

ELAZIĞ BELEDİYESİ ATIKSU ARITMA TESİSİ GİRİŞ VE ÇIKIŞ SULARININ HELMİTOLOJİK RİSKİNİN ARAŞTIRILMASI

Erdal ÖBEK*

Yusuf YAKUPOĞULLARI**

Mustafa TEPE***

Zülal (AŞÇI) TORAMAN**

Özet: Atık su arıtımının hedeflerinden biri de mikrobiyal patojenlerin çevre ve halk sağlığına zarar vermeden uzaklaştırılmasıdır. Bu çalışmada, Elazığ Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisi giriş ve çıkış sularında çevre ve halk sağlığını tehdit eden helmint yumurtalarının bir yıllık süre ile aylık olarak incelenmesi ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İnceleme örneklerinde bir tür Trematod (*Dicrocoelium spp.*), bir tür Cestod (*Taenia spp.*) ve üç tür Nematod'a (*Trichuris spp.*, *Toxocara spp.* ve *Ascaris spp.*) ait yumurta saptanmıştır. Helmint yumurtalarının özellikle yaz aylarda giriş sularında daha fazla bulunduğu izlenmiştir. Tesis çıkış sularında helmint yumurtalarının azaldığı görülmüşse de, atılan helmint yumurta düzeyinin olması gereken standartlardan fazla olduğu saptanmıştır. Tesisinin, helmint yumurtalarını etkin olarak elimine edebilecek dezenfeksiyon sistemlerine ihtiyacı olduğu düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Atık Su Arıtımı, Helmint Yumurtaları, Çıkış Suyu, Giriş Suyu.

Investigation of the Helminthological Risk in Inffluent and Effluent of Elazığ Municipal Wastewater Treatment Plant

Abstract: One of the major goals of the wastewater treatment is elimination of the microbial pathogens before they become harmful for the environmental and public health. This study was done to monthly determine the parasite helminth egg types and concentrations for one year period, those threat the environment and public health in influents and effluents of the treatment sludge of Elazığ City Municipal Wastewater Treatment Plant. Eggs from one genus trematod (*Dicrocoelium spp.*), from one genus cestod (*Taenia spp.*) and from three genus nematode (*Trichuris spp.*, *Toxocara spp.* and *Ascaris spp.*) were determined in the investigated samples. An elevation of the eggs was observed in the influents particularly in the summer season. Although, there was a decrease in the effluents, the excreted level of the helminth eggs was suggested as higher than it must be. The plant was thought to require disinfection systems which effectively eliminate the helminth eggs.

Key Words: Wastewater Treatment, Helminth Eggs, Effluent, Influent.

1. GİRİŞ

Tarımsal amaçlar için atık suyun günümüzdeki geri kazanımı çoğu otoritelerce olumlu karşılanmaktadır (Madera ve diğ., 2002; Düring ve Gäth, 2002). Özellikle arıtılmış atıksular dünyanın birçok bölgesinde farklı amaçlar için tekrar kullanılmaktadır. Arıtılmış atıksuyun en geniş kullanım alanını tarımsal amaçlı (sulama suyu olarak) kullanım teşkil etmektedir. Japonya'da bu amaçla % 41, Birleşik Devletler'in Kaliforniya eyaletinde ise %60 oranında arıtılmış atık su kullanılmaktadır Arıtılan atık suların tarımsal alanların dışındaki kullanım alanları ise yeraltı suyu geri beslemesi, su ürünleri üretimi, park ve golf alanlarının sulanması, yaban hayatını koruma ve doğal park alanları ile eğlence tesislerindeki kullanımı sayılabilir. Diğer bilinen kullanım alanlarının içine tuvaletlerdeki sifon sistemlerinde, endüstriyel proseslerde, kar kaldırma işlemlerinde ve büyük binaların ısıtma sistemlerindeki kullanımı görülmektedir (Asano ve diğ., 1996).

Arıtılmış atık suyun tarımsal alanlardaki kullanımı ülkeler arasında çeşitli farklılıklar gösterebilmektedir. Bu farklılıkların nedenlerini geri çevrilmiş atık suyun kullanımı için müsaade edilen oran, arıtma

* Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ.

** Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Elazığ.

*** Elazığ Belediyesi, Elazığ.

seviyesine göre kullanım önceliği, kapsamı, sulanacak alanların tipleri gibi kontrol yönetmelikleri oluşturmaktadır. Farklılıklar ülkelerdeki mevcut suların özellikleri, ülkenin sosyal ve yapısal özellikleri ve suyun kullanıma elverişli olma durumuna göre de değişmektedir (Toze, 1997).

Arıtılmış atık suyun tarımsal amaçlı kullanımının birçok faydaları olduğu gibi içeriğindeki mikrobiyal patojenik/parazit organizmaların bir takım problemlere yol açma riski bulunmaktadır (Toze, 1997). Parazit topluluklarından özellikle helmintler (trematod, cestod, nematod) insanlarda ve hayvanlarda önemli hastalıklar oluşturmaktadır (Cantoray, 1984). Atık suyun araziye uygulanmasından sonra tarımsal topraklarda ve gıdalarda parazitlerin var olduğu gösterilmiştir (Lasorbas ve diğ., 1999).

Yumurtalarının su ortamındaki hayatta kalma sürelerinin yüksek olması nedeniyle, helmintler bir çok bakteriden daha düşük seviyelerde bulaşmaya neden olurlar (Ayses ve diğ., 1992; Siebe ve Cifuentes, 1993; Stott ve diğ., 1994). Bu nedenle çevre ve halkın maruz kalabileceği riskleri en aza indirmek amacıyla parazit kirleticilerin en dayanıklı formu olan helmint yumurtalarının atık su arıtma prosesleri ile azaltılması ve giderilmesi veya öldürülmeleri oldukça önemli bir konudur (Yeager ve O'Brien, 1983). Damlatmalı filtreler ve aktif çamur sistemleri gibi biyolojik atıksu arıtma prosesleri atıksulardaki patojenlerin sayılarını azaltabilir (USEPA, 1992; Lucero-Ramirez, 2000).

Kirletilmiş ve/veya arıtılmamış sulardaki mikrobiyal patojenler dünya genelinde çevre ve toplum sağlığına karşı ciddi tehlikeler arz eder. Su ve atık su arıtım teknolojilerinde ilerlemeler olmasına rağmen, suyla taşınan patojenler her yıl yaklaşık 250 milyon kişiye bulaşır ve bunun 10-20 milyonu ölümle sonuçlanır ki bu enfeksiyonların pek çoğu sağlıkla ilgili düzenlemeleri yetersiz, eğitim ve sosyo-ekonomik koşulları düşük ülkelerde ortaya çıkar (Craun, 1988; Shuval ve diğ., 1991; Anon, 1996; Toze, 1999).

Sağlıkla ilgili düzenlemeler ürünlerin sulanması ve gübrenmesi için kullanılan kanalizasyon suyunun parazitolojik kontrolünün gerekli olduğunu ortaya koymaktadır (WHO, 1989; Kresiel, 1991; El Hamouri ve diğ., 1994; Malicki, 2001). Arıtma prosesiyle ilgili değerlendirme yapılabilmesi için parazit yumurtalarının tipi ve sayısının saptanması gerekir (USEPA, 1992; Lucero-Ramirez, 2000).

Bu nedenlerle, bu çalışmada Elazığ Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisi Giriş ve Çıkış Sularındaki parazit (helmint) yumurta tiplerinin yıl içinde aylara göre yoğunluk düzeylerini belirlemek ve de bu yumurtaların ekolojik döngüde çevre ve halk sağlığına zararlı olup olmayacağını belirlemek amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma Alanı ve Tesisin Tanıtımı

Bölgenin önemli su kaynaklarından birisi olan Keban baraj gölü su havzasının kirlenmesini önlemek amacıyla 1994 yılında iller bankası finansmanı ile bitirilerek işletmeye alınan Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Elazığ-Bingöl yolu 17. km.dedir. Atıksu Arıtma Tesisi 2020 yılı kapasitesine göre projelendirilmiş olup 2000 yılı kapasitesini karşılayabilecek kısmının inşaat, mekanik ve elektrik kısımları tamamlanmıştır. Arıtma tesisinin 1.kademesi 300011 eşdeğer nüfusa ve 820 l/s atıksu debisine, ikinci kademe ise 549956 eşdeğer nüfusa ve 1671 l/s atıksu debisine göre projelendirilmiştir. Ön arıtma, Biyolojik arıtma, Çamur giderme ünitelerinden oluşur.

2.1.1. Ön arıtma

Elazığ kanalizasyon şebekesinden toplanan atık sular 1200 mm kolektörden tesis giriş yapısına alınmaktadır. Giriş yapısındaki sürgülü kapaklar vasıtasıyla atıksu yönlendirilerek ön arıtma ünitesine girer. Ön arıtma ünitesinde bulunan ince ızgarada; suda yüzen maddeler ve iri taneler tutularak kum tutucuya gönderilir.

Dağıtım yapısında debi dengelenerek iki eşit kola ayrılır. Sular buradan cazibeyle 2 adet dairesel ön çökeltme havuzuna alınır. Kum tutucuda tutulamayan inorganik ve çökebilen organik maddeler burada çökerek sudan ayrılır. Havuz tabanına çöken çamurlar, hareketli köprüye monte edilmiş sıyrıcılar vasıtasıyla çamur haznelere toplanır. Çelik üçgen savaklardan savaklanan sular, savak kanalı ile toplanarak cazibe ile biyolojik arıtmanın gerçekleşeceği havalandırma havuzlarına alınır.

2.1.2. Biyolojik arıtma

Havalandırma havuzlarında organik maddelerin parçalanması ve mikroorganizmaların çoğalması için gerekli oksijen, köprülere monte edilmiş yüzeysel havalandırıcılarla temin edilir. Sular mikroorganizma yumaklarını da içine alarak dört adet son çökeltme havuzuna gelir. Burada mikroorganizma yumakları

biyolojik olarak dibe çöker. Köprüye monte edilmiş sıyrıcılar vasıtasıyla çamurlar, çamur toplama haznelarına alınır. Arıtılmış sular savaklanarak toplanır. Deşarj kanalı ile Kehli deresine deşarj edilir. Bu dere vasıtasıyla 3-4 km mesafedeki Keban Baraj Gölü su havzasına taşınır.

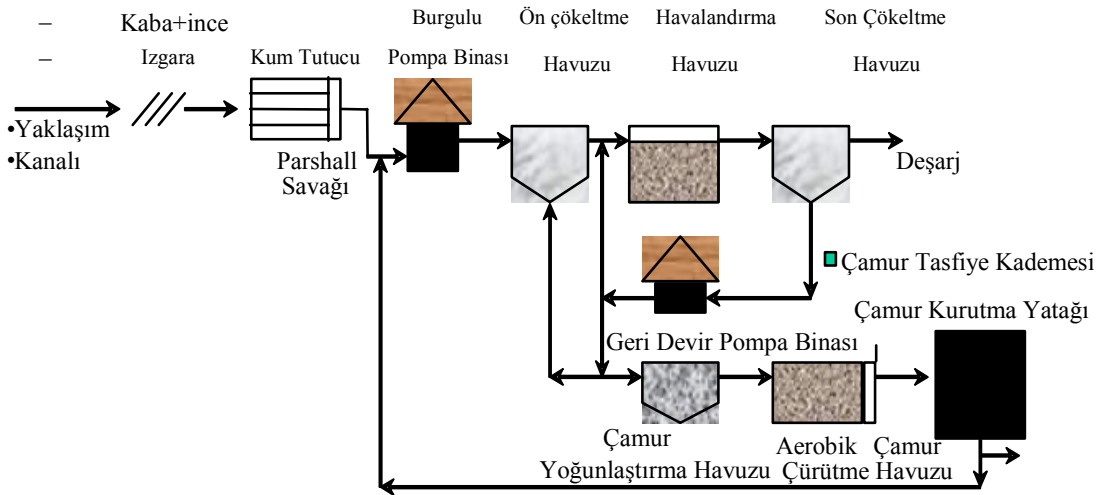
2.1.3. Çamur giderme

Ön çökeltme havuzunda çamur haznesine toplanan çamurlar, teleskopik vana yardımı ile buradaki pompa istasyonu haznesine gelir. Çamurlar üç adet pompa yardımı ile çamur yoğunlaştırma havuzuna basılır. Son çökeltme havuzlarının çamur haznesinde toplanan çamurlarda yine teleskopik vana yardımı ile 2 adet pompa istasyonları haznesine gelir. Buradaki iki adet burgulu pompa yardımı ile çamurlar, geri devir yaptırılarak bir kısmı havalandırma havuzlarına bir kısmı da yoğunlaştırma havuzlarına basılır. Böylece havalandırma havuzlarında mikroorganizma sabit tutularak arıtma veriminin üst düzeyde gerçekleşmesi sağlanır.

Geridevir pompa istasyonu haznesindeki fazla çamurlar ise iki adet çamur yoğunlaştırma havuzuna basılmaktadır. Buradaki karıştırıcılarla çamur içindeki su alınır ve çamur yoğun hale gelir. Böylece çamur konsantrasyonu artırılmış olur. Çamurlar dibe çökerek sıyrıcı ile huniye toplanır. Buradaki pompa istasyonu yardımı ile çamurlar çamur çürütme havuzuna basılır.

Yoğunlaştırma havuzunda seyreltilmiş sular savaktan alınarak cazibeyle giriş pompa istasyonu haznesine gelir. Çamur çürütme havuzunda ki 6 adet yüzey havalandırıcı ile oksijen verilerek çamurlar biyolojik stabilizasyona tabi tutulurlar. Çürüyen çamurlar savaklanarak rögara alınır. Buradaki pompa istasyonu yardımı ile çamurlar rögardan çekilerek çamur kurutma yataklarına basılır ve çamurlar açık havada kurumaya terk edilir. Kuruyan çamurlarda zaman zaman temizlenerek nihai toplama alanına uzaklaştırılır veya zirai analiz sonuçları uygun ise tarım alanlarında kullanılır. Çamur kurutma yataklarında çakıl- kum filtrelerden geçen çamurlu sular süzülerek kanallar vasıtasıyla giriş pompa istasyonu haznesine geri gönderilir.

Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyu kehli deresi vasıtasıyla 4 km uzaklıktaki Keban Baraj Gölü'nün Uluova bölgesine verilmektedir. Dere ve baraj gölü suyu tarımsal amaçlarda kullanılmaktadır. Arıtma Tesisi akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1:
Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması

İncelenen örneklerin alındığı tarihlerde Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi giriş ve çıkış sularında aylık olarak ölçülen bazı parametreler tesis işletme biriminden alınmış olup Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1.
Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş- Çıkış Suyu Parametre Değerleri

TARİH	Atıksu Arıtma Tesisi Giriş					Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış				
	°C	pH	A K M (mg/l)	K O İ (mg/l)	B O İ ₅ (mg/l)	°C	pH	A K M (mg/l)	K O İ (mg/l)	B O İ ₅ (mg/l)
HAZİRAN 2004	17.53	9.12	220	174	145	18.65	8.48	40	65	46
TEMMUZ 2004	19.07	9.21	176	195	178	20.23	8.15	32	49	55
AĞUSTOS 2004	21.28	9.86	195	175	156	22.03	8.46	36	82	46
EYLÜL 2004	19.35	8.86	230	165	150	20.10	7.89	42	55	40
EKİM 2004	16.46	8.74	186	193	144	17.01	8.00	33	78	48
KASIM 2004	14.24	9.60	166	140	135	14.02	8.84	31	45	50
ARALIK 2004	11.42	9.32	160	154	157	10.23	8.17	30	31	33
OCAK 2005	10.89	8.73	185	187	180	9.75	7.80	34	56	43
ŞUBAT 2005	11.02	9.56	206	139	110	9.35	8.22	36	55	36
MART 2005	13.36	8.91	210	191	169	13.02	8.02	38	69	47
NİSAN 2005	15.45	9.30	180	163	149	16.59	8.32	30	68	41
MAYIS 2005	16.86	8.92	165	210	120	17.61	7.86	26	80	28

2.2. Materyal

Araştırma materyali olarak incelenen Elazığ Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisi'nin giriş ve çıkış suları 2004 yılı Haziran–2005 Mayıs ayları arasında her ay 2-3 gün aralıklı olmak üzere toplam 10 kez kompozit numune alınmıştır. Söz konusu tarihler arasında arıtma tesisi giriş ve çıkış su örnekleri alındığı günün her saatinde bir defa ve her defasında da 100 ml alınıp 24 saatlik kompozit numune hazırlanmış ve üç kez analizleri yapılmıştır.

2.3. Metod

Atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış su numunelerinden ayrı ayrı 10 ml'lik örnekler alınıp 3000 devir/dakika'da steril cam tüp içinde santrifüjlendi. Santrifüj sonrası üste kalan berrak sıvı döküldü ve geri kalan 2 mililitre su ile dipteki tortu karıştırılarak süspansiyon edildi. Böylece elde edilen son sıvı mikroskopik muayene için hazır duruma geldi. Bu şekilde toplanan su numuneleri atık materyal bakımından yaklaşık 50 kat yoğunlaştırılmış oldu (Jawetz ve diğ., 1989). Elde edilen sıvıdan yaklaşık 2 mililitre kadar alınarak mikroskop lamı üzerine bırakıldı ve üzerine de lamel kapatıldı. Parazitolojik mikroskopi esaslarına göre ışık ve mikroskop düzeni ayarlandı. İlk önce örnek 10x objektif ile daha sonra 20x ve 40x büyütme güçlü objektifler ile tarandı. Örnekler 2 ml hacimde ve 50 kat yoğunlukta olduğundan 100 ml hacimdeki yumurta sayısı olarak belirlendi. Bazı örneklerde parazitolojik lügol boyası eklenerek saptanan parazitolojik yapılar için daha etkin bir tanımlama süreci uygulandı. Yapılan işlemler sonucunda mikroskopik muayenede saptanan parazitolojik yapılar morfoloji, büyüklük ve boyanma karakterlerine göre tanımlandı (Chiodini ve Manser, 2001).

3. BULGULAR

12 aylık çalışma periyodu süresince 120 kompozit giriş ve çıkış suyu örneği incelenmiştir. Arıtma tesisi giriş ve çıkış suyundan alınan numunelerde yapılan incelemelerde beş türe ait parazit (helmint) yumurtası saptanmıştır (Tablo 2).

Saptanan helmint yumurtalarının *Dicrocoelium spp.*, *Taenia spp.*, *Trichuris spp.*, *Toxocara spp.* ve *Ascaris spp.* türlerine ait olduğu belirlenmiştir. *Ascaris* türünün ortalaması yaz aylarında (haziran, temmuz ve ağustos) giriş sularında sırasıyla 160, 88 ve 20 adet /100 ml iken çıkış sularında 63, 19 ve 0 adet /100 ml; kış aylarında (aralık, ocak ve şubat) ise girişte 38, 62 ve 68 adet /100 ml ve çıkış sularında 24, 45 ve 50 adet/100 ml-su olmuştur. Diğer taraftan *Toxocara* türüne ait yumurtaların yaz aylarında giriş ve çıkış sularındaki ortalaması sırasıyla 0 adet /100 ml iken; kış aylarından sadece Şubat'ta giriş ve çıkış sularındaki ortalaması sırasıyla 43 ve 21 adet/100 ml-su olmuştur.

4. TARTIŞMA

Arıtılmış sulardaki helmint kontrolü; kaynak sularının kirlenmesi, toprak ve tarım ürünlerinin bu patojenlerle kontamine edilmesi ve çevre ve halk sağlığı açısından önemli bir konudur. Bu nedenle arıtma tesisleriyle ilgili değerlendirmelerin yapılabilmesi için de çıkış sularında parazit yumurtalarının tipi ve sayısının saptanması gerekir.

Çalışma periyodu süresince yapılan ve yukarıda verilen Tablo 2 incelendiğinde analizi yapılan giriş suyu örneklerinde bulunan helmint yumurta tipi ve sayılarının aylık olarak değiştiği ve bunların çıkış suyu örneklerinde de göreceli olarak azaldığı saptanmıştır. Ancak yinede, çıkış suyunun yüksek miktarda helmint yumurtalarıyla bulaşık olduğu saptanmıştır. Bu durum ekosistemdeki döngü esas alındığında canlı sağlığı açısından endişe vericidir. Öyle ki arıtılmış ve arıtılmamış atıksuyla tarımsal sulama litrede bir helmint yumurtası ile sınırlandırılmıştır (Sopper, 1989; Hespanhol ve Prost, 1994). Bu zorunluluğun helmint yumurtalarının çevresel şartlarda yüksek oranda hayatta kalmasıyla ilgili olduğu ileri sürülmektedir (Gaspard ve diğ., 1997; Gaspard ve Schwartzbrod, 2003). Çıkış suyu çalışma örneklerimizdeki parazit helmint yumurta sayısı tarımsal sulamada bir helmint yumurtası/L parazit yumurta sayısı ile karşılaştırıldığında örneklerimizdeki sayının oldukça yüksek oranda olduğu görülmüştür. Çıkış sularının Kehli deresi aracılığı ile Keban baraj gölü havzasına verilmesi ve bu suların da yöre çiftçileri tarafından özellikle tarımsal amaçlı kullanımı oldukça düşündürücüdür. Lasobras ve diğ. (1999)'i yapmış oldukları çalışmada atık suyun araziye uygulanmasından sonra tarımsal topraklarda ve gıdalarda parazitlerin var olduğunu göstermişlerdir.

Tablo 2.

Arıtma tesisine giren ve çıkan suların 100 ml'sinde bulunan parazit (helmint) yumurta düzeyleri

Aylar		<i>Trichuris</i>	<i>Ascaris</i>	<i>Toxocara</i>	<i>Taenia</i>	<i>Dicrocoelium</i>
Haziran	Giriş	42±6	160±40	-	30±6	-
	Çıkış	35±5	63±29	-	20±8	-
Temmuz	Giriş	88±12	88±8	-	67±13	-
	Çıkış	57±11	19±7	-	27±7	-
Ağustos	Giriş	20±5	20±4	-	73±7	18±2
	Çıkış	-	-	-	67±13	-
Eylül	Giriş	50±4	64±6	-	84±4	-
	Çıkış	-	14±4	-	40±10	-
Ekim	Giriş	-	13±5	-	88±8	28±12
	Çıkış	-	-	-	62±8	-
Kasım	Giriş	-	85±5	-	56±8	-
	Çıkış	-	23±7	-	19±7	-
Aralık	Giriş	-	38±8	-	65±5	-
	Çıkış	-	24±12	-	26±10	-
Ocak	Giriş	-	62±38	-	101±10	77±3
	Çıkış	-	45±9	-	62±8	-
Şubat	Giriş	-	68±8	43±23	48±2	-
	Çıkış	-	50±20	21±5	26±10	-
Mart	Giriş	-	58±8	-	99±11	70±10
	Çıkış	-	33±5	-	52±28	-
Nisan	Giriş	-	64±14	58±18	102±6	-
	Çıkış	-	30±6	30±6	30±10	-
Mayıs	Giriş	-	58±22	-	130±10	-
	Çıkış	-	31±3	-	80±30	-

Araştırmamızda saptanan helmint yumurtaları ve oluşturdukları sağlık riskleri şu şekildedir: Cestodlar, insan vücudunda bazı türlerinin erişkinleri ince bağırsaklarda, larvaları ise iç organlarda ve dokularda parazit olarak yaşamakta ve çok çeşitli hastalıklara yol açabilmektedir. Tespit edilen cestod türü, *Taenia saginata*'dır. Parazitin çiftlik hayvanlarına bulaşması; hayvanın, helmint yumurtaları ile kirlenmiş otları yemesi veya suları içmesi ile olmaktadır. Bu durum hayvanların etlerini yiyen insanlara parazitin bulaşmasına neden olabileceği gibi hayvan sağlığını ve hayvan ürünlerinin kalitesini de bozduğu için önemli maddi kayıplara yol açabilmektedir. Trematodlar, insan bağırsaklarında, safra yollarında, karaciğerde, akciğerde ve kan damarlarında parazit olarak yaşayabilir ve bu sırada hastalıklara sebep olurlar. Tespit edilen trematod türü *Dicrocoelium spp.*'dir. Nematodlar, erişkin ve larva şekilleri insanda parazit olarak yaşayabilmekte ve böylece çeşitli parazitozlara sebep olmaktadır. Nematodlar, insan vücuduna sindirim yoluyla veya deriden bulaşır. Erişkin şekilleri olgunlaşabilmek için kan damarlarından, dokulardan ve bazen akciğerden geçen bir yol izlerler ve böylece çeşitli organlarda tahribata yol açarlar. Kirlenmiş sebze ve meyveler aracılığıyla vücuda alınırlar ve mide ve bağırsak sistemine yerleşirler. Vantuzları ile bağırsaklara tutunarak burada kişinin besin emilimini bozarlar. Özellikle toplu yaşam alanları olan kreşlerde, okullarda veya yurtlarda hızla yayılarak çok sayıda kişiyi enfekte ederler. Bağırsak dışı yerleşim de göstererek kas dokusu veya beyin dokusuna da yuvalanabilirler. Aynı zamanda bu kurtlar atıksuların suladığı otlarla beslenen ve ekonomik olarak değeri olan hayvanlara da bulaşabilirler. Dolayısı ile önemli bir hayvan sağlığı tehdidi oluşturarak ciddi maddi kayıplara yol açabilmektedirler (Unat ve diğ., 1995). Saptanan nematod türleri *Trichuris spp.*, *Toxocara spp.* ve *Ascaris spp.*'dir. Helmintler den *Ascaris* yumurtalarının klorlama işlemine ve ısıya karşı oldukça dayanıklı olduğu belirtilmiştir (Brannen ve diğ., 1975; Yeager ve O'Brien, 1983). İncelenen çıkış sularında *Ascaris* yumurtalarının yılın hemen hemen her ayında diğer parazit helmint yumurtalarından daha fazla yoğunlukta bulunmuştur. Bu durumun en önemli nedeninin halkın sağlığı ve beslenme alışkanlıklarıyla da ilgili olduğu düşünülmüştür.

Sonuç olarak, ilimizdeki atıksu arıtma tesisi çıkış sularında saptanan parazit yumurtalarının tipi ve sayısının yoğunluğu etkin bir arıtımın yapılmadığını ortaya çıkartmıştır. Özellikle fazla sayıda helmint yumurtası içeren bu çıkış sularının kehli deresi aracılığıyla Keban Baraj gölü havzasına verilmesi ve bu sularında tarımsal amaçlı kullanımı insan ve çevre sağlığı açısından bir risk faktörü olacağını göstermektedir. Bu nedenle kentsel atıksu arıtımında ikincil tasfiyeden sonra enfeksiyon meydana getiren helmint yumurtalarının giderildiğinden emin olmak için Gómez ve diğ. (2006, 2007)'nin de belirttiği gibi membran teknolojisine (mikrofiltrasyon veya ultrafiltrasyon) ihtiyaç vardır.

5. KAYNAKLAR

1. Anon, (1996) Waterborne pathogens kill 10 M-20 M people/year, *World Water Environ. Engin.*, June 6, 1996.
2. Asano, T., Maeda, M., ve Takaki, M. (1996) Wastewater reclamation and reuse in Japan: Overview and implementation examples, *Water Science and Technology*, 34:219-226.
3. Ayres, R. M., Stott, R., Mara, D. D., ve Lee, D. L. (1992) Wastewater reuse in agriculture and the risk of intestinal nematode infection, *Parasitology Today*, 8(1), 32-35.
4. Brannen, J. P., Garst, D. M., ve Langley, S. (1975) Inactivation of ascaris lumbricoides eggs by heat, radiation and thermo-radiation, SAND 75-0163, Report prepared by Sandia Laboratories, Albuquerque, NM 87115.
5. Cantoray, R. (1984) Hayvanlardan İnsanlara Geçen Bazı Paraziter Hastalıklar ve Bunların Önemi, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, Özel Sayı: 133-139.
6. Chiodini, P. L. ve Manser, D. W. (2001) Atlas of Medical Helminthology and Protozoology, 4th Edition, Churchill Livingstone, New York.
7. Craun G. F. (1988) Surface water supplies and health, *Journal of American Water Works Association*, 80(22), 40-52.
8. Düring, R. A. ve Gäth, S. (2002) Utilization of municipal organic wastes in agriculture: Where do we stand, where will we go?, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165, 544-556.
9. El Hamouri B., Khallayoune K., Bouzoubaa K., Rhallabi N. ve Chalabi M. (1994) High-rate algal pond performances in faecal coliforms and helminth egg removals, *Water Research*, 28(1), 171-174.
10. Gaspard, P., Wiart, J. ve Schwartzbrod, J. (1997) Parasitological contamination of urban sludge used for agricultural purposes, *Waste Management and Research*, 15, 429-436.
11. Gaspard, P. ve Schwartzbrod, J. (2003) Parasite contamination (helminth eggs) in sludge treatment plants: Definition of a sampling strategy, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 206, 117-122.

12. Gómez, M., de la Rúa, A., Garralón G., Plaza F., Hontoria E., Gómez M. A. (2006) Urban wastewater disinfection by filtration Technologies, *Desalination*, 190, 16–28.
13. Gómez M., Plaza F., Garralón G., Pérez J., Gómez M. A. (2007) A comparative study of tertiary wastewater treatment by physico-chemical-UV process and macrofiltration-ultrafiltration Technologies, *Desalination*, 202, 369–376.
14. Hespanhol, I. ve Prost A. M. E., W. H. O. (1994) Guidelines and national standards for reuse and water quality, *Water Research*, 28(1), 119 -124.
15. Jawetz, E., Melnick, J. L., Adelberg, E. A., Brooks, G. F., Butel, J. S., Ornston, L. N. (1989) *Medical Microbiology*, 315-350.
16. Lasorbas, J., Dellunde, J., Jofre, J. ve Lucena, F. (1999) Occurance and levels of phages proposed as surrogate indicators of enteric viruses in different types of sludges, *Journal of Applied Microbiology*, 86. 723-9.
17. Lucero-Ramirez, B. (2000) The effects of time and temperature on the fate of pathogens and indicator bacteria during municipal wastewater sludge-mesophilic anaerobic digestion, *Air-Drying and Composting*, 191.
18. Madera, C. A., Pena M. R. ve Mara D. D. (2002) Microbiological quality of a waste stabilization pond effluent used for restricted irrigation in Valle Del Cauca, Colombia, *Water Science and Technology*, 45(1) 139-143.
19. Malicki, J., Montusiewicz A., Bieganowski A. (2001) Improvement of counting helminth eggs with internal Standard, *Water Research*, 35(9), 2333-2335.
20. Mimioğlu, M. M., Kasap, M. (1978) *Medikal Parazitoloji Laboratuvar Yöntemleri*, Cumhuriyet Üniversitesi Yayın No: 2, Sivas.
21. Shuval, H. I. (1991) The development of health guidelines for wastewater reclamation, *Water Science and Technology*, 24, 149-155.
22. Siebe, C. ve Cifuentes, E. (1993) Environmental impact of wastewater irrigation in central Mexico: An overview, *International Journal of Environmental Health Research*, 3(4), 35-56.
23. Sopper, W. E. (1989) Utilisation of sewage sludge in the United States for mine land reclamation, *Alternative Uses for Sewage Sludge Conference Proceedings*, U. K., 5(7), 21-40.
24. Stott, R., Ayres, R., Lee, D. ve Mara, D. (1994) An experimental evaluation of potential risks to human health from parasitic nematodes in wastewaters treated in waste stabilization ponds and used for crop irrigation, *Research Monographs in Tropical Public Health Engineering*, No. 6, U. K.
25. Toze, S. (1997) Microbial pathogens in wastewater, Literatür review for Urban Water Systems Multi- Divisional Research Program, Technical Report No. 1/97, 79.
26. Toze, S. (1999) PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewater, Elsevier Science PII: S0043-1354 (99) 00071-8.
27. Unat, E. K., Yücel, A., Altaş, K., Samastı, M. (1995) Unat'ın Tıp Parazitolojisi, İnsanın Ökaryonlu Parazitleri ve Bunlarla Oluşan Hastalıkları, Cerrahpaşa Tıp Fak. Vakfı Yayınları, No. 15, 229-479.
28. U.S.EPA. (1992). Environmental Regulations and Technology, Control of Pathogens and Vector Attraction Reduction in Sewage Sludge, EPA/625/R-92/013.
29. World Health Organization (WHO), 1989. Health Guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. *Technical Report No. 778*, Geneva.
30. Yeager, J.G., and O'Brien, R.T.(1983). Irradiation as a means to minimize public health risks form sludge- borne pathogens. *Journal Water Pollution Control Federation.*, 55(7) , 977-983.