

EVSEL VE ENDÜSTRİYEL ATIKLARIN KARASU'DA NEDEN OLDUĞU KİRLENME

Vahdettin TOSUNOĞLU¹ Recep BONCUKCUOĞLU¹
Ömer ANAPALI² Üstün ŞAHİN²

ÖZET: Doğal su kaynaklarının ekonomik bir şekilde kullanılmasının yanında kirletilmeden kullanılması da çevre sağlığı, bitkisel üretim ve su ürünleri potansiyeli açısından oldukça önemlidir. Buna rağmen gerek yerleşim yeri ve gerekse endüstriyel üretime bağlı atıklar su kaynaklarına boşaltılmaktadır. Son yıllarda atık suların tarımsal sulamada kullanılmasına yönelik artan eğilimler söz konusudur. Ancak atık sularının tarımsal üretim yapılan topraklar üzerindeki etkileri olumlu veya olumsuz olabilmektedir. Bu nedenle kullanılacak suyun özellikleri bilinmelidir.

Bu araştırmada, Erzurum ovasının en önemli akarsuyu olan Karasu'daki kirlilik durumu araştırılmıştır. Bu amaçla nehrin çeşitli noktalarından alınan örneklerde kirlilik parametreleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, Karasu'da su kirliliğinin var olduğunu ve bunda en çok endüstriyel kuruluşların atık sularından kaynaklandığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Su kirliliği, akarsu kirlenmesi.

CONTAMINATION OF KARASU RIVER BY CITY AND INDUSTRIAL WASTES

SUMMARY: It is very important to use clean natural water for environmental health, crop production and aquaculture potential. Unfortunately, water sources are contaminated by city and industrial wastes in many parts of country. In recent years, waste water is increasingly used in agriculture as irrigation water. But, it may have positive effects on agricultural production as well as negative effects. Therefore, the properties of waste water should be known, before it is used for irrigation.

In this study, contamination of Karasu which is the most important river of Erzurum Plain, was investigated. Water samples were taken through Karasu River and analyzed. Results indicated that Karasu River was contaminated mainly by industrial wastes.

Keywords: Water pollution, river contamination.

GİRİŞ

Çevre kirliliği gün geçtikçe artan boyutlarıyla önemini hissettirmektedir. Hızlı sanayileşme, nüfus artışı ve yeterli atık arıtım tesisinin bulunmaması su, hava, toprak ve diğer kirliliklere neden olan sorunları ortaya çıkarmakta ve çözüm bulunmasını veya önlemler alınmasını gerektirmektedir.

Su kirliliği, su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılmasını ifade etmektedir.

Endüstri, tarım ve evsel kaynaklardan oluşan kirleticiler çeşitli yollarla su kaynaklarına karışarak kirlenmelere neden olurlar (Ram ve ark., 1990).

Atık suların bünyesinde bulunan ve önemli ölçüde çevrenin kirletilmesine neden olan azotlu bileşikler; nitrat, nitrit ve amonyak azotudur (Bauchard ve ark., 1992). Azot ve fosfor deşarj edildikleri ortamda oksijen tüketimi, ötrofikasyon, balıklar üzerinde toksik etki ve özellikle yeraltı suyuna karışma durumunda insan sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır. Evsel atık sular hem organik maddeleri hem de azot ve fosfor gibi besin maddelerini içermektedir (Atabay ve ark., 1995).

¹ Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 25240-Erzurum.

² Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 25240-Erzurum.

Geliş Tarihi : 18.05.1999

Bitkisel üretimde yoğun bir gübre ve tarım ilacı kullanımı ile; toprak kirlenmesi yanında içme, kullanma ve yeraltı su kaynaklarının kirlenmesi de kaçınılmaz olmaktadır (Kumbur ve Akın, 1995).

Kirlenmiş nehirlerin sulamada kullanılması veya atık suların topraklara uygulama şeklinde giderilmeye çalışılması durumunda mutlaka toprakta meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimler ile bitkisel üretim üzerine olan olumsuz etkileri incelenmelidir (Pratt ve Page, 1976).

Evsel ve endüstriyel atık suların temizlenebilmesi için geçecekleri toprak tabakalarının kalınlığını kesin olarak söylemek zordur. Kirliliklerin taşınma oranı; toprak ve kayaçların karakterleri, yağmur miktarı, yeraltı sularının derinliği ve debileri, kirleticilerin boyutları gibi faktörlere bağlıdır. Örneğin mikrobiyolojik kirlenme, ince kumlu veya killi tabakalarda, çok kısa bir uzaklığa ilerlemesine rağmen, kaba çakıl taşlar arasından, çatlamış kil tabakaları arasından veya kireç tabakasının çözünme kanallarından belirsiz uzaklıklara ilerleyebilmektedir (Baykut ve ark., 1987).

Evsel atık suların sulamada kullanılmasının, toprakta tuzluluğa (Ubay ve ark, 1995; Stewart ve Flinn, 1984) ve toksik maddelerin birikimine (Bouwer ve Chaney, 1974) neden olduğu ifade edilmiştir. Genellikle toprağın pH değeri kanalizasyon sularının kullanılması ile yükselmektedir (Ergene, 1993).

Çakır ve ark. (1996), endüstriyel ve evsel atıklarla kirlenmiş Ergene nehri suyunun, sulamada kullanıldığı topraklarda tuz, klor, çözünebilir ve değişebilir sodyum konsantrasyonlarının yükseldiğini belirlemiştir.

Atık sular, kimyasal bileşimi yersel olarak değişmekle birlikte esas bitki besin elementlerinin önemli bir kaynağı olarak bilinirler (Berry ve ark., 1980). Bu nedenle birçok bitki başarılı bir şekilde atık sularla sulanmaktadır (Bole ve Bell, 1978; Campbell ve

ark., 1983; Bielorai ve ark., 1984). Ayrıca ağaçlarında atık sularla sulanmalarında başarılar elde edildiği belirtilmektedir (Burton ve Hook, 1979; Brister ve Schultz, 1981). Kanalizasyon suyu besin maddeleri ve organik maddelerce zengin olduğundan toprak mikroorganizmalarının artmasını olumlu yönde etkiler (Ergene, 1993).

Sulama suyu kalitesinin toprağa ve bitkiye olan etkileri toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine, yetiştirilen bitkinin tuza dayanımına, bölgenin iklim özelliğine, uygulanan sulama yöntemine, sulama aralığına ve sulama suyu miktarına bağlı olarak değişiklik gösterir (Rhoades, 1972).

Günümüzde atık sular sulu tarımda kullanım alanı bulmuşlardır. Ancak atık sular veya bu suların karıştığı diğer sularla yapılacak sulamalarda, kısa veya uzun vadede, toprakta ve bitkide oluşabilecek etkilerin gözden uzak tutulmaması gerekmektedir. Bu nedenle kullanılan suyun kirlilik durumunun bilinmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu araştırmada, Erzurum ilinin önemli akarsularından olan Karasu'daki kirlilik durumu incelenmiştir. Erzurum ovasındaki tarım alanlarının fazla suyunu boşaltan açık drenaj kanallarının tümünün bu akarsuya bağlı olması, Erzurum ili evsel atıkları ile endüstri kuruluşlarının atıklarını bu akarsuya boşaltıyor olması nedeniyle Karasu önemli bir kirlilik potansiyeli ile karşı karşıyadır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Doğu Anadolu Bölgesi ve Fırat nehri havzasında yer alan Erzurum ovası 1750-2000 m seviyeleri arasında uzanmakta ve 825 km²'lik bir sahayı kaplamaktadır. Erzurum ovası tamamen volkanik kütlelerden ibaret olup dağlık alanlarla çevrilmiştir. Güneyde 2700-3000 m arasında uzanan Palandöken dağları, kuzeyde 2800-3000 m yükseklikte Dumlu dağı, doğuda Kargapazarı dağının güneye doğru

uzantısı bulunmaktadır. Erzurum ovası, doğuda 1950 m yükseklikteki Deveboynu ve Hamamderesi geçidi ile Pasinler ovasına, batıda ise 1700-1750 m seviyesindeki Karasu oluğu ile Aşkale havzasına açılır. Erzurum ovasının en önemli akarsuyu olan Karasu'nun Çağdarış köprüsünde ortalama debisi 19,54 m³/s'dir. Su toplama havzası 2886 km² civarında olan Karasu'daki akım nisan ve mayıs aylarında en yüksek seviyesine ulaşmaktadır. Karasu'nun örneklerin alındığı aylardaki debileri temmuz ayında 7,53 m³/s, ağustos ayında 4,21 m³/s, eylül ayında 4,63 m³/s, ekim ayında 6,78 m³/s ve kasım ayında 8,45 m³/s'dir (Kırımhan, 1984).

Erzurum il merkezi ve merkeze bağlı 30 köy yerleşimi Karasu için evsel atığın kaynağını oluşturmaktadır.

Endüstriyel atık kaynağını oluşturan sanayi kuruluşları da aşağıda verilmiştir.

- Et Kombinaları (EBK, Oral Et ve Ettaş)
- Erzurum-İlca Şeker Fabrikası
- Erzurum-İlca Süt Fabrikası
- Doyasan Yağ Fabrikası
- Organize Sanayi Bölgesinde Üretim Yapan Kuruluşlar (Tablo 1).

Metot

Karasu'da kirlilik durumunu araştırmak amacıyla, gerek Karasu üzerinde gerekse bu suya atık boşaltan tesisler için belirlenen 24 ayrı ölçüm noktasından (Şekil 1 ve Tablo 2) temmuz, ağustos, eylül, ekim ve kasım aylarında her noktadan 3 tekrarlı olmak üzere standartlara uygun olarak alınan su örneklerinde (Uslu ve Türkman, 1987) aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

Sıcaklık, su örneğinin alındığı yerde portatif sıcaklık ölçme cihazıyla; pH, örnek yerinde portatif pH-metre kullanılarak; iletkenlik, kondüktivimetreyle; çözülmüş oksijen, oksijenmetreyle ölçülmüştür. Oksijen doygunluğu, çözülmüş oksijen değeri kullanılarak hesaplamayla; toplam katı madde, buharlaştırma esasına göre; toplam alkalinite, nötralimetrik titrasyon yöntemiyle; toplam sertlik, kompleksometrik titrasyon yöntemiyle; nitrat, salisilat yöntemiyle; nitrit ve amonyak, spektrofotometrik yöntemle; klorür, gümüş nitrat yöntemiyle; biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), BOD₅ cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Franson, 1985).

Tablo 1. Erzurum Organize Sanayi Bölgesinde Üretim Yapan Kuruluşlar.

Table 1. Companies in Erzurum Industrial Region.

Adı	Faaliyet Alanı	Adı	Faaliyet Alanı
Ergaz	LPG dolum tesisleri	San-Spaine	Poşet üretimi
Kumsan	İnşaat malzemesi üretimi	Kahveci Ticaret	Parke fabrikası
Emidaş	Genel döküm fabrikası	Sadrettin Buzdağlı	Döküm sanayi
Yılmazlar	Lastik ayakkabı üretimi	Tek-Las	Oto lastiği imalatı
Beşler Koll. Şti.	Un ve Yem fabrikası	Okur Ticaret	Gıda paketleme
Doğu Gaz	Oksijen ve asetilen üretimi	Gülbaşak A.Ş.	Un fabrikası
Alioğulları	Mozayik imalatı	Tunç	Genel döküm
Doğu Plastik	Poşet imalatı	Yüce	Plastik ev eşyası
Bayramoğulları L.Şti.	Yem fabrikası	Efgün	Makine sanayi
Pehlül Güngör	Damper imalatı	Türkiye Gazetesi	Basın-Gazete
Erbosan A.Ş.	Boya sanayi	Alyangaçlar	Bakır eşya imalatı
Topkılıçlar A.Ş.	Çelik eşya sanayi	Mustafa Işık	Deterjan sanayi
Eroğlu Ticaret	Emaye sanayi	Sukaş	Deterjan sanayi
Çizmeliogulları	Süt mamülleri	Gezniler	Et entegre tesisleri
Eryem Ltd. Şti.	Yem fabrikası		

Tablo 2. Su Örneklerinin Alındığı Yerler.

Table 2. Places of Water Samples.

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer
1	Gökçeyamaç ile Akdağ köyü arasında Karasu örneği
2	Drenaj kanalı su örneği
3	Erzurum et kombinasi atık su örneği
4	Erzurum kanalizasyonundan alınan atık su örneği
5	Erzurum kanalizasyon ve et kombinasi karışımından sonra su örneği
6	Tivnik köprüsü altında Karasu örneği
7	Pulur deresi su örneği
8	Erzurum-Ilica şeker fabrikası deresi su örneği
9	Şeker fabrikası yıkamadan arıtmaya giden su örneği
10	Arıtmadan çıkan su örneği
11	Şeker fabrikasından Pulur deresine verilen su örneği
12	Şeker fabrikası atık suyunun karışmış olduğu Pulur deresi su örneği
13	Doyasan yağ fabrikası içerisinde Pulur deresi su örneği
14	Yağ fabrikası atık suyunun Pulur deresine deşarjından önceki su örneği
15	Yağ fabrikası atık suyunun Pulur deresine deşarjından sonraki su örneği
16	Pulur deresi Karasu karışım noktasından önce Karasu örneği
17	Ettaş tesisleri atık su örneği (kesim günü)
18	Ettaş tesisleri atık su örneği (temizlik suyu)
19	Pulur deresi Karasu karışımından sonra Karasu örneği
20	Ağaver köyü köprü yanı Karasu örneği
21	Serçeme deresinin karışımından önce Karasu örneği
22	Karasu'ya karışımından önce Serçeme deresi örneği
23	Karasu'ya karışımından önce Çağdarış suyu örneği
24	Karasu, Serçeme deresi ve Çağdarış suyu karışımı örneği

Şekil 1. Örnekleme Yerleri Haritası.
Figure 1. Map of Sampling.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Erzurum'da Karasu'ya atık boşaltan sanayi kuruluşlarının atık sularının bor, deterjan ve ağır metallerle halihazırda kirlenmesi söz konusu olmadığından bunların analizi yapılmamıştır. Daha çok biyolojik kirlenme üzerinde durulmuştur. Ayrıca örneklerin analizi neticesi saptanan parametre değerleri birbirinden önemli sapmalar göstermediğinden bu parametrelerin ortalamaları esas alınmıştır (Tablo 3).

Akarsularda veya bir su kütlesindeki sıcaklık değişimi iklim faktörlerinin etkisi veya bazı atık suların karışması sonucunda oluşabilmektedir (Ayyıldız, 1990). Sıcaklığın sulardaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar üzerinde önemli etkileri vardır (Akyurt ve Ayık, 1993). Çözünürlük, doyumluk, konsantrasyon, difüzyon gibi olaylar sıcaklıkla etkilenir. Gazların atmosferden suya geçmeleri ve ölü organizmaların parçalanmasıyla su ortamı için gerekli besin maddesinin oluşması ve besin maddelerinin su ortamı içinde homojen bir şekilde yayılmaları gibi su hayatı için önem taşıyan işlemler yine sıcaklıkla ilişkilidir (Baykut ve ark., 1987). Yüzeysel sularda termal kirlenmenin doğuracağı en önemli sonuç yapay sıcaklık artışlarının bu sularda yaratabileceği

ekolojik değişimlerdir (Akyurt ve Ayık, 1993). Genellikle suların sıcaklığı sulamada bir sorun oluşturmaz. Ancak sulama suyu sıcaklığının çok yüksek veya çok düşük olması durumunda bitki kök bölgesi derinliğindeki toprak sıcaklığı da yüksek veya düşük olacağından bitki gelişmesi yavaşlar veya tamamen durur (Ayyıldız, 1990). Karasu'da sıcaklık değişimi incelendiğinde, ölçümlerin yapıldığı dönemde (yaz aylarında), nehir güzergahı boyunca (1 nolu örnek yeri hariç) sıcaklıkta aşırı yükselme veya düşmenin olmadığı görülmektedir (Tablo 3). Erzurum et kombinasi, Erzurum kanalizasyonu, yağ fabrikası ve Ettaş tesisleri atık sularının sıcaklık değerleri Karasu'nun normal sıcaklık değerlerinin üzerindedir. 1 nolu örnekleme yeri ile 6 nolu örnekleme yerleri

Eysel ve Endüstriyel Atıkların Karasu'da Neden Olduğu Kirlenme

arasındaki bölgedeki (Şekil 1) karışımların nehir sıcaklığında bir artış sağladığı ancak diğer kaynakların ise nehir suyu sıcaklığını değiştirmede etkili olmadıkları görülmektedir (Tablo 3). Dolayısıyla Karasu'da termal bir kirlenmenin olmadığı söylenebilir.

Sulama sularının optimum pH değerleri yetiştirilecek bitkinin cinsine, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Bununla birlikte pH değeri 9'un üzerindeki suların sulamada kullanılmaması gerekmektedir. Sulama sularının ve hayvan sulaması ile ilgili suların pH değerlerinin 6,50-8,00 arasında olması istenir (Kanber ve ark., 1992). Sulama sistemi açısından kapalı sistemlerde yüksek pH tıkanmalara neden olur (Hills ve ark., 1989). Akarsularda oluşabilecek yüksek veya düşük pH değerleri balıklar, balıkların gıda maddesi olan planktonlar, balık yumurtaları ve yosunları önemli derecede etkileyerek akarsuyun üretkenliğini düşürmektedir (Erden, 1990). Ölçüm noktalarında belirlenen pH değerleri incelendiğinde 6,50-8,58 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 3). 1 nolu örnekleme yeri dışında Karasu'da pH açısından bir sorun bulunmamaktadır.

Su içerisindeki bütün tuzlar suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirir ve böylece ozmotik basınç oluşturarak akarsu canlı yaşamını olumsuz yönde etkiler (Erden, 1990). Su ürünleri açısından iletkenliğin 150-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında olması istenir. Sulama suyunun kalitesini oluşturan bileşimi toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine olumlu veya olumsuz yönde etkide bulunmaktadır. Tuzlu suların sulamada kullanılmasının bitki yetiştiriciliği ve sulama sistemleri açısından sakıncaları bulunmaktadır. Bitki yetiştiriciliği açısından ozmotik etki, toksik etki ve bitki besin elementlerinin dengeli alınmasına etki söz

konusudur (Kanber ve ark., 1992). Sulama sistemi açısından ise özellikle damla sulamada damlatıcı debilerinde azalmalara neden olmaktadır. Örneğin 590 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tuzlulukta damlatıcı debilerinde % 3-15, 2020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tuzluluk da ise damlatıcı debilerinde % 20-40 gibi azalmalar olmaktadır (Hills ve ark., 1989). Tablo 3'deki tuzluluk değerleri incelendiğinde en yüksek değerler (3,5,14,17) Erzurum et kombinasyonu atık suyu, Erzurum kanalizasyon atık suyu, yağ fabrikası atık suyu, Ettaş tesisleri atık suyu örneklerinde belirlenmiştir. Karasu güzergahındaki değerler daha düşük olarak ölçülmüştür. Bu değerlere göre akarsu canlıları ve sulama açısından bir sorun bulunmadığı söylenebilir.

Çözünmüş oksijen suda yaşayan ve yaşamı solunum olayına bağlı olan tüm canlılar için gereklidir. Suda organik madde miktarı arttıkça bakteri faaliyeti ve buna bağlı olarak ta oksijen kullanımı artar. Bunun sonucunda oksijen azalması akarsu canlı yaşamı için sorun oluşturmaya başlar (Baykut ve ark., 1987). 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'na göre çözünmüş oksijen değerinin 6 mg/l'nin altına düşmemesi istenmektedir. Çözünmüş oksijen tarımsal sulama sularında da hiçbir zaman 2 mg/l'den az olmamalıdır (Demirtaş, 1997). Bu kriterlere göre Karasu'da sulama açısından genel olarak bir sorun bulunmadığı ancak su ürünleri açısından bir sorunun olduğu söylenebilir (Tablo 3). Karasu'da çözünmüş oksijen değerinin bu kadar düşük olması Karasu'ya karışan atıkların fazla miktarda organik madde içermeleri ile açıklanabilir.

Bir çözeltinin hidrojen iyonlarını nötrleştirme gücü olan alkalinite; karbonat, bikarbonat ve hidroksil iyonlarından meydana gelir. Genellikle su ürünleri için en uygun suların alkalinitesi 100-120 mg/l arasındadır (Anon., 1988). Bu

seviyedeki alkalinite pH'daki ani değişiklikleri önlemede tampon görevi yapar. Karasu'da alkalinite değerleri incelendiğinde düşük olduğu görölmektedir (Tablo 3).

Tablo 3'deki sonuçlardan Karasu'ya önemli derecede katı madde bırakıldığı görölmektedir. Özellikle Erzurum-İlica şeker fabrikası, yağ fabrikası ve Ettaş tesisleri atık suları çok fazla miktarda katı maddeyi Karasu'ya karıştırmaktadırlar. Bazı endüstriyel sularda bulunan dayanıklı kirleticiler toprakta birikerek canlı dokularda toksik etki yapabilecek düzeye ulaşmaktadırlar. Sulama sularında bulunacak katı maddeler, kumlu ve kumlu tınlı topraklarda genellikle bir sorun yaratmazlar. Hatta yer yer çakıllı ve kumlu sahaların millendirilerek ıslah edilmelerini sağlarlar. Ancak ince bünyeli topraklarda devamlı olarak kullanılması halinde toprağın su geçirgenliği azalır, kaymak tabakasının oluşması nedeniyle çimlenme ve toprak havalanması zorlaşır (Kirkham, 1986; Kanber ve ark., 1992). Bunun yanında sedimentli suların kapalı sistemlerde aşındırıcı etkisi de söz konusudur. Pompalar ve yağmurlama sistemleri kısa zamanda aşınmaya uğrayarak elden çıkarlar (Kanber ve ark.,1992.). Yine damla sulama sistemlerinde tıkanma etmenlerinin en önemlisini süspanse katı maddelerden kaynaklanan fiziksel tıkanmalar oluşturmaktadır. Bu suyun ince bünyeli topraklarda ve kapalı sistem sulamalarda kullanılması durumunda, Karasu bir sorun oluşturabilecek düzeyde katı madde içermektedir.

Sularda sertlik, toprakla ve jeolojik formasyonla temas sonucu tuzların doğal birikmesinden veya endüstri atıkları gibi suni olarak tuzların ilavesinden meydana gelebilir. Sulamalardan dönen drenaj suları da sertliği artırır (Ayyıldız, 1990). Kalsiyum ve magnezyumun fazla bulunduğu sular sert su diye adlandırılır. Kalsiyumun sulama sularında fazla olması toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkiler. Toprağı kolay işlenebilir,

gevrek hale getirir, infiltrasyon kapasitesini yükseltir (Kanber ve ark., 1992). Bu nedenle sulamada sert suların yumuşak sulara tercih edilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır (Ayyıldız, 1990). Ülkemizde yaygın olarak kullanılan sertlik derecesi Fransız Sertlik Derecesidir (Aydın ve Sezen, 1995). Bu sınıflandırmaya göre 13 nolu su örneği (yumuşak su) hariç diğer su örnekleri çok yumuşak su sınıfına girmektedir. Karasu'da bu açıdan bir sorun bulunmaktadır.

Amonyak ve nitrat ile birlikte suda nitritin bulunması genellikle kirlenmenin göstergesidir (Ayyıldız, 1990). Nitrit eğer sulama suyunda düşük konsantrasyonda ise toprağa kimyasal olarak bir etki yapmaz. Sadece topraktaki mikrobiyal dayanıklılığı artırabilir (Kanber ve ark., 1992). 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'nda nitrit için limit değer 10 mg/l olarak verilmiştir. Dolayısıyla nitrit açısından Karasu'da bir sorun bulunmamaktadır. Bitkiler için esas besin maddelerinden olan nitratın fazlası toprak permeabilitesini azaltır (Ayyıldız, 1990). Akıcı sularda, aşırı miktarda nitrat gelmesi sonucu, alg üremesi (ötrofikasyon) hızlanır ve suyun içme ve kullanma özellikleri zamanla bozulur. Nitratın 1 mg/l'den daha az olması toprağa herhangi bir etki yapmaz, ancak artması toprakların yapı ve hidrolik iletkenliğini kötü yönde etkiler. Yeterli miktarda nitrat içeren sular özellikle çayır otlarında gelişmeyi artırır (Kanber ve ark., 1992). Karasu'da nitrat konsantrasyonlarının toprak yapısı ve hidrolik iletkenliği bozacak ölçüde olduğu görölmektedir (Tablo 3). İçme sularında nitratın bulunmaması önerilmektedir (Anon., 1976). İçme sularında 5-10 mg/l'den fazla olursa suyun kirlenmesinden şüphe edilir (Ayyıldız, 1990). Karasu bu yönüyle sorun oluşturabilecek durumdadır. Sulama sularında amonyum tuzlarının bulunması topraklarda dispersiyonu artırıcı, geçirgenliği düşürücü etki yapar. Fakat anılan etki sürekli değildir. Zira amonyum iyonu okside olarak hızla nitrata dönüşür (Kanber ve ark., 1992). Bununla birlikte içme, kullanma ve

sulama sularında amonyak olmaması istenir (Anon., 1976; Anon., 1988). Amonyak yönünden Karasu'da fazla sızıntı bulunmadığı söylenebilir.

Klor bütün doğal sularda bulunur. Tarımsal amaçlarla kullanılan gübrelerden, insan veya hayvan artıklarından veya endüstri atıklarından kaynaklanabilir. Sulama suları için klor en sorunlu anyon olarak kabul edilmektedir (Ayyıldız, 1990). Sulama suları için 100 mg/l, su ürünleri için 170 mg/l konsantrasyona kadar klora izin verilebilir (Anon., 1988). Bu sınır değerlere göre klor konsantrasyonları incelendiğinde Karasu'da bir sorunun bulunmadığı görülmektedir (Tablo 3).

BOİ değerleri yüksek olan suların sulamada kullanılması durumunda toprak havalanmasının kötü oksijenin elverişsizliği nedeniyle bitki gelişmesinde olumsuz etkiler görülebilir (Ayyıldız, 1990). Su ürünleri açısından ise yüzey suları için BOİ'nin standart değeri 5 mg/l'dir (Anon., 1988). Yapılan analizlerde Karasu'da 1 nolu örnek yeri dışında diğer noktalarda bu değer 5 mg/l'nin çok üzerinde olduğu görülmektedir (Tablo 3). Dolayısıyla Karasu'da BOİ açıdan sızıntılar olduğu ve bununda deşarj sularındaki organik maddenin çok fazla olmasından kaynakladığı söylenebilir.

Sonuç olarak Karasu'da bir kirlenmenin söz konusu olduğu görülmektedir. Karasu'ya atık boşaltan tesislerin arıtma sistemlerini kurmaları yararlı olacaktır. Bu şekilde suyun geri dönüşümle tekrar tekrar kullanılması şansı da doğacak ve kaynak israfı da önlenmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akyurt, İ., Ö. Ayık, 1993. Su Kirliliği ve Kontrolü. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 143, Erzurum.
- Anonymous, 1976. İçme Suları Standardı. TSE 266, Ankara.
- Anonymous, 1988. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. Resmi Gazete, 4 Eylül, Sayı: 19919, Ankara.
- Atabay, N., E. Çetin, H. İnan, G. Yılmaz, 1995. Evsel Atıksulardan Bardenpho Prosesi ile Azot ve Fosfor Giderimi. Çevre Sempozyumu, 18-20 Eylül, Erzurum, 72-79.

- Aydın, A., Y. Sezen, 1995. Toprak Kimyası Laboratuvar Kitabı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 174, Erzurum.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 1196, Ankara.
- Bauchard, D.C., M.K. Williams, R.Y. Surampalli, 1992. Nitrate Contamination of Groundwater: Sources and Potential Health Effect. Journal AWWA, 84(9): 85-90.
- Baykut, F., A.Aydın, S. Baykut, 1987. Çevre Sorunları ve Korunma. İstanbul Üniv. Yayınları Sıra No:3449, Güray Matbaacılık, İstanbul.
- Berry, W.L., A. Wallace, O.R. Lunt, 1980. Utilization of Municipal Wastewater for the Culture of Horticultural Crops. HortScience, 15: 169-171.
- Bielorai, H., I. Vaisman, A. Fegin, 1984. Drip Irrigation of Cotton with Treated Municipal Effluents: I. Yield Response. J. Environ. Qual., 13: 231-234.
- Bole, J.B., R.G.Bell., 1978. Land Application of Municipal Wastewater: Yield and Chemical Composition of Forage Crops. J. Environ. Qual., 7: 222-226.
- Bouwer, H., R.L. Chaney, 1974. Land Treatment of Wastewater. Adv. Agronomy, 26: 133-176.
- Brister, G.H., R.C. Schults, 1981. The Response of a Southern Appalachian Forest to Wastewater Irrigation. J. Environ. Qual. 10: 148-153.
- Burton, T.M., J.E. Hook, 1979. A Mass Balance Study of Application of Municipal Wastewater to Forests in Michigan. J. Environ. Qual. 8: 589-596.
- Campbell, W.F., R.W. Miller, J.H.Reynolds, T.M. Schreeg, 1983. Alfalfa, Sweetcorn and Wheat Response to long-term Application of Municipal Wastewater to Cropland. J. Environ. Qual, 12: 243-249.
- Çakır, R., F. Avşar, A. Gidirişlioğlu, H.H. Tok, H. Ekinci, O. Yüksel, 1996. Effect of Irrigation with Polluted River Water on Some Chemical Properties of Alluvial Soils. ISCO 9th Conference, Bonn, Germany.
- Demirtaş, A., 1997. Su Analizleri İçin Su Örneklerinin Alınması ve Korunması. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 194, Erzurum.
- Erden, A.B., 1990. Çağımız ve Çevre Kirliliği. Kadioğlu Matbaası, Ankara.
- Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 267, 417-431.
- Franson, M.A.H., 1985. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington.
- Hills, D.J., F.M. Nawar, P.M. Waller, 1989. Effect of Chemical Clogging on Drip-Tape Irrigation Uniformity. Transactions of the ASAE, 32(4): 1202-1206.
- Kanber, R., C. Kırdı, O. Tekinel, 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Çukurova

Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın No:21, Adana.

Growth of Trees Irrigated with Wastewater at Four Sites in Victoria, Australia. *Forestry Ecol. Mgt.*, 8:243-256.

Ubay, G., D. Kantarcı, C. Bayat, A. Hacıhanefioğlu, 1995. Yerleşim Alanlarında Eysel Nitelikli Arıtma Tesislerinden Çıkan Arıtılmış Suların Yeşil Alanlarda Yeniden Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. İstanbul Üniv. Araştırma Fonu Projesi, I: Gelişme Raporu.

Uslu, O., A. Türkman, 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C Başbakanlık Çevre Genel Müd. Eğitim Yayınları No:1, Ankara.

Kırımhan, S., 1984. Kar Yağışlarının Yüzey Akış Oluşturma Potansiyeli ve Erzurum Örneği. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin Doğal Su Kaynakları ve Sorunları. Atatürk Üniversitesi, Çevre Sorunları Araş. Mer. Çevre Sorunları Sempozyumu-6, 11-15 Haziran 1984, Erzurum, 212-232.

Kirkham, M.B., 1986. Problems of Using Wastewater on Vegetable Crops. *HortScience*, 21(1): 24-27.

Kumbur, H., H. Akın, 1995. İçel İlinde İçme ve Kullanma Sularında Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması. Çevre Sempozyumu, 18-20 Eylül, Erzurum, 196-201.

Pratt, P.F., A.L. Page, 1976. Leachate from Applications of Fertilizers, Manures and Sewage Sludges to Land. In: Disposal of Residues on Land. Information Transfer Inc., Rockville, MD, 59-68.

Ram, N.M., R.F.F. Christman, K.P. Cantor, 1990. Significance and Treatment of Volatile Organic Compounds in Water Supplies. Library of Congress Cataloging-Publication Data.

Rhoades, J.D., 1972. Quality of Water for Irrigation. *Soil Sci.*, 113: 277-284.

Stewart, H.T.L., D.W. Flinn, 1984. Establishment and Early