-0,11 mg/l (Ergene ve ark., 2007) ve 0,33-0,90 mg/l (Türkoğlu ve ark., 2007: Özsoy ve ark., 2008) benzerlik göstermiştir. Amonyum azot değerinin en düşük 2. istasyonda olduğu, bu durumun çevresel kirleticilerden etkilenmediği bunun yanında şelaleden dolayı suyunun oksijen ile zenginleşerek amonyumun form değiştirmesine neden olduğu düşünülmüştür. İkinci istasyondan sonra amonyum miktarı 6. istasyona kadar artış göstermiştir. Fytianos ve ark. (2002) amonyum değerinin bölgesel olarak farklılıklar gösterdiği bunun sebebinin de antropojenik etkenlerden kaynaklandığını belirtirken, çalışmamızda amonyum değerinin bölgesel olarak değiştiği fakat önemli bir fark göstermediği belirlenmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 1). En yüksek değerlerin 5. ve 6. istasyonlarda tespit edilmesi tarımsal alanlardan ve evsel atık suların girişinden kaynaklandığını söyleyebiliriz. Amonyumun 5. istasyondan sonra 6. istasyonda (delta) sabit duruma gelmesi ise deniz etkisinden kaynaklandığını savunabiliriz (Lane ve ark., 1999: EPA, 1986). SKKY (Anonim, 2004)'e göre Berdan Çayı tüm istasyonlarda I.sınıf su özelliği göstermektedir

Ortofosfat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$), kirlilik girdisi olmayan nehirlerde 0,005-0,05 mg/l aralığında bulunur (Koukal ve ark., 2004). Nehir sistemlerine çeşitli kaynaklardan fosfat'ın taşınması su kalitesini etkilemektedir. Bu kaynakların yaklaşık %45'ni evsel, %45'ni tarımsal ve sanayi, geri kalan kısmını diğer kaynaklar oluşturur (Bellos ve ark., 2004). Fosfat suya, kaya ve toprak dışında, bölgesinde yer alan sanayi kuruluşları, hayvan üretim ve gübre imalat atık suları, yerleşim yerlerinin atık suları ve tarım alanlarında kullanılan gübrelerin yağmur suları ve sulama kanalları ile taşınmaktadır (Mainstone ve Parr, 2002: Bellos ve ark., 2004: Fianko ve ark., 2010: Gültekin ve ark., 2012). Berdan Çayı'nda yapılan önceki araştırmalarda ortofosfat düzeyi: 3,61-94,97µg/l (Türkoğlu ve ark., 2007: Özsoy ve ark., 2008) ve <0,1-1,45 mg/l (Ergene ve ark., 2007) aralığında tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada 0,0002-0,9256 mg/l arasında değişim gösterdiği belirlenirken (Çizelge 1), değerlerin önceki bulgulara göre daha geniş aralıkta olduğu, çalışma bulguları ile görülen bu farklılıkların, havzadan çaya kirlenici girişinin dönemsel olarak değiştiğini göstermektedir (Cheung ve ark., 2003). Ortofosfat düzeyleri ilk üç istasyonda düşük ve benzer seviyede seyrederken, 4., 5. ve 6. istasyonda anlamlı

bir artış göstermiştir ($p<0,05$) (Çizelge 1). Havzanın bu bölgesinde yer alan sanayi kuruluşları özellikle hayvan üretimi ve gübre imalat atık suları, kanalizasyon sistemi bulunmayan köy yerleşim yerlerinin atık suları ve tarım alanlarında kullanılan gübrelerin yağmur suları ve sulama kanalları ile taşınmasına bağlanmıştır. Fosforun suda artması belirli bitki türlerinin (alg ve yüksek bitkiler) büyüme oranını ve verimliliğini artırmaktadır (Mainstone ve Parr, 2002). Orta fosfatın 5. istasyondan 6. istasyona doğru hafif düşüş göstermesi, Wetzel (2001)'in bildirdiği gibi, bu istasyondaki sucul bitkilerin yoğun olarak bulunması ile ilişkilendirilmiştir. Ötrifikasyon riskinin olduğu nehir sularında, fosfat alt limiti 0,5 mg/l olduğunu bildirmişlerdir (Fytianos ve ark., 2002). Çalışma bulgularımızdan özellikle kış mevsiminde 4., 5. ve 6. istasyonlarda bu sınır değerini aştığı görülmüştür.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), sulardaki organik madde miktarının göstergesi olup, organik maddelerinin tamamının parçalanması için gerekli oksijen miktarıdır (Göksu, 2003). Akarsulardaki değeri 10-150 mg/l arasında değişim göstermektedir (Gültekin ve ark., 2012). Çalışmamızda KOİ değerleri 21,50-136,46 mg/l aralığında belirlenmiş ve bu değerlerin istasyonlardaki değişimi anlamlı bir farklılık göstermediği istatistiksel olarak belirlenmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 1). İstasyon 5'de gözlenen (136,46 mg/l) yüksek KOİ miktarının sebebi olarak, yeterli arıtmadan geçirilmeden deşarj edilen sanayi atık suları, yağışların oluşturduğu yüzey akışlar ile tarım ve orman alanlarından gübre, yaprak, hayvan atıkları gibi organik yükün girişi (Gündoğdu ve Turhan, 2004; Gündoğdu ve Kocataş, 2006; Tepe ve ark., 2006a; Tepe ve ark., 2006b) ve düşük debiden dolayı kirleticilerin yeterince seyrelmemesini (Sümer ve ark, 2001; Varol ve ark, 2010) verebiliriz. En düşük değerinde yine bu istasyonda görülmesi, Sümer ve ark. (2001) belirtmiş olduğu gibi yazın yağışsız ve tarım aktivitelerinin en az olduğu dönem olarak yorumlanmıştır (Çizelge 1).

Yapılan korelasyon analizi ile su kalite parametrelerinin birbiri ile ilişkisini incelenmiştir (Çizelge 2). Su kalite parametreleri arasında $KOİ-NO_3^- -N$, $NO_3^- -N-NO_2^- -N$, $NO_3^- -N-PO_4^{+3} -P$, $NO_3^- -N-NH_4^+ -N$, $NO_2^- -N-PO_4^{+3} -P$, $NO_2^- -N-NH_4^+ -N$ ve $PO_4^{+3} -P- NH_4^+ -N$ doğrusal bir ilişki belirlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Su kalite parametreleri korelasyon tablosu

	KOİ	$NO_3^- -N$	$NO_2^- -N$	$PO_4^{+3} -P$
KOİ				
$NO_3^- -N$	0,317*			
$NO_2^- -N$	0,162	0,889*		
$PO_4^{+3} -P$	0,183	0,793*	0,875*	
$NH_4^+ -N$	0,061	0,638*	0,850*	0,744*

$p<0,05$

Sonuç

Su kalitesinin bozulması, nehirlerdeki sucul kominitenin yaşam kalitesinde azalmasına ve tür kompozisyonunda değişmelere neden olmaktadır. İçme suyu ve sucul ekosistemler için su kalitesinin öneminin iyice anlaşılması üzerine sularda kirliliği önlemek için girişimlere başlanmıştır (Quyang ve ark., 2006).

Berdan (Tarsus) Çayı'nın bölgedeki kentsel ve endüstriyel atıklar için alıcı ortam olmasının yanı sıra yöre halkının en önemli geçim kaynaklarından olan tarımın, denize kadar bu çay boyunca yoğun olarak yapılması, başlıca kirlenme unsurlarıdır.

Sonuç olarak; Berdan Çayı'nda incelenen su kalite parametreleri genel olarak 3. istasyondan sonra hızla artış göstermiştir. Su kalite kontrol yönetmeliğine (SKKY) göre Berdan Çayı; nitrat azotu ve amonyum azotu yönünden I. Sınıf; nitrit azotu, kimyasal oksijen ihtiyacı bakımından II. sınıf olarak belirlenmiştir. Ortofosfat değerleri nehir sularında ötrifikasyon riskinin olduğu alt limiti olan 0,5 mg/l değerini özellikle kış mevsiminde 4., 5. ve 6. istasyonlarda aştığı belirlenmiştir. Berdan Çayı su kalite kriterlerinde gözlenen bu artışların, özellikle 3. istasyondan sonra Tarsus sanayi atık sularının bir kısmının DSİ (Devlet Su İşleri) sulama kanalları ile çaya taşınması, havzada boyunca yer alan yerleşim yerlerinin atık suları ve yine havza boyunca geniş dağılım gösteren tarımsal alanlardan gübre ve organik materyallerin yağmur suları ile yıkanarak çaya karışması nedenleri olarak verilebilir.

Bu sonuçlara göre Berdan Çayı'nın suları evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı kirlenmeler tarafından kirlenmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Destek Birimi (BAP) tarafından **SÜF2009D1** nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- ANONİM, 2004. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY), 25687 sayılı resmi gazete, 31.12.2004.
- ANONİM, 2008. 2007 Yılı Mersin İl Çevre Durum Raporu. Mersin Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü. Mersin.
- ANONİM, 2009. 2008-2009 Berdan Baraj Çıkış Suyu Verileri. Devlet Su İşleri Adana Bölge Müdürlüğü Adana.
- ANONİM, 2010. 2009 Ekonomik Rapor. Mersin Ticaret ve Sanayi Odası Yayın no: 2010-7.
- APHA, 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th Edition. Washington, D.C.
- BELLOS, D., SAWIDIS, T., and TSEKOS, I., 2004. Nutrient chemistry of River Pinios (Thessalia, Greece). Environment International, 30: 105– 115.
- CHEUNG, K.C., POON, B.H.T., LAN, C.Y. and WONG, M. H., 2003. Assessment of Metal and Nutrient Concentrations in River Water and Sediment Collected

- From the Cities in The Pearl River Delta, South China. *Chemosphere* 52; 1431–1440.
- DEMİREL, Z., and KÜLEGE, K., 2005. Monitoring of Spatial and Temporal Hydrochemical Changes in Groundwater Under The Contaminating Effects of Anthropogenic Activities in Mersin Region, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 101: 129–145.
- DİRİCAN, S., ve BARLAS, M., 2005. Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Balıkları. *Ekoloji*, 14, 54, 25-30.
- EPA, 1986. *Quality Criteria for Water*. Washington. 477s.
- ERGENE S, ÇAVAŞ T, ÇELİK A, KÖLELİ N, ve AYMAK C., 2007. Evaluation of River Water Genotoxicity Using the Piscine Micronucleus Test. *Environmental and Molecular Mutagenesis* 48; 421-429.
- FIANKO, J. R., LOWOR, S. T., DONKOR, A., and YEBOAH, P. O., 2010. Nutrient chemistry of the Densu River in Ghana. *Environmentalist*, 30:145–152.
- FYTIANOS, K., SIUMKA, A., ZACHARIADIS, G. A., and BELTSIOS, S., 2002. Assessment of The Quality Characteristics of Pinios River, Greece. *Water, Air, and Soil Pollution* 136: 317–329.
- GÖKSU, M. Z. L. (2003). *Su Kirliliği Ders Kitabı*. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 7 Adana.
- GÜLTEKİN, F., ERSOY, A. F., HATİPOĞLU, E., ve CELEP, S., 2012. Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 21(82):77-88.
- GÜNDOĞDU, V., ve KOCATAŞ, A., 2006. Gediz Nehir Havzası Yönetim Planı Oluşturulmasına Yönelik Bir Yaklaşım. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23(3-4): 371–378.
- GÜNDOĞDU, V., ve TURHAN, D., 2004. Bakırçay havzasının kirlilik Etüdü Çalışması. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(3); 65-83.
- JARVIE, H. P., WHITTON, B. A., and NEAL, C., 1998. Nitrogen and phosphorus in east coast British rivers: Speciation, sources and biological significance. *The Science of the Total Environment* 210/211: 79-109.
- KARA, C., ve ÇÖMLEKÇİOĞLU, U., 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. *KSU Fen ve Mühendislik Dergisi* 7(1):1-7.
- KOUKAL, B., DOMINIK, J., VIGNATI, D., ARPAGAU, P., SANTIAGO, S., OUDDANE, B., and BENAABIDATE, L., 2004. Assessment of water quality and toxicity of polluted rivers Fez and Sebou in the region of Fez (Morocco). *Environmental Pollution*, 131: 163–172.
- LANE, R. R., JR .DAY, J. W., and THIBODEAUX, B., 1999. Water Quality Analysis of a Fresh Water Diversion at Caernarvon, Louisiana. *Estuaries*, 22(2A): 327-336.
- MAINSTONEA, C. P., and PARR, W., 2002. Phosphorus in rivers - ecology and management. *The Science of the Total Environment*, 282-283: 25-47.

- OUYANG, Y., NKEDİ-KIZZA, P., WU, Q.T., SHİNDE, D., and HUANG, C.H., 2006. Assessment of seasonal variations in surface water quality. *Water Research*, 40: 3800 – 3810.
- ÖZER, Z., 2001. Berdan çayının kirlilik durumunun araştırılması ve coğrafik bilgi sistemi (CBS)'nin oluşturulmasına yönelik kriterlerin belirlenmesi Yüksek Lisans. Mersin Üniversitesi FBE. 106 s.
- ÖZSOY, T., TÜRKÖĞLU, E., DOĞAN, A., and SERİN, D. S., 2008. A study of ionic composition and inorganic nutrient fluxes from rivers discharging into the Cilician Basin, Eastern Mediterranean. *Environ Monit Assess*, 145:17–29.
- SÜMER, B., İLERİ, R., ŞENGÖRÜR, B., ve ŞAMANDAR, A., 2001. Büyük Melen ve Kollarındaki Su Kalitesi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10 (39): 13-18.
- TEPE, Y., ATEŞ, A., MUTLU, E. ve TÖRE, Y. 2006a. Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1): 149-154.
- TEPE, Y., ATEŞ, A., MUTLU, E. ve TÖRE, Y. 2006b. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1): 155-161.
- TÜRKÖĞLU, E., DOĞAN, A., SERİN, D. S. ve ÖZSOY, T., 2007. Kilikya Akarsularının İyonik Bileşimi ve Su Kalitesi Üzerine Bir Çalışma. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3-5(5-8): 618-627.
- VAROL, M., GÖKOT, B., and BEKLEYEN, A., 2010. Assesment of Water Pollution in the Tigris River in Diyarbakır, Turkey. *Water Practice & Technology*; 5(1); 1-13.
- VEREP, B., SERDAR, O., TURAN, D., ve ŞAHİN, C., 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 14 (57): 26-35.
- WETZEL, R. G., 2001. *Limnology; Lake and River Ecosystems*. Academic press. Third Edition. California. 1006s.
- WETZEL R.G., and LIKENS, G.E., 2000. *Limnological Analyses*. Springer Science Business Media, Inc. United States of America. 435s.