

AKSU ÇAYI'NDA (KAHRAMAN MARAŞ) AKARSU KİRLİLİĞİ *Water Pollution in the Aksu River (Kahraman Maraş)*

Emin TOROĞLU

*K.S.Ü., Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kahraman Maraş
etoroglu@ksu.edu.tr*

Sevil TOROĞLU

*K.S.Ü., Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kahraman Maraş
storoglu@ksu.edu.tr*

Faruk ALAEDDİNOĞLU

*Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Van.
farukalaeddinoglu@yahoo.com*

Özet: Akdeniz Bölgesi'nin Adana Bölümü'nde yer alan Kahraman Maraş, hızla gelişen bir şehrimizdir. Şehirsel nüfus hızla artarken şehirsel mekan genişlemiş, geleneksel el sanatları yerini hızlı bir şekilde tekstil ağırlıklı fabrikalara bırakmıştır. Şehrin özel konumu nedeniyle endüstri alanları daha çok akarsuların da içerisinde bulunduğu ovada yoğunlaşmıştır. Verimli ovada ilaçlı ve gübreli zirai faaliyetler de yoğunluğunu sürdürmektedir. Akarsuların evsel ve endüstriyel atıklar için bir araç gibi görülmesi, akarsularda aşırı kirlenme yönünde baskı yapmaktadır. Ayrıca şehir ve çevresinde su kullanımına olan ihtiyaç artmış, temiz su temini ve atıksular bir problem olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, Kahraman Maraş Şehri yakınlarında Aksu Çayı ve kollarındaki evsel ve endüstriyel kaynaklı kirlenmenin boyutları araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aksu Çayı, Kahraman Maraş Şehri, akarsu kirliliği, bakteriyolojik kirlilik, ağır metal kirliliği.

Abstract: Kahraman Maraş located in Adana zone is growing rapidly in Mediterrean region. While city population is increasing rapidly, city area is being grown. Traditional arts are left to the modren textile factories. Because of the city's special condition, industrial area densed in plain which has streams. In the fertile soils toxic and dung are contuning together with agricultural activities. Streams considered as a tool domestic and industrial waste, so this makes great pressure on the heavy water pollution. In addition, in and around the city the demand of the water has been increased. To get clean water and wastewater are essential issues. In the study, the dimensions of domestic and industrial wastes in Aksu and its streams in Kahraman Maraş are investigated.

Key Words: Aksu river, The city of Kahraman Maraş, stream pollution, bacteriologic pollution, heavy metal pollution.

1. Giriş

Canlı hayatının devamını sağlamada temel unsur olan su, doğal kaynakların en önemlilerinden birisidir. Suyun kalitesinin ve ortamında doğal dengesinin bozulması su kirliliği olarak kabul edilmektedir. Başlıca kullanım yerleri tarım ve endüstri alanlarıyla evsel gereksinimler olan suyun, potansiyel kullanımını kalitesi belirlemektedir. Evlerde kullanılan su, sağlığa zararlı maddeleri,

hastalık yapan ajanları ve ağır metal gibi maddeleri içermemeli, tadı ve kokusu güzel olmalı, tesisatlar ve ev aletlerine zarar vermeyecek nitelikte olmalıdır. Endüstri ve tarımsal alanlarda da kullanılan suyun niteliği amaca göre farklılıklar göstermektedir (Akman ve diğ., 2000:168).

Gelişen medeniyet günümüzde su kullanımını artırmıştır. Artan su ihtiyacı su kaynaklarının sınırsız kullanımı ve atıksuların problem olarak ortaya çıkmasına neden olmuştur. Birçok az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde atıksular temizleme işlemine tabi tutulmadan akarsulara boşaltılmaktadır. Bu durum akarsularda kirliliğin boyutlarını kontrol edilemez seviyeye çıkardığı gibi akarsulardan yeterince faydalanmayı da sınırlandırmaktadır.

Su kirliliğine neden olan etmenler genel olarak evsel ve endüstriyel kökenli atıksular şeklinde sınıflandırılabilirse de, su kirlenmesi çok daha karmaşık bir karaktere sahiptir. Evsel kökenli atıksuları; mutfak, banyo ve diğer temizlik amaçlı kullanılan sular ile kanalizasyon suları oluştururlar. Kanalizasyon atıksuları içerisindeki patojen mikroorganizmalarla akarsular büyük oranda kirlenmektedir (Mascher, 1987; De ve diğ., 1993). Ayrıca suların biyolojik kirlenmesinde, yüksek oranda kirlenici olan mezbahane, mandıra, şeker fabrikaları gibi gıda sanayilerinin de önemli yeri vardır.

Endüstriyel aktiviteler sonucu oluşan ve hiçbir ekonomik değeri olmayan organik ve inorganik zehirli madde atıklarının meydana getirdiği su kirliliğe endüstriyel kirlilik denilmektedir (Tünay, 1996). Endüstriyel atıklar, miktarı ve kirlenici türü bakımından olduğu kadar, doğal olmayan bileşimleri bakımından problemlidir (Başbüyük, 1998). Tarımda kullanılan azotlu, fosfatlı ve nitrath gübrelere, benzene katılan kurşun türevleri, endüstri tesisleri tarafından sulara boşaltılan bakır, çinko, krom, nikel ve kadmiyum gibi zehirli elementler, sülfite zengin kağıt sanayii atıksuları, akarsular için ciddi kirlilik kaynağı oluşturmaktadır.

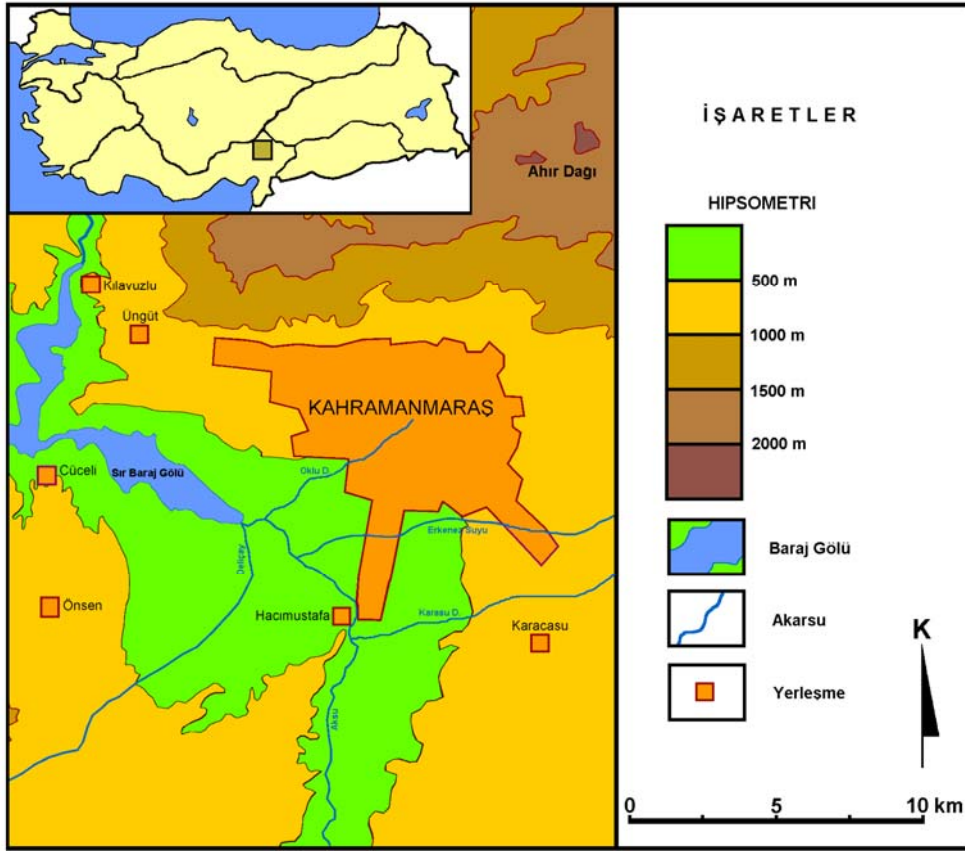
Birçok gelişmiş veya az gelişmiş ülkelerde arıtma tesisleri kurulmadan, akarsuların kentsel atıklar için bir araç gibi kullanılması kamu sağlığı açısından tehlikeli sonuçlar doğurmaktadır. Kirli sular içerdikleri patojen bakteriler ve toksik maddeler nedeniyle önemli bir hastalık kaynağıdır. Nüfusun şehirlerde aşırı yoğunlaşması, içme sularına kanalizasyon sularının karışması yada buralarda yaşayan nüfus için yeterince temiz suyun temin edilememesi, bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de en önemli çevre ve halk sağlığı olarak çözümlenmeyi bekleyen sorunlardandır.

Akdeniz Bölgesi'nin Adana Bölümü'nde yer alan Kahraman Maraş, son yıllarda her bakımdan hızla gelişen bir şehrimizdir. Şehir, son yirmi yıl içerisinde gerek alansal ve gerekse nüfus olarak yaklaşık iki kat büyümüştür. Günümüzde şehir 326198 (2000) nüfusu ile yaklaşık 45 km² alan kaplamaktadır. Şehirde mevcut olan geleneksel el sanatları, yerini hızlı bir şekilde tekstil ağırlıklı fabrikalara bırakmıştır. Sahada 201'i tekstil endüstrisi kollarında, 50'si metal eşya endüstrisi alanlarında, 15'i gıda, 5'i kimya, 3'ü kağıt sanayi alanlarında olmak üzere çok sayıda endüstriyel tesis faaliyet göstermektedir (Gürbüz, 2001:198-205). Ayrıca şehirde bir adet mezbahane ve 11 adet deri işleme atölyesi mevcuttur. Şehrin özel konumu nedeniyle bu endüstri alanları daha çok akarsuların da içerisinde bulunduğu ovada yoğunlaşmıştır. Şehir çevresindeki verimli ovada ilaçlı ve gübrelili zirai faaliyetler sürdürülmektedir. Bütün bu gelişmeler şehir yakınında yer alan akarsularda aşırı kirlenme yönünde baskı yapmaktadır. Şehir ve çevresinde su kullanımına olan ihtiyaç artmış, pahalı su temini projeleri başlatılmıştır.

Sularının büyük bir kısmını Engizek Dağı'nın güney doğusundaki karstik kaynaklardan alan Aksu Çayı, birçok derelerin sularını da alarak Maraş Ovası'nda Sır Baraj Gölü'ne dahil olmaktadır. Yaklaşık 1740 km²'lik bir sahanın sularını drene eden Aksu Çayı'nın yıllık ortalama debisi 10.6 m³/sn.'dir (Korkmaz, 2001:37-39). Aksu Çayı, Kahraman Maraş şehri yakınılarından geçerken kentsel, endüstriyel ve tarımsal alanlardan geçen Karasu Deresi, Ekenez Suyu ve Oklu Dere'nin sularını almaktadır (Şekil 1). Temiz içme ve kullanma suyuna ihtiyacın artmış olduğu günümüzde, Kahraman Maraş çevresinde yer alan su kaynaklarının potansiyeli ve niteliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir.

Bu amaçla çalışmada, Aksu Çayı ve ona dahil olan son üç kolunda, insan ve faaliyetleri sonucu ortaya çıkan bakteriyolojik ve ağır metal kirliliğinin boyutları incelenmiştir. Akarsular üzerinde belirlenen noktalardan alınan su örneklerinde insan kaynaklı kirlenmenin göstergesi olan

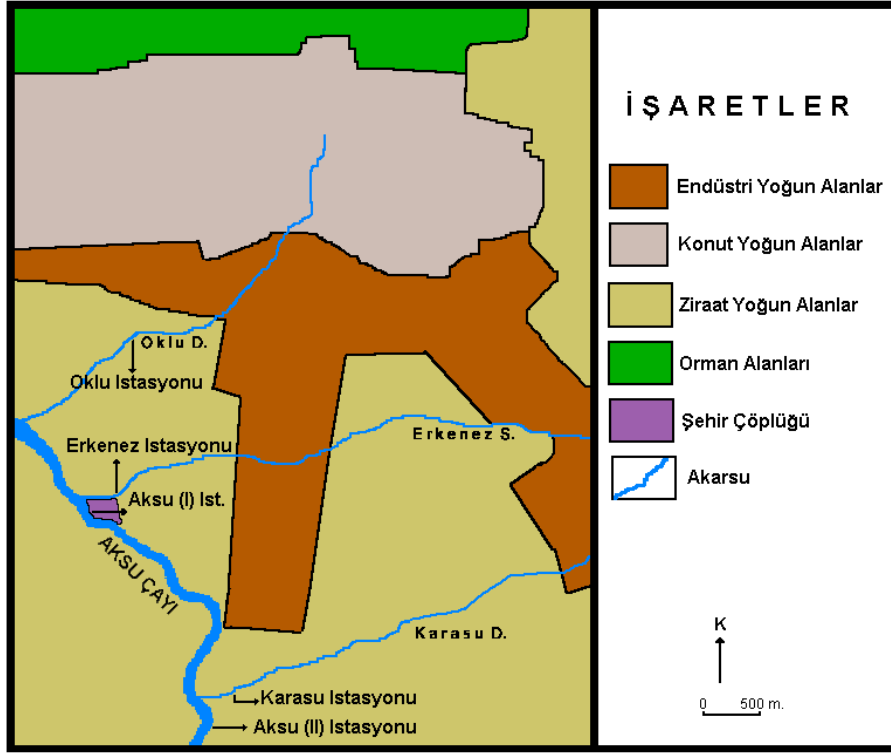
koliform ve fekal koliform kirlilik oranları araştırılmış ve sulardaki evsel, endüstriyel ve zirai kökenli ağır metal kirliliğinin yoğunluğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma sahasının lokasyon haritası

2. Materyal ve Metot

Çalışmada evsel, endüstriyel ve zirai kirliliğin olduğu düşünülen Aksu Çayı ve kolları üzerinde beş istasyon belirlenmiştir (şekil 2). Bu istasyonlardan Aksu (I) istasyonu, şehir çöplüğünün yanında Aksu Çayı üzerinde bulunmaktadır. Burada Aksu Çayı'nı kirletici olarak şehre ait katı atıkların döküldüğü şehir çöplüğü yer aldığı gibi (foto 1), buradan önce çeşitli kaynaklarla kirlenmiş dereler akarsuya karışmaktadır. Erkenek istasyonu, bir kısım endüstri tesislerinin sulu atıklarını ve mezbahane atıklarını taşıyan Erkenek Suyu üzerinde yer almaktadır. Akarsu kenarlarında hayvan çiftliği atıkları, şehrsel katı atıklar ile akarsu içinde kesilmiş hayvan parçaları, hayvan leşleri ve yoğun plastik poşet kirliliği gözlemlenmiştir (foto 2). Oklu istasyonu; Şehir içerisinde toplanan suları taşıyan Oklu Dere üzerindedir. Dere, şehre ait kanalizasyon sularının bir kısmını taşımaktadır. Dere sularında kanalizasyon atıkları, kesilmiş hayvan atıkları ve köpük oluşumu görülmüştür (foto 3). Karasu istasyonu, bazı endüstriyel tesislerin sıvı atıklarını taşıyan ve yoğun ziraat faaliyetlerinin yapıldığı alanlardan geçmekte olan Karasu Deresi üzerinde yer almaktadır. Akarsuda, boya atıklarına bağlı belirgin renk değişimi ve köpük oluşumu yanında, kanalizasyon, tarımsal ilaçlama ve gübrelemeye ait katı atık izleri gözlemlenebilmektedir (foto 4). Aksu (II) olarak adlandırılan istasyon, Adana yolu üzerindeki Aksu köprüsü yanında, Aksu Çayı üzerindedir. Bu kesimden yukarıda Aksu Çayı kat ettiği uzun mesafe içinde yoğun tarımsal faaliyetlerin yapıldığı alanlardan geçmekte, Pazarcık şehri ve birkaç kasabanın kanalizasyon sularını da taşımaktadır.



Şekil 2. Su örnekleri alın istasyonları ve kirliliğe kaynak oluşturan mekansal kullanım şekilleri



Foto 1. Şehir çöplüğü yanında Akusu Çayı



Foto 2. Erkenez Suyu



Foto 3. Oklu Dere



Foto 4. Karasu Deresi

Su örnekleri, yukarıda belirlenen istasyonlardan 100 ml'lik steril şişelerle akarsuların uygun derinlikteki yerlerinden 2001 yılında bir yıl süreyle ve belirli aralıklarla 9 farklı zaman diliminde alınmış ve soğuk zincirle laboratuara getirilmiştir. Örnek alımı esnasında akarsulardaki su sıcaklığı ve pH değerleri ölçülmüş, su örneklerindeki ağır metal miktarları Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre'de belirlenmiştir.

Su örneklerinde uygulanan mikrobiyolojik testler sonucunda, birim miktardaki su örneklerinde bulunan toplam aerob bakteri sayısı çeşitli diluasyonlarda Nutrient Agar'a ekim yapılarak (Özçelik, 1998:60), toplam koliform MNP yöntemiyle (Özçelik, 1998:73) ve fekal koliform bakteri sayıları Ejikman testi (Temiz, 1996:130) ve McCrady çizelgesine (Collins ve Lyne,1976:208) göre hesaplanmıştır. EMB besiyerinden rastgele seçilen kolonilerden izole edilen bakterilerin cinslerinin belirlenmesi için IMVIC gibi biyokimyasal testler uygulanmıştır (Özçelik, 1998:77).

Bakteriyolojik ve endüstriyel kirliliğin kaynağını doğrulamak için cinsleri tespit edilen bakteriler, yaygın olarak kullanılan I., II., III. kuşak antibiyotiklerden cefamezin, meropenem, cefoksitin, ceftazidim, ceftriakson, imipenem, sulbactam/cefoperazon, cefazoline, cefotaksim, aztreonam, ampicillin/sulbactam, kristapen ve ayrıca evsel, endüstriyel ve tarımsal kirlilik ortaya çıkaran maddelerin yapımında çok kullanıldığı düşünülen, düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki yapan bakır, kadmiyum, nikel, krom içeren çözeltilerin çeşitli konsantrasyonları ile dirençlilik testine tabi tutulmuştur. Sonuçlar bu konuda belirlenmiş kriterlerle karşılaştırılmış ve değerlendirme yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bakteriyolojik Bulgular

Bakteriyolojik bulgular, Aksu Çayı ve kollarında bakteriyolojik kirlenmenin varlığını ortaya koymaktadır. Su örneklerinde belirlenen fekal koliform bakteri sayıları, bütün akarsularda kanalizasyondan kaynaklanan yoğun kirliliğin mevcut olduğunu, fekal koliform bakteri sayılarının mevsimler arasında belirgin farklılıklar göstermemesi de kanalizasyon kaynaklı kirlenmenin yıl boyunca sürdüğünü göstermektedir. Su örneklerindeki toplam koliform bakteri sayıları, bakteriyolojik kirlenmede mezbahane ve hayvansal dışkı atıklarının da önemli rol üstlendiğini göstermektedir. Alınan su örneklerindeki bakteriyolojik bulgular ve kirlilik seviyeleri çizelge 1'de gösterilmiştir.

Bakteriyolojik bulguların sonuçları, Aksu Çayı (I ve II), Erkenez Suyu, Oklu Dere, Karasu Deresi'nde suların fekal koliform bakteriler tarafından yüksek oranda kirlenmiş olduğunu ortaya koymaktadır. Bu akarsular, bakteriyolojik açıdan kirli sular sınıfına dahil olmaktadır. Fekal kirliliğin nispeten düşük gözüktüğü Aksu (II) istasyonu, şehrsel kirlenmenin başladığı yerden daha yukarıda bulunduğundan, fekal kirlenmeyi sağlayan nedenler diğerlerine oranla daha az olduğundan fekal kirlilik nispeten az gözükmemektedir. Görüldüğü gibi akarsuların kirlenmesinde insan ve onun yaptığı faaliyetlerin büyük bir yeri vardır. Her 5 istasyonda tespit edilen bakteriyolojik kirlilik oranları, içme ve kullanma sularında belirlenmiş olan bakteriyolojik kirlilik kriterleri üzerinde bulunmaktadır.

Çalışmada, Aksu Çayı ve kollarından alınan su örneklerinde fekal koliform bakterilerden 4 bakteri cinsi (*E. coli* %67, *Klebsiella sp.* %30, *Citrobacter sp.* %1.5, *Pseudomonas sp.* %1.5) tespit edilmiş olup, belirlenmiş olan fekal kökenli bakteri cinsleri ve oranları, kanalizasyon suları veya kanalizasyon karışan sular üzerinde yapılmış olan çalışmalarda (Sirot ve ark., 1986, Simpson ve ark., 1986; Dinçer, 1994; Alonso ve ark., 1999) benzer şekilde tespit edilmiştir. Sulardaki insan kaynaklı kirlenmenin göstergesi olan bu fekal koliform bakteriler, sulardaki başlıca biyolojik kirliliği oluştururlar ve suyun kullanım potansiyelini belirlerler. Bunlar insan ve hayvanların kalın barsağında yaşayan normal flora bakterileri ile patojen bakterileri içine alan geniş bir grup oluştururlar. Ortak özellikleri adi ortamlarda kolayca üreyebilmeleri, bu ortamlarda uzun süre canlı kalabilmeleri ve antibiyotiklere dirençlilik göstermeleridir. Bu bakteriler normalde insan barsağında hastalık oluşturmamalarına rağmen, herhangi bir şekilde diğer organlara ve yaralara bulaştıklarında tehlikeli hastalıklara sebep olan fırsatçı patojendirler. Bunların bulaşma şekilleri genellikle bakterinin

bulunduğu ortamla temas, temas etmiş gıdaların tüketilmesi yolu ile olmaktadır (Akan, 1986:84-141; Kayser ve diğ.,1997:197-211).

Sulardaki fekal kirliliğin kaynağını belirlemek için de kullanılan antibiyotik dirençlilik testlerine göre, bakterilerde %76 oranında çoklu antibiyotik dirençliliği gözlemlendiği gibi 10 antibiyotik türüne dirençli bakterilere rastlanmıştır (Toroğlu, 2003:111). Testler, Aksu Çayı ve kollarındaki bakteriyolojik kirliliğin kanalizasyon ve kanalizasyon içerikli endüstriyel atıkların arıtma işlemine tabi tutulmadan akarsulara verilmesinden kaynaklandığını doğrulamaktadır. Nihayet başka bölgelerde yapılmış olan çalışmalarda, bakterilerde çoklu antibiyotik dirençliliği tespit edilen alanların kliniksel (Nakahara ve Kozukue, 1982), şehirsal kanalizasyon (Smith ve ark., 1978; Dinçer, 1994; Sergeant, 1999), endüstriyel (Go-Ni-Urriza ve ark., 2000) ve çiftlik (Bass ve ark., 1999) atıklarıyla kirlenen yerler olduğu belirlenmiştir. Bulgular; Aksu Çayı ve kollarında kanalizasyon kökenli kirliliğin yoğun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1. Akarsularda bakteriyolojik kirlilik bulguları ve kirlilik seviyeleri

Periyot	İstasyon	Toplam Aerob Bakteri Sayısı (KOB/100 ml)	Toplam Koliform Bakteri Sayısı (EMS/100 ml)	Toplam Fekal Koliform Sayısı (EMS/100 ml)	Kirlilik Seviyesi**
Kış*	Aksu I.	2x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Erkenez	6x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Oklu	4x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Karasu	12x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Aksu II.	1x10 ³	>1100	>1100	Kirli
İlkbahar*	Aksu I.	103x10 ³	>1100	460-1100	Kirli
	Erkenez	10000x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Oklu	4000x10 ³	>1100	460-1100	Kirli
	Karasu	1000x10 ³	>1100	460-1100	Kirli
	Aksu II.	4x10 ³	460	460	Kirli
Yaz*	Aksu I.	360x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Erkenez	22x10 ³	460-1100	460-1100	Kirli
	Oklu	633x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Karasu	34x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Aksu II.	334x10 ³	460-1100	460-1100	Kirli
Sonbahar*	Aksu I.	5000x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Erkenez	23x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Oklu	1850x10 ³	>1100	>1100	Kirli
	Karasu	3500x10 ³	>1100	460-1100	Kirli
	Aksu II.	52x10 ³	460-1100	460-1100	Kirli

* Mevsim değerleri, mevsim içerisindeki aylarda yapılan çalışmaların ortalama değerleridir.

** Kirlilik seviyesinin belirlenmesinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (4.9.1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete)'de yer alan Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri tablosundaki bakteriyolojik parametreler esas alınmıştır.

Endüstriyel, evsel ve zirai atıkların döküldüğü suların dirençli bakterilerin ortaya çıkmasını teşvik ettiği ve dirençliliğin yayılımında rezervuar görevi yaptığını bilinmektedir. Ayrıca testler, insan faaliyetleri sonucu akarsulara karışan dirençli bakterilerin sıvı ve yeterli şartların olduğu katı ortamlarda dirençliliği aktarabildiğini ve geniş alanlara yayılabileceğini göstermektedir (Toroğlu, 2003:126-128). Bu durum dirençli bakterilerle kirlenmiş olan bu suların kullanılmasında ve bu sularla temasta ne kadar dikkatli olunması gerektiğini ortaya koymaktadır.

3.2. Ağır Metal Bulguları

Alınan su örneklerindeki bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), manganez (Mn), nikel (Ni) ve kurşun (Pb) ağır metalleri Perkin-Elmer 3110 Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre’de okunmuştur.

Su örneklerinde yapılan ağır metal iyonları analizi sonuçlarına göre bütün istasyonlarda (manganez hariç) ağır metallerle çeşitli oranlarda kirlenmenin mevcut olduğu belirlenmiştir. Ağır metal içeriği bakımından belirlenen su kalite kriterleri, sadece bir ağır metal içeriğinin bile kriterin üzerinde çıkması halinde bütün suyu belirlenen en yüksek kriter içerisinde değerlendirmektedir. Bu açıdan;

Aksu I istasyonundan alınan sular; kurşun bakımından çok kirli, bakır, demir, nikel bakımından kirli, manganez ve çinko bakımından temiz sular sınıfına girmektedir. Bütünü itibariyle çok kirli sular sınıfına dahil olmaktadır.

Erkenez Suyu’ndan alınan su örnekleri kurşun bakımından çok kirli, demir bakımından kirli, bakır ve nikel bakımından az kirli, manganez ve çinko bakımından temiz sular sınıfına dahil olmaktadır. Suların ağır metal içeriği çok kirli sular sınıfına dahil olduğunu göstermektedir.

Oklu Dere; kurşun ve nikel bakımından çok kirli, bakır ve demir bakımından kirli, manganez ve çinko bakımından az kirli suları taşımaktadır. Ağır metal bulguları çok kirli olduğunu göstermektedir.

Karasu Deresi; demir ve kurşun içeriği bakımından çok kirli, nikel içeriği açısından kirli, bakır, çinko ve manganez içeriği bakımından az kirli suları taşımaktadır. Bulgular çok kirli su olduğunu göstermektedir.

Aksu II istasyonu, kurşun bakımından çok kirli, bakır, demir ve nikel bakımından kirli, çinko ve manganez bakımından az kirli sular grubuna girmektedir. Çok kirli sular sınıfına dahil olmaktadır.

Sonuç olarak bütün akarsular kurşun iyonlarınca aşırı derecede kirlenmiştir. Diğer ağır metal iyonlarınca da kirlilik kabul edilebilir miktarların üzerindedir. Aşağıda çizelge 2’de kirlilik oranlarına göre su kriterleri, çizelge 3’te alınan su örneklerindeki kirlilik bulguları ve su kaliteleri verilmiştir.

Çizelge 2. Sulardaki ağır metal miktarlarına göre su kalite kriterleri

Kirlilik Derecesi	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)
<i>Temiz</i>	0.02	0.3	0.2	0.1	0.02	0.01
Az Kirli	0.05	1.0	0.5	0.5	0.05	0.02
Kirli	0.2	5.0	2.0	3.0	0.2	0.05
Çok Kirli	>0.2	>5.0	>2.0	>3.0	>0.2	>0.05

Kaynak: Baltacı, 2000:308; Çevre Bakanlığı, 1997:58.

Çizelge 3. Aksu Çayı ve kollarında ağır metal kirliliği bulguları

İstasyon	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Kirlilik Seviyesi
Aksu I.	0.063	1.658	0.165	0.012	0.096	1.562	Çok Kirli
Erkenez	0.031	2.321	0.179	0.045	0.485	4.688	Çok Kirli
Oklu	0.063	0.663	0.484	0.019	0.258	2.344	Çok Kirli
Karasu	0.031	0.331	0.221	0.019	0.126	1.562	Çok Kirli
Aksu II.	0.063	1.160	0.262	0.019	0.90	1.562	Çok Kirli

Aksu Çayı ve kollarından elde edilen fekal koliform bakteriler üzerinde, düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki yapan (Silver ve ark., 1989), potansiyel kanserojen olan (Kambe-Honjoh ve ark., 1997) ve endüstriyel alanlarda yaygın olarak kullanılan ağır metallerden nikel,

kadmiyum, bakır ve kromun, kirli sularda yaygın olarak ortaya çıkan nikel-klorür ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kadmiyum-klorür ($\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), bakır-sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ve potasyum-dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) bileşikleri ile dirençlilik testleri yapılmıştır. Bakterilerde nikel-klorürün 4 mM'lık, kadmiyum-klorürün 6 mM'lık, bakır-sülfatın 6 mM'lık, potasyum-dikromatın 4 mM'lık konsantrasyonlarına dirençlilik göstermişlerdir. Bulgular, bu ağır metaller iyonları ile de suların kirlenmiş olduğunu ve kirlenmenin endüstriyel atıkların akarsulara verilmesinden kaynaklandığı doğrulamaktadır. Su örneklerinde tespit edilen ağır metal miktarları ile bakterilerde test edilen son konsantrasyonlar arasında benzerlik olduğu belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyondaki ağır metallere dirençli bakterilerin endüstriyel kirliliğin bulunduğu sulardan elde edildiği, bileşiminde ağır metal bulunan endüstriyel, evsel ve zirai atıkların akarsulara verilmesinin bakterilerde ağır metallere dirençliliği artırdığı bildirilmektedir (Diaz-Ravina ve diğ., 1994; Ladapo ve Nwosu, 1999; Roane ve Kellogg, 1996).

3.3. pH ve sıcaklık Bulguları

Su kalitesi sınıflandırması, kaliteli sularda pH değerinin 6.5-8.5 arasında olması gerektiğini öngörmektedir. Bu açıdan akarsulardaki pH değerleri, zaman zaman içme ve kullanma suları kriterlerindeki kritik değer olan 8.5'in üzerine çıkmaktadır. Maksimum pH değerleri, Aksu I. istasyonunda temmuz ayında 10.7, kasım ayında 9.5, Erkenez istasyonunda mayıs ayında 8.86, Karasu istasyonunda ocak ayında 10.05, nisan ayında 9.1, kasım ayında 9.2 olarak ölçülmüştür. Genel olarak akarsular daha çok bazik karaktere eğilimli pH değerleri göstermektedir. Bulgular akarsulardaki evsel ve endüstriyel kirlenmeyi doğrular niteliktedir.

Akarsularda su sıcaklığının aylık ortalama sıcaklıklara benzer bir şekilde seyrettiği, endüstriyel ve kanalizasyon atık sularını taşıyan akarsularda su sıcaklığının bu değerlerin üzerine çıktığı (Kresch, 1981:52-53) bildirilmiştir. Endüstriyel ve kanalizasyon atıksularının doğal akarsulardan daha sıcak olacağı gerçeği bu düşüncenin temel dayanağını oluşturmaktadır. Ayrıca su sıcaklıktaki artış miktarında, akarsuyun taşıdığı toplam su miktarı ile ona karışan atık suların miktarı arasındaki oran ve atıksuların katılmasından sonra akarsuyun kat ettiği mesafe etkili olmaktadır. Akarsularda belirlenen su sıcaklıkları değerlendirildiğinde, endüstriyel ve kanalizasyon atıksularından kaynaklanan yıllık ortalama $+1.1^\circ\text{C}$ 'lik sıcaklık artışı ortaya çıkmaktadır. Debisi yüksek olan Aksu Çayı'nda yıllık ortalamalarda su sıcaklığı artışı gözlenmemektedir. Endüstriyel ve kanalizasyon atıkları taşıyan, debileri de nispeten düşük olan Erkenez Suyu'nda 1.4°C , Oklu Dere'de 0.9°C ve Karasu Deresi'nde 4.2°C 'lik yıllık ortalama sıcaklık artışı belirlenmiştir. Karasu Deresi'ndeki bu yüksek artış miktarı debisine oranla daha yoğun atıksu verilmesinden kaynaklanmaktadır.

Endüstriyel ve kanalizasyon atık sularından kaynaklanan sıcaklık artışının mevsimsel olarak soğuk devrelerde daha belirgin olduğu ortaya konmuştur. Soğuk mevsimlerde bütün akarsularda sıcaklık fazlalığı belirgin olarak izlenmektedir. Sıcak dönemlerde ise, atıksuların sıcaklığı ile akarsuların sıcaklığı yakın değerler taşıdığından, kirlilikten kaynaklanan sıcaklık artışı belirgin değildir (çizelge 4). Sonuç olarak akarsulardaki bu sıcaklık artışlarında atıksuların direk olarak akarsulara verildiğini göstermektedir.

Çizelge 4. Su örneklerine ait pH ve sıcaklık değerleri

Periyot	İstasyon	pH	Meteorolojik Ortalama Sıcaklık	Su Sıcaklığı °C	Sıcaklık Farkı °C
Kış*	Aksu I.	7.85	6.3 °C	7.3	+1.0
	Erkenez	7.73		7.7	+1.4
	Oklu	7.30		8.5	+2.2
	Karasu	9.27		9.8	+3.5
	Aksu II.	8.12		7.3	+1.0
İlkbahar*	Aksu I.	8.27	17.2 °C	18.1	+0.9
	Erkenez	8.63		20.2	+3.0
	Oklu	7.90		19.2	+2.0
	Karasu	8.43		22.9	+5.7
	Aksu II.	8.18		18.3	+1.1
Yaz*	Aksu I.	8.87	26.9 °C	25.2	-1.7
	Erkenez	8.38		26.9	0.0
	Oklu	7.91		25.9	-1.0
	Karasu	8.48		27.9	+1.0
	Aksu II.	8.40		25.4	-1.5
Sonbahar*	Aksu I.	8.50	14.9 °C	14.5	-0.4
	Erkenez	8.30		16.1	+1.2
	Oklu	7.70		15.6	+0.7
	Karasu	8.20		17.5	+2.6
	Aksu II.	8.43		14.5	-0.4

* Mevsim değerleri, mevim içerisindeki aylarda yapılan çalışmaların ortalama değerleridir.

4. Sonuç ve Öneriler

Son yıllarda hızlı gelişim sürecine girmiş olan Kahraman Maraş şehri, mekan ve nüfus bakımından hızla büyürken, çevresinde çoğunluğunu tekstil fabrikalarının oluşturduğu endüstri yoğunluk kazanmıştır. Araştırma sonuçları, bu tesislerin büyük kısmında arıtma tesisinin bulunmadığını, kanalizasyon ve endüstriyel atık sularını akarsulara verdiklerini göstermektedir. Şehirde, kanalizasyon atıksuları için henüz arıtma tesisi kurulmadığı gibi, katı atıklar için Aksu Çayı kenarında bir yer tahsis edilmiştir. Akarsuların katı ve sıvı atıkları uzaklaştırmada yada yok etmede bir araç gibi görülmesi, şehir yakınında yer alan akarsularda aşırı kirlenme yönünde baskı yapmıştır.

Şehir çevresinde Aksu Çayı ve kollarının suları evsel, endüstriyel ve zirai atıklar nedeniyle kabul edilebilir sınırların üzerinde kirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, insan kaynaklı bakteriyel kirliliğin yoğun olduğunu göstermektedir. Belirlenen fekal koliform cinsleri, insan dışkılarından kaynaklanan kirlenmenin mevcudiyetini ve akarsular çevresinde yer alan yerleşme ile endüstri tesislerine ait kanalizasyon sularınının akarsulara boşaldığını göstermektedir. Bakterilerde gözlenen çoklu antibiyotik dirençliliği, bakteriyolojik kirlenmenin insan kaynaklı olduğunu doğrulamaktadır. Bulgular, sulardaki bakteriyolojik kirliliğin tehlikeli sonuçlar çıkaracak düzeye ulaştığını da göstermektedir. Suların bu haliyle kullanımının halk sağlığı açısından tehlikeli sonuçlar doğuracağı, dirençli ve patojen olan bu bakterilerin yörede neden olacağı bir hastalıkta, tedavilerin uzun sürede ve pahalı antibiyotiklerle gerçekleşeceği ortaya çıkmaktadır.

Su örneklerindeki ağır metal analizi bulguları, Aksu Çayı ve kollarında ağır metallerle de yüksek oranlarda kirlenmenin mevcut olduğunu ve çevredeki sanayi tesislerinin hiç olmazsa bir kısmında arıtma tesisinin bulunmadığını göstermektedir. Ayrıca bakterilerin evsel, endüstriyel, tarımsal kirlilik ortaya çıkaran maddelerin yapımında çok kullanıldığı düşünülen ve düşük konsantasyonlarda bile toksik etki yapan ağır metallerle yapılan dirençlilik testleri endüstriyel kirlenmenin mevcudiyetini doğrulamaktadır. Aksu Çayı ve kollarında ağır metallerin oluşturduğu kirlilik yüksek seviyededir. Mevcut şartlar akarsulardan bu haliyle faydalanmayı sınırlandırmaktadır.

Kirlilik bulguları ile su kalitesi ve kullanımı kriterleri karşılaştırıldığında bu sular, ileri ve uygun bir arıtma sisteminden geçirilmedikçe içme ve evlerde kullanma suyu olarak kullanılamazlar. Ayrıca, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı, gıda için her türden balık üretimi, suyun vücut ile temasını gerektiren su sporları, sulama suyu, kaliteli su ihtiyacı olan endüstri tesisleri için su temini amacıyla da bu sulardan faydalanılamaz.

Kirlilik oranları ve muhtemel tehlikeleri yukarıda belirtilen kirli sular Sır Baraj Gölü'nde depolanmaktadır. Gerek Aksu Çayı ve gerekse Sır Barajı Gölü'nden yakalanan balıklar, çevre yerleşmelerin halkları tarafından tüketildiği gibi, buralardan temin edilen sularla yaş sebze alanları da sulanmaktadır. Elde edilen ürünlerin çevrede ticareti de yapılmaktadır. Yapılan bu faaliyetler potansiyel tehlikeleri de beraberinde taşımaktadır. Konunun bu yönü ayrı bir çalışmayı gerektirecek kadar geniş ve karmaşık olduğundan boyutları henüz bilinmemektedir. Bu yönde bir çalışmanın yapılması teşvik edilmelidir.

Kahraman Maraş çevresinde şehirselleşen ve endüstriyel atıkların herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmadan Aksu Çayı ve ona katılan derelere verildiği belirlenmiştir. Bu nedenle akarsularda bakteriyolojik ve kimyasal kirlenmenin oranları kabul edilebilir kriterlerin üzerine çıkmıştır. Bu atık suların arıtılmadan doğaya verilmesine devam edilmesi halinde gerek Kahraman Maraş'ta ve gerekse Aksu Çayı sularının ulaştığı alanlarda yakın gelecekte halk sağlığı bakımından ciddi problemlerle karşılaşılacağı açık olarak görülmektedir. Çok daha geç kalınmadan şehirselleşen ve endüstriyel sızıntı atıkları için arıtma, katı atıkları için kompostlama tesislerinin kurulması gibi gerekli tedbirlerin alınması ve kirlilik kontrolünün başlatılması önerilmektedir.

Referanslar

- Akan, E. (1986) *Tıbbi Mikrobiyoloji*. Oba Yayınevi, Ankara.
- Akman, Y.; Ketenoğlu, O.; Evren, H.; Kurt, L.; Düzenli, S., (2000) *Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi*. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Alonso, J.L., Soriano, A., Carbajo, O., Amoros, I., Garelick, H., 1999. Comparison and recovery of *Escherichia coli* and thermotolerant coliforms in water with a chromogenic medium incubated at 41 and 44.5°C. *Applied and Environmental Microbiology*, 65:3746-3749.
- Baltacı, F., (2000) *Su Analiz Metotları*. DSİ. İçme ve Kanalizasyon Dairesi Başk. Yayını, Ankara.
- Bass, L.; Liebert, C.A.; Lee, M.D.; Summers, A.O.; White, D.G.; Thayer, S.G.; Maurer, J.J.; (1999) Incidence and characterization of integrons, genetic elements mediating multiple-drug resistance, in Avian *Escherichia coli*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 43:2925-2929.
- Başbüyük, M., (1998) *Biological Treatment Of A Simulated Textile Wastewater*. PhD. Thesis University of Birmingham, England.
- Collins, C.H.; Lyne, P.M., (1976) *Microbiological Methods*. Butterworth & Co Ltd., London.
- Çevre Bakanlığı (1997) *Türkiye Çevre Atlası-96*. Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- De, A.; Sen, P.C.; Tewari, I.C., (1993). Enteropathogenic bacteria in river Ganges in Varanasi. *Indian J. Pathol. Microbiology*, 36:425-432.
- Diaz-Ravina, M.; Baath, E.; Frostegard, A., (1994) Multiple heavy metal tolerance of soil bacterial communities and its measurement by a thymidine incorporation technique. *Applied and Environmental Microbiology*, 60:2238-2247.
- Dinçer, S., (1994) *Hastane Laboratuvarı ve Kanalizasyonundan İzole Edilen Enterobacteriaceae Cinslerinde Plasmid-Kodlu III. Kuşak Cephalosporin Dirençliliğinin Dağılımı, R-Plasmidlerinin Konjugasyon ve Transformasyon ile Aktarılabilişliğinin Satınması*. Basılmamış Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Adana.
- Go-Ni-Urriza, M.; Captepy, M.; Aprin, C.; Raymond, N.; Caumette, P.; Quantin, C., (2000). Impact of an urban effluent on antibiotic resistance of riverine *Enterobacteriaceae* and *Aeromonas spp.* *Appl. Environmental Microbiology*, 66:125-132.
- Gürbüz, M., (2001) *Kahraman Maraş Merkez İlçe'nin Beşeri ve İktisadi Coğrafyası*. İl Kültür Müdürlüğü Yayınları No:2, Kahraman Maraş.
- Kambe-Honjoh, H.; Sugawara, A.; Yoda, K.; Kitamoto, K.; Yamasaki, M.; (1997) Isolation and characterization of nicel-accumulating yeasts. *Appl. Microbiol Biotechnol.*, 48:373-378.
- Kayser, H.K.; Bienz, K.A.; Eckert, J.; Lindermann, J., (1997) *Tıbbi Mikrobiyoloji*. (Çev: Anđ-Küçükler, M., Tümbay, E., Anđ, Ö.), Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- Korkmaz, H., *Kahraman Maraş Havzası'nın Jeomorfolojisi*. İl Kültür Müdürlüğü Yayınları No:3, Kahraman Maraş.
- Kresch, D., (1981) *Gewässerbakteriologie, Das Erlanger Regnitztal als exemplarisches objekt interdisziplinärer Regionalplanung*, Erlangen, 49-59.

- Ladapo, J.A.; Nwosu, V., (1999) Growth response of landfill bacteria to different concentrations of heavy metals. *Journal of Environmental Biology*, 20:1-5
- Mascher, F., (1987) Bacteriological examinations of drinking water in the district of Melut (Upper Nile Province) South Sudan. *Jour. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol.*, 31:23-30.
- Nakahara, H.; Kozukue, H., (1982) Volatilization of mercury determined by plasmids in *E. coli* isolated from an aquatic environment. In Drug Resistance in Bacteria: Genetics, (ed.) Mitsuhashi, S., *Biochemistry and Molecular Biology*, Tokyo, 337-340.
- Özçelik, S., (1998) *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Klavuzu*. SDÜ. Ziraat Fakültesi Yayın No:2, Isparta.
- Rinker, A.G. Jr.; Boyd, A.L.; Gary, N.D.; Kundig, W., (1988). Isolation of multiple antibiotic resistant Enterobacteriaceae from river water. *Microbios.*, 56:169-175.
- Roane, T.M.; Kellogg, S.T., (1996) Characterization of bacterial communities in heavy metal contaminated soils. *Can. J. Microbiology*, 42:593-603.
- Sergeant, D., (1999) Fecal contamination source identification methods in surface water. Washington State Department of Ecology.
- Silver, S.; Misra, T.K.; Laddaga, R. A., (1989) DNA sequence analysis of bacterial toxic heavy metal resistances. *Biological Trace Element Research*, 21:145-163.
- Simpson, I.N.; Knothe, H.; Plested, S.J.; Harper, P.B., (1986) Qualitative and quantitative aspects of β -lactamase production as mechanisms of β -lactam resistance in a survey of clinical isolates from faecal samples. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 17:725-737.
- Siroto, D.; Siroto, J.; Saulnier, P.; Joly, B.; Chanal, M.; Cluzel, M.; Cluzel, R., (1986) Resistance to Beta-lactams in *Enterobacteriaceae*: Distribution of Phenotypes related to beta-lactamase production. *The Journal of International Medical Research*, 14:193-199.
- Smith, H.W.; Parsell, Z.; Green, P., (1978) Thermosensitive antibiotic resistance plasmids in enterobacteria. *Jour. Gen Microbiology*, 109:37-47.
- Temiz, A., (1996) *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri*. 2.Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
- Toroğlu, S., (2003) *Aksu (Kahramanmaraş) Nehrinin Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi ve Enterobacteriaceae Üyelerinde Antibiyotik ve Ağır Metal Dirençliliği*. Basılmamış Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Adana.
- Tünay, O., (1996) *Endüstriyel Kirlenme Kontrolü*. İTÜ. İnş. Fak. Matbaası, İstanbul.