

ELAZIĞ KENTİ ATIKSU ARITMA TESİSİNİN KOLİFORM BAKTERİ GİDERME VERİMİNİN ARAŞTIRILMASI

M.Sara TUNÇ¹ ve Ayhan ÜNLÜ²

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 23119-ELAZIĞ

¹saratunc@firat.edu.tr, ²aunlu@firat.edu.tr

Makalenin Geliş Tarihi: 11.07.2005

ÖZET: Bu çalışmada Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin deşarj standartları içinde bulunmayan ve halk sağlığı için önemli olan mikrobiyal kirlilik ölçülmüştür. Bu amaçla Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi'nden alınan atıksu örneklerinin bakteriyolojik analizleri yapılarak tesisin ve ön çökeltme havuzunun koliform bakteri giderme verimi, tesis çıkış suyu ve alıcı ortam olan Kehli Deresi'nin mikrobiyolojik kalitesi araştırılmıştır. Ön çökeltme havuzunda toplam koliformun %43.33 – 91.87 ve fekal koliformun %44.44 verimle giderildiği ve arıtma tesisinde toplam koliformun %72.0 – 99.5 ve fekal koliformun %98.13 – 99.88 verimle giderildiği tespit edilmiştir. Ancak alıcı ortama verilen arıtma tesisi çıkış suyunda mikrobiyolojik kirlenmenin yüksek olduğu görülmüştür. Kehli Deresi deşarj öncesinde fekal koliform $1.3 \times 10^3 - 7 \times 10^4$ EMS/100 ml iken deşarjdan sonra $1.3 \times 10^6 - 9 \times 10^6$ EMS/100 ml seviyesine yükselmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu arıtma, toplam ve fekal koliform, koliform giderimi.

The Investigation of Coliform Bacteria Removal Efficiency of Elazığ City Wastewater Treatment Plant

ABSTRACT: In this study, microbial pollution that is important for public health and have not been found in discharge standards of Turkish Regulation of Water Pollution Control was determined. For this reason, coliform bacteria removal efficiency of primary settling tank and treatment plant, microbiological quality of effluent and receiving water (Kehli stream) were investigated by bacteriological analysis of the samples taken from wastewater of the plant. Total and fecal coliform in the primary settling tank were removed in the range of 43.33 - 91.87% and 44.44%, respectively. Overall removal efficiency of total and fecal coliform in the treatment plant varied in the range of 72.0 – 99.5% and 98.13 – 99.88%, respectively. However, it was seen that microbiological pollution of effluent of the plant that discharged to receiving water was high. While fecal coliforms were between 1.3×10^3 and 7×10^4 MNP/100ml before discharge into Kehli Stream, whereas the amounts increased to $1.3 \times 10^6 - 9 \times 10^6$ MNP/100ml after discharge.

Key Words: Wastewater treatment, total and fecal coliform, coliform removal.

GİRİŞ

Sanayileşmeye paralel olarak yaşanan çevre kirlenmesi günümüzde insanlığı tehdit eden en önemli meselelerden biri olup artık yerel olmaktan çıkmış, evrensel bir boyut kazanmıştır. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme, denetimsiz ve plansız kentsel büyümeye birlikte artan

atıksular kıt olan su kaynakları üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır (Karaer ve diğ., 1998).

Atıksuların hiçbir işleme tabii tutulmadan yüzey sularına verilmesi, su kaynaklarının kirlenmesine sebep olmaktadır. Nehir, göl ve diğer su kaynaklarının kirlenmesinden sonra durumun düzeltilmesi ancak çok büyük mali harcamalarla mümkün olmaktadır. Bilinen bu

sebeplerden, atıksuların bir arıtma işlemine tabii tutulması mecburiyeti gündeme gelmiştir (Öz ve diğ., 1998).

Atıksuda bulunan patojen organizmalar bakteri, protozoa, helmintler ve virüsler olarak dört temel kategoride sınıflandırılabilir. İnsan kaynaklı bakteriyel patojen organizmalar tifo, paratifo, dizanteri, diyare ve kolera gibi gastrointestinal sistemi hastalıklarına sebep olmaktadır (Metcalf ve Eddy, 2003). Bu organizmalar yüksek düzeyde bulaşıcı olduğundan, yetersiz sağlık önlemlerine sahip toplumlarda özellikle tropik bölgelerde her yıl binlerce kişinin ölümüne sebep olmaktadır. Bu patojenlerin sebep olduğu hastalıklar; arıtılmamış veya yetersiz arıtılmış suyun tüketimi, enfekte su ürünlerinin tüketimi ve yeniden kullanım esnasında yetersiz dezenfekte edilmiş atıksu çıkış sularıyla derinin teması sonucunda meydana gelmektedir (Liberti ve diğ., 2003).

Sulara özellikle insan ve hayvan dışkılarıyla karışan hastalık yapıcı (patojen) bakteriler ve virüsler, önemli sağlık riski oluşturur. Patojenler, hastalar veya hastalık taşıyıcılardan idrar ve dışkı yoluyla su ortamlarına ulaşırlar. Bir toplumun sağlığının korunmasında en önemli faktör insan ve hayvan dışkılarının toplanması, taşınması, arıtılması ve bertarafıdır. Farklı toplumlardan çıkan dışkı ve atıksuyun hacimlerinde ve kompozisyonlarında büyük farklılıklar gözlenmektedir. Bu da toplumun sağlık durumu ile bölgenin iklimine bağlıdır (Alkan ve diğ., 1998). Fekal koliformlar insan ve hayvan dışkısı ile ilgisi olan fekal kirlenmenin varlığına işaret etmektedir. Bütün sıcak kanlı hayvanlar, bağırsak sisteminde fekal koliformlara sahip olduğu için, fekal koliformlar insan ve/veya hayvan kaynaklı olarak meydana gelmektedir. Örneğin ham atıksuda toplam ve fekal koliformların tipik miktarları sırasıyla 10^7 - 10^9 /100 ml ve 10^6 - 10^8 /100 ml'dir (Webster ve diğ., 2004). Herhangi bir özel dezenfeksiyon basamağı içermeyen klasik arıtma sistemleri fekal organizmaları gidermekte, fakat ham atıksuda yüksek miktarda fekal organizma bulunduğundan alıcı ortamlara verilen deşarj sularıyla çevre ortamlarına yüksek miktarlarda hala deşarj edilmektedir (George ve diğ., 2002).

Sağlık açısından bakıldığında atıksuların tarımsal amaçlı kullanımında en önemli nokta patojen mikroorganizmalardır. Patojen virüsler, bakteriler, protozoa, bağırsak solucanları ve kurtları ham atıksularda uzun süre boyunca kalabilmektedir. Patojen bakteriler koliform grubuna göre daha düşük seviyelerde atıksularda bulunabilmektedir.

Atıksu deşarjları, su ekosisteminin fekal kirliliğinin temel kaynağı olup çeşitli ekolojik sorunlara sebep olmaktadır. Atıksu arıtma tesisleri öncelikle askıda katı madde ve organik maddeyle doğal suların kirlenmesini azaltmak üzere genellikle BOİ bileşikleri ve nutrientleri verimli bir şekilde gidermek için boyutlandırılmakta, fakat atıksularda patojen mikroorganizmaları gidermek için nadiren dizayn edilmektedir (George ve diğ., 2002). Klasik atıksu arıtma tesisleri enterik mikropların sayısını azaltmakta, ancak arıtma proseslerinin giderim verimleri büyük ölçüde değişebilmektedir (Koivunen ve diğ., 2003).

Genellikle optimum şartlarda çalışan biyolojik-kimyasal arıtma prosesleri %90-99 mikrobiyal giderim verimleri sağlamakta, fakat bazı durumlarda giderim verimleri yetersiz olabilmektedir. Patojen mikroorganizmaların atıksularda ve atıksu arıtma tesislerinde çoğaldığı ispat edilmiştir. Atıksu arıtma proseslerinde çevresel faktörler ile mikroorganizmaların ara etkileşimleri iyi anlaşılmamaktadır (Koivunen ve diğ., 2003).

Su kaynaklarının hijyenik açıdan emniyetli olabilmesi için suyun fekal kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gereklidir. Koliform açısından emniyetli görülebilecek su ortamlarının virüs kirlenmesi açısından tehlikeler taşıyabileceği bilinmelidir (TÇS, 1999). Patojenlerle kirlenmiş suların içme suyu temini ve rekreasyon amacı ile kullanımı kısıtlanır. İnsan ve hayvan dışkılarını içeren bu atıksuların akarsu, göl, veya seyreltme potansiyeli düşük olan koy ve körfezler gibi alıcı ortamlara verilmesinden önce uygun bir dezenfeksiyon işlemi yapılması gerekir (Kabasolak, 1998).

Evsel atıksu arıtma tesisi çıkış suları yaygın şekilde klorlama ile dezenfekte edilmektedir. Fakat *Cryptosperidium parvum* ve *Giardia lamblia* gibi protozoa ve *Nematod* gibi helmintlerin klora dayalı dezenfeksiyon işlemlerine dirençli olduğu

ispat edilmiştir. Klorun canlı organizmalar üzerinde çeşitli toksik etkileri arttırdığı da bilinmektedir. Klor, trihalometanlar gibi çeşitli toksik klorlu hidrokarbonlar oluşturacak şekilde evsel atıksuda bulunan organikler ile reaksiyona girebilmektedir. Bu maddeler insan ve hayvanlar üzerinde kanserojen olma riskini taşımaktadır (Liberti ve diğ., 2003).

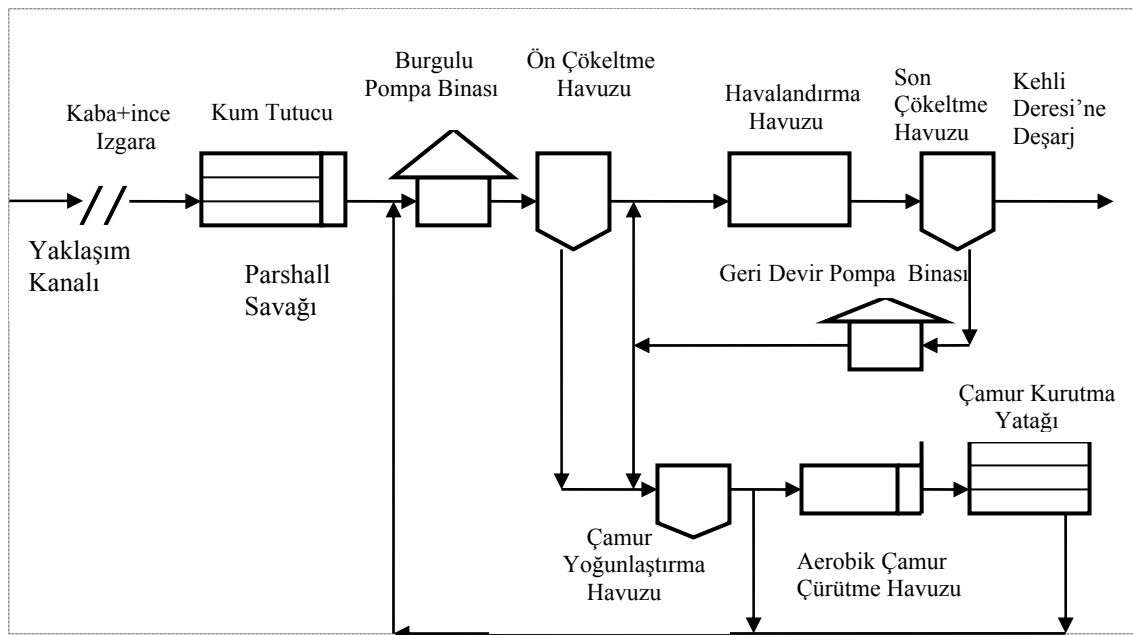
Bu çalışmada, Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi'ne gelen toplam ve fekal koliform miktarının, tesisin mikrobiyal veriminin ve atıksuyun alıcı ortam olan Kehli Deresi'ne deşarj edilmeden önce ve edildikten sonra mevcut olan mikrobiyal kirliliğin belirlenmesi, Kehli Deresi ve Keban Baraj Gölü üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi 2020 yılına göre projelendirilmiş ve 1994 yılı sonunda işletmeye alınmıştır. Tesis ön arıtma, biyolojik arıtma ve çamur giderme ünitelerinden oluşmaktadır. Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi'nin akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.

Giriş yapısındaki sürgülü kapaklar vasıtasıyla atıksu ön arıtma ünitesine

girmektedir. Yüzen ve iri maddeler ızgaralarda tutularak atıksu kum tutucuya gönderilmektedir. Kum tutucuda tutulamayan inorganik ve çökelebilen organik maddeler ön çökeltme havuzunda giderilmektedir. Havuz tabanına çöken çamurlar yoğunlaştırma havuzlarına pompalanmaktadır. Savaklanan sular aktif çamur havalandırma havuzuna alınmaktadır. Havalandırma havuzunu terk eden sular biyolojik yumakların çökmesi için son çökeltme havuzuna alınmaktadır. Son çökeltme havuzlarının çamur haznesinde toplanan çamurların bir kısmı havalandırma havuzlarına geri döndürülmekte, diğer kısmı ise çamur yoğunlaştırma havuzuna gönderilmektedir. Yoğunlaşan çamurlar aerobik çamur çürütme havuzlarına verilmektedir. Çürüten çamurlar çamur kurutma yataklarına basılmakta ve çamurlar açık havada kurumaya terk edilmektedir. Kuruyan çamurlar zaman zaman temizlenerek nihai toplama alanına verilmekte ve zirai alanlarda kullanılmaktadır. Arıtılmış sular deşarj kanalı ile Kehli Deresi'ne deşarj edilmektedir. Kehli Deresi'nin suları deşarjdan 3-4 km sonra Keban Baraj Gölü'ne dökülmektedir. Deşarj öncesi dezenfeksiyon yapılmamaktadır (Tunç, 2003).



Şekil 1. Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi akım şeması.
Figure 1. Flow sheet of Elazığ City Wastewater Treatment Plant .

Atıksu örnekleri Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi'nin giriş ve çıkışı, ön çökeltme havuzu giriş ve çıkışı, Kehli Deresi'nde deşarj öncesi ve sonrasında alınmıştır. Çalışma Mayıs 2002-Şubat 2003 aralığında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada insan sağlığı açısından önemli bir kriter olabilecek toplam koliform (Mayıs 2002-Şubat 2003 arasında), fekal koliform (Aralık 2002-Şubat 2003 arasında), toplam bakteri (Ekim 2002-Şubat 2003 arasında) ve *E.coli* parametreleri ölçülmüştür.

Koliform bakterilerin tespiti En Muhtemel Sayı (EMS) yöntemi ile yapılmıştır. Yöntemin prensibi ardışık 3 dilüsyondan sıvı besiyerlerine ekim yapıp inkübasyon sonunda gelişme olanları pozitif olarak değerlendirmek ve istatistik yöntemlerle elde edilmiş tablolardan yararlanılarak örnekteki sayıyı hesaplamaktır (Halkman ve Ayhan, 1999). Deney tüplerine 9'ar ml steril fizyolojik tuz çözeltisi koyulmuştur. Atıksu örneğinden 1 ml alınıp içinde fizyolojik tuz çözeltisi bulunan birinci deney tüpüne koyulmuştur (10^{-1} dilüsyon). İyice karıştırıldıktan sonra birinci deney tüpünden 1 ml örnek alınıp ikinci tüpe koyulmuştur (10^{-2} dilüsyon). Bu şekilde atıksu örnekleri seyreltilmiştir. Hazırlanan ardışık üç dilüsyondan 1'er ml'lik örnekler alınarak içinde durhem tüpleri ve laktozlu buyyon besiyeri bulunan deney tüplerine beşer paralel halinde ekimleri yapılmıştır. Tüpler toplam koliform için $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de ve fekal koliform için ise $44\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 24-48 saat süreyle inkübe edilmiştir. Belirtilen süre

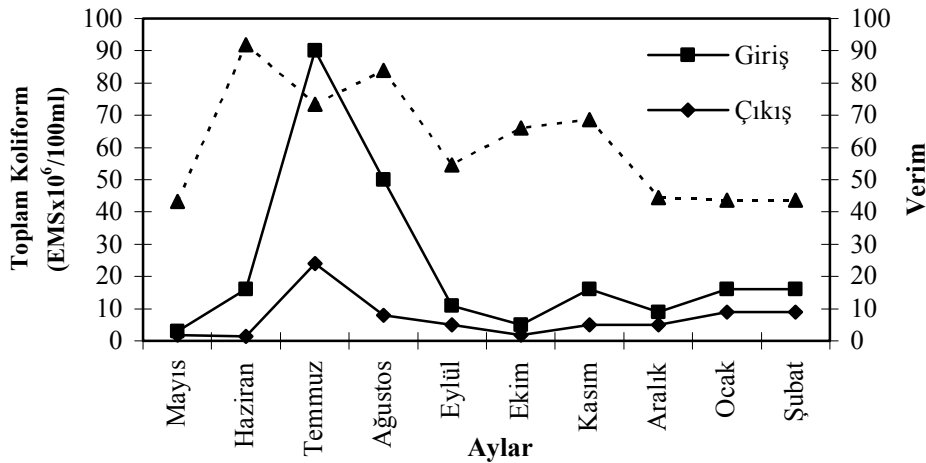
sonunda koliform varlığı asit ve gaz oluşumu görülen örneklerden tespit edilmiştir.

Asit ve gaz oluşumu görülen örneklerden öze ile alınıp petri kutusundaki EMB agar üzerine sürme ekim yapılmıştır. $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 24-48 saat süreyle inkübe edilmiştir. Belirtilen süre sonunda besiyeri üzerinde kırmızı veya yeşil metalik kolonilerin gelişmesi *E.coli* varlığını göstermiştir (Özçelik, 1995).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ön çökeltme havuzunun girişinden alınan atıksu numunesinin 100 ml'sinde bulunan toplam koliform 3×10^6 - 90×10^6 aralığında iken havuzun çıkışında alınan atıksu numunesinin 100 ml'sinde 1.3×10^6 - 24×10^6 aralığına düşmüştür. Şekil 2'de görüldüğü üzere, ön çökeltme havuzunun verimi %43.33 - %91.87 aralığında değişmiştir. En yüksek verimler Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında, en düşük verimler Mayıs, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında elde edilmiştir.

Aralık, Ocak ve Şubat aylarında yapılan analiz sonucunda fekal koliform değeri Aralık ve Şubat aylarında ön çökeltme havuzu girişinde 9×10^6 EMS/100 ml seviyesinde iken çıkışta 5×10^6 EMS/100 ml seviyesine düşmüştür. %44.44'lük bir verim elde edilmiştir, ancak Şubat ayında giderim olmamıştır. Bunun sebebi ön çökeltme havuzlarının üzerinin yüzücü maddelerle kaplı olması ve tabandaki çamurların yükselerek savaklardan çıkış suyuna karışması olabilir.



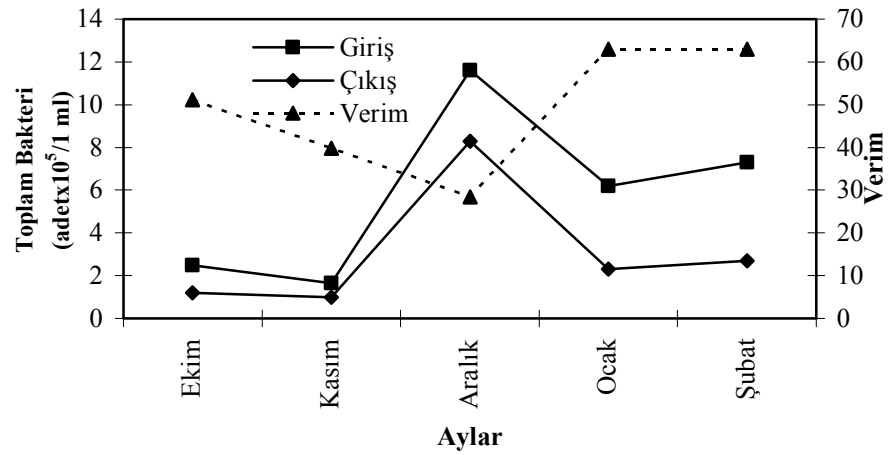
Şekil 2. Ön çökeltme havuzu giriş-çıkışındaki toplam koliform değerleri ve giderim verimleri.
Figure 2. Total coliform values of influent-effluent of primary settling tank and removal efficiencies.

Ön çökeltme havuzu girişinden alınan atıksu numunesinin 1 ml'sinde bulunan toplam bakteri 1.66×10^5 - 11.6×10^5 aralığında iken çıkışta 1×10^5 - 8.3×10^5 aralığına düşmüştür. Şekil 3'de görüldüğü üzere, verim %28.45-%63 aralığında değişmiştir.

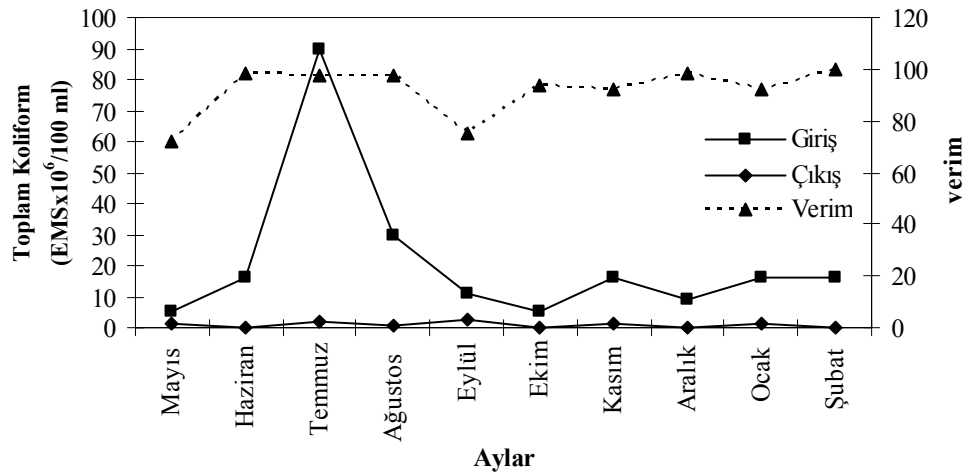
Arıtma tesisinin girişinden alınan atıksu numunesinin 100 ml'sinde bulunan toplam koliform 5×10^6 - 90×10^6 aralığında iken tesis çıkış suyunda 8×10^4 - 27×10^5 aralığına düşmüştür. Şekil 4'de görüldüğü üzere, arıtma tesisinin toplam verimi %72.0-%99.5 aralığında elde edilmiştir. En düşük verim %72 ile Mayıs ve Eylül aylarında görülmüş; diğer aylarda ise %90'nın üzerinde verim elde edilmiştir. Eylül ve Mayıs

aylarında çıkış suyundaki AKM konsantrasyonu diğer aylara göre yüksek (80-81 mg/L) olduğundan düşük verim elde edilmiştir. Şubat ayında AKM (80 mg/l) yüksek olmasına rağmen verim yüksek bulunmuştur. Bu durumun son çökeltme havuzlarındaki atıksuyun soğuk havadan dolayı donması sonucu koliform bakterilerin aktivitelerini kaybetmesinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır.

Aralık, Ocak ve Şubat aylarında yapılan analiz sonucunda fekal koliform tesis girişinde 3×10^6 - 16×10^6 EMS/100 ml iken tesis çıkışında 2×10^4 - 3×10^5 EMS/100 ml seviyesine düşmüş ve %98.13-99.88 aralığında verim elde edilmiştir.



Şekil 3. Ön çökeltme havuzu giriş-çıkışındaki toplam bakteri değerleri ve giderim verimleri.
Figure 3. Total bacteria values of influent-effluent of primary settling tank and removal efficiencies.



Şekil 4. Tesis giriş-çıkışındaki toplam koliform değerleri ve giderim verimleri.
Figure 4. Total coliform values of influent-effluent of treatment plant and removal efficiencies.

Atıksuyun bir ml'sinde tesis girişinde toplam bakteri 1.66×10^5 - 10.1×10^5 aralığında iken tesis çıkışında 1.1×10^4 - 5.6×10^4 aralığına düşmüştür. Şekil 5'te görüldüğü üzere, %85.26 ile %98.55 aralığında verim elde edilmiştir.

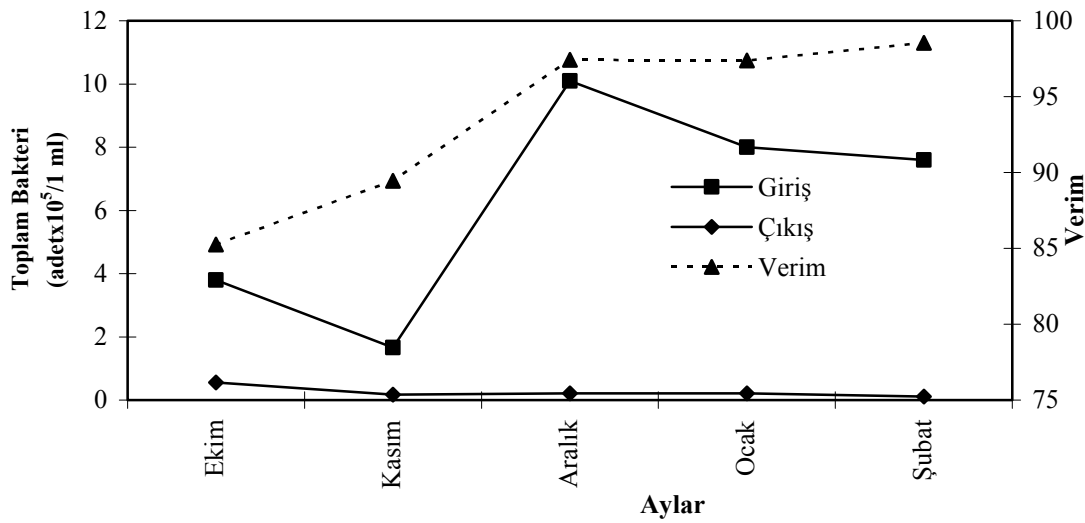
Mikrobiyolojik kalite değerlerinin ve arıtma tesisindeki giderim veriminin aylara göre değişiminin farklı olduğu görülmektedir. Atıksu arıtma tesislerindeki patojen ve indikatör mikroorganizmaların değerleri tesise gelen atıksuyun bileşimine bağlı olarak farklılık göstermekte ve giderim verimi arıtma tesisi tipi, bekletme süresi, aktif çamurda bulunan diğer biyolojik flora, O₂ konsantrasyonu, pH, sıcaklık ve giderilen askıda katı madde verimine göre değişmektedir.

Patojen organizmaların arıtımında giderilen miktardan ziyade giderilmeyen miktar daha önem taşımaktadır. Örneğin %98.13-99.88 değerindeki fekal koliform giderimi sonucunda giderilmeyen miktar %0.12-1.87'dir. Bu değerler, fekal koliformların arıtma ünitesine giriş konsantrasyonu (3×10^6 - 16×10^6 EMS/100 ml) yüksek olduğu için önemli değerler haline gelmektedir. Yani %98.13-99.88 aralığında bir arıtma verimi sonucunda dahi arıtma tesisi çıkış suyu 2×10^4 ile 30×10^4 EMS/100 ml fekal koliform içermekte olup bu önemli bir sayıdır.

Kehli Deresi deşarj öncesi kısımda alınan su numunesinin 100 ml'sinde toplam koliformun 1.4×10^4 - 4×10^5 , fekal koliformun 1.3×10^3 - 7×10^4 ve su numunesinin 1 ml'sinde toplam bakterinin 3.5×10^2 - 8.1×10^3 aralığında olduğu saptanmıştır.

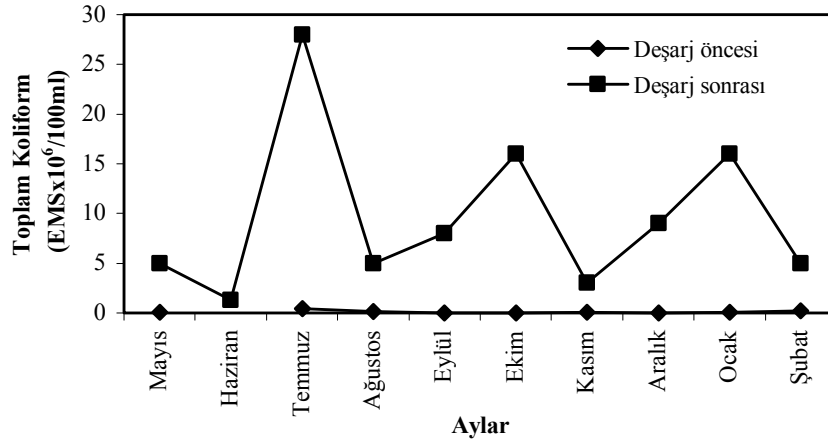
Kehli Deresi'ne deşarj noktasından yaklaşık 10 m sonra numuneler alınmıştır. Dere suyu ile arıtma tesisinden çıkan atıksu tam olarak karışmıştır. Yaz aylarında dere debisinin atıksu debisinden çok küçük olduğu gözlenmiştir. Arıtma tesisi çıkış suyu deşarj edildikten sonraki kısımda alınan numunedeki toplam koliform 1.3×10^6 - 28×10^6 , fekal koliform 1.3×10^6 - 9×10^6 ve toplam bakteri 8.70×10^5 - 1.14×10^6 seviyesine yükselmiştir (Şekil 6 ve 7).

Atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun toplam koliform sayısı 8×10^4 - 27×10^5 EMS/100 ml iken atıksu Kehli Deresi'ne deşarj edildikten sonra mansap kısmından alınan örneklerdeki toplam koliform sayısının (1.3×10^6 - 28×10^6 EMS/100 ml) tesis girişindeki (5×10^6 - 90×10^6 EMS/100 ml) değerlere yakın olduğu görülmüştür (Şekil 8). Çalışmanın yapıldığı dönemde gelen atıksuyun bir kısmı tesise alınıp diğer kısmı ise by-pass edilerek Kehli Deresi'ne deşarj edilmiştir. Deşarj noktasından sonraki kısımda değerlerin yüksek olması bu sebeptendir. Alınan bütün örneklerde *E.coli* olduğu saptanmıştır.

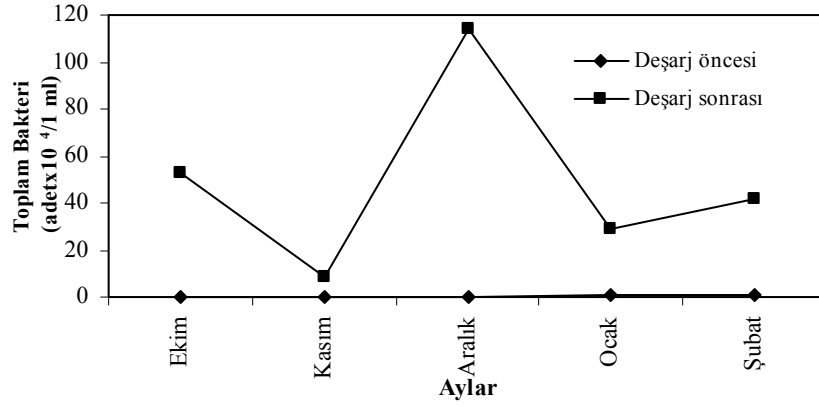


Şekil 5. Tesis giriş-çıkışındaki toplam bakteri değerleri ve giderim verimleri.

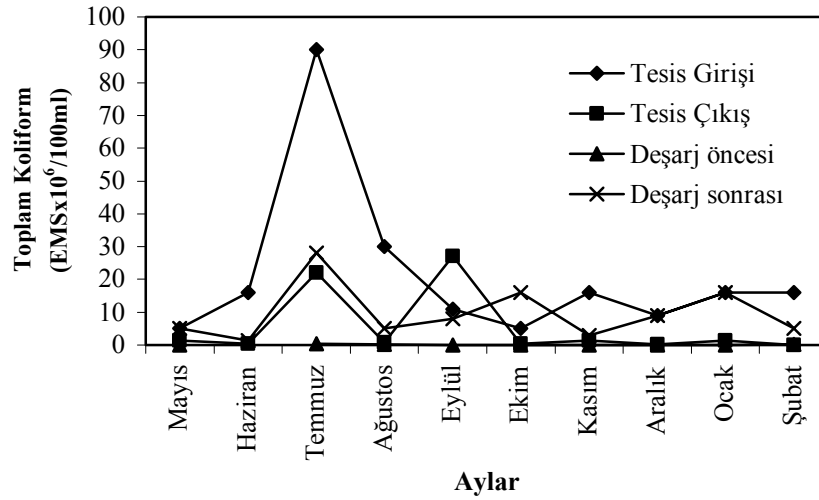
Figure 5. Total bacteria values of influent-effluent of treatment plant and removal efficiencies.



Şekil 6. Kehli Deresi deşarj öncesi ve sonrası toplam koliform değerleri.
Figure 6. Total coliform values before and after discharge into Kehli Stream.



Şekil 7. Kehli Deresi deşarj öncesi ve sonrası toplam bakteri değerleri.
Figure 7. Total bacteria values before and after discharge into Kehli Stream.



Şekil 8. Tesis giriş-çıkışı ve Kehli Deresi'ne deşarj öncesi -sonrası toplam koliform değerleri.
Figure 8. Total coliform values before discharge and after discharge into Kehli Stream and total coliform values of influent-effluent of treatment plant.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ön çökeltme havuzunda toplam koliform açısından %43.33-91.87 ve fekal koliform açısından %44.44 giderim sağlanmıştır. Tesisin toplam verimi toplam koliform açısından %72.0-99.5 ve fekal koliform açısından %98.13-99.88 olarak tespit edilmiştir. Giderim verimleri yüksek olmasına rağmen tesis çıkış suyundaki fekal koliformların (2×10^4 ile 3×10^5 EMS/100 ml) miktarları alıcı ortam için önem taşımaktadır.

Mikroorganizmaların tatlı sulardaki yaşam süreleri uzundur. Deşarjdan sonra patojenler uzun mesafeler kat ederek deşarjdan sonra uzak noktalara ulaşabilirler. Göllere ve akarsulara deşarj edilen patojenler balıkların ve diğer su ürünlerinin kirlenmesine neden olurlar.

Atıksu deşarjından önce Kehli Deresi'nin suyu, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004)'deki kıta içi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre bakteriyolojik parametreler bakımından II.-IV. sınıf sular arasında bulunmuştur. Atıksuyun ve tesis çıkış suyunun deşarj noktasından sonraki analiz sonuçlarına göre Kehli Deresi'nin suyu IV. kalite sınıfına girdiği ve çok kirlenmiş su grubunda olduğu tespit edilmiştir.

Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi çıkış sularında oldukça yüksek olan mikrobiyal kirlilik, Kehli Deresi vasıtasıyla Keban Baraj Gölü'nün Uluova bölgesine verilmektedir. Bu bölge gölün en durgun bölgesidir. Keban Baraj Gölü nihai atıksu deşarj yeridir. Keban Baraj Gölü'nde göl ve baraj haznelerindeki toplam koliform sayısının sınır değerini (1000 EMS/100 ml) sağlamak ve patojen organizmaların canlılara zararını önlemek amacıyla atıksu arıtma tesisine acilen bir dezenfeksiyon biriminin ilave edilmesi gerekmektedir. Balıkçılığın önemli bir gelişme gösterdiği Keban Baraj Gölü'nün korunması için bu aynı zamanda bir zorunluluktur. Gelecekte bu baraj suyunun arıtılarak içme amaçlı kullanılabilmesi de

dikkate alınmalıdır. Atıksuyun tamamı arıtılmalı, by-pass yapılmamalıdır. Arıtılmamış atıksu Kehli Deresi'ne deşarj edilmemelidir.

Bakteriyolojik analiz sonuçlarına göre toplam koliform sayısında girişe göre azalma olmasına rağmen çok yüksek sayıda bakterinin Kehli Deresi'ne deşarj edildiği görülmektedir. Ülkemizde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004)'nde evsel atıksuların alıcı ortama deşarj kriterleri BOİ₅, KOİ, AKM ve pH parametreleri ile sınırlandırılmış olup mikrobiyal kalite parametreleri bulunmamakta, ancak alıcı ortamın kendisi için mikrobiyolojik sınırlar bulunmaktadır.

Yüksek miktarda koliform içeren tesis çıkış suları tarımsal amaçlı (domates, biber, patlıcan, vb.) sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Arıtılmış atıksuların tarımda kullanılabilmesi için kimyasal kalite kriterleri (çözünmüş tuzlar, sodyum adsorpsiyon oranı ve toksik iyonlar vb.) yanında mikrobiyolojik kalite kriterlerinin de incelenmesi gereklidir.

Klorla dezenfeksiyondan sonra koliform ve *E.coli* bakterilerinin tekrar ürettiği gözlenmiştir. Patojen bakteriler de aynı şekilde tekrar üreyebilmektedir. Klor alıcı ortamın ekolojisini olumsuz yönde etkilemekte ve doğal oksidasyonunu engellemektedir. Klorlama sonucu klorlu organik bileşikler ortaya çıkmaktadır. Bu bileşikler biyo-parçalanmaya karşı dirençlidir ve diğer akuatik hayata toksik etkiye bulunabilir. Dezenfeksiyon sistemi seçilirken yapılırken bu tür durumlar da göz önünde bulundurulmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi İşletme Parametrelerinin Değerlendirilmesi adı altında 621 nolu proje olarak FÜBAP tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alkan, U., Taşdemir, Y., Karaer, F. ve Teksoy, A., 1998, Evsel atıksuların mikrobiyolojik kompozisyonu ve halk sağlığına etkileri, I. Atıksu Sempozyumu, 22-24 Haziran, 22-28, Kayseri.
- George, I., Crop, P. and Servais, P., 2002, Fecal koliform removal in wastewater treatment plants studied by plate counts and enzymatic methods, *Water Res.*, **36**, 2607-2617.
- Halkman, A.,K. ve Ayhan, K., 1999, Mikroorganizma sayımı, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Ankara.
- Kabasolak, H.B., 1998, Atıksu-atıksu arıtımı ve alıcı ortamlara etkileri, I. Atıksu Sempozyumu, 22-24 Haziran, 299-303, Kayseri.
- Karaer, F., Aklan, U. ve Taşdemir, Y., 1998, Su kaynakları açısından atıksuların tarımda yeniden kullanımının değerlendirilmesi, I. Atıksu Sempozyumu, 22-24 Haziran, 176-182, Kayseri.
- Koivunen, J., Siitonen, A., and Heinonen-Tanski, 2003, Elimination of enteric bacteria in biological-chemical wastewater treatment and tertiary filtration units, *Water Res.*, **37**, 690-698.
- Liberti, L., Notarnicola, M. ve Petruzzelli, D., 2003, Advanced treatment for municipal wastewater reuse in agriculture, UV disinfection: Parasite removal and by-product formation, *Desatination*, **152**, 1-3, 315-324.
- Metcalfe and Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*, 4. Edition, Mc Graw-Hill, New York, 2003.
- Öz, N, İleri, R., Şengörür, B. ve Başar, K., 1998, Evsel atıksu arıtma tesislerinde mikrobiyolojik giderim verimi üzerine bir araştırma, I. Atıksu Sempozyumu, 22-24 Haziran, 384-390, Kayseri.
- Özçelik, S., 1995, Genel Mikrobiyoloji Uygulama Kılavuzu, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fak., Yayın No:2, Isparta.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004, T.C. Çevre Bakanlığı, 25687 Sayılı Resmi Gazete.
- Tunç, M.S., 2003, Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi İşletme Parametrelerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 95s.
- Türkiye'nin Çevre Sorunları, 1999, Türkiye Çevre Vakfı, Ankara.
- Webster, L.F., Thompson, B.C., Fulton, M.H., Chestnut, D.E., Von Dolah, R.F., Leight, A.K. and Scott, G.I., 2004, Identification of sources of *Escherichia Coli* in South Carolina estuaries using antibiotic resistance analysis, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **298**, 2, 179-195.

