

169379

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

169379

**ELAZIĞ BELEDİYESİ ATIKSU ARITMA TESİSİ ÇIKIŞ SUYU
İLE ARITMA ÇAMURUNDAKİ PARAZİT (HELMİNT)
YUMURTA DÜZEYLERİ**

Mustafa TEPE

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2005

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELAZIĞ BELEDİYESİ ATIKSU ARITMA TESİSİ ÇIKIŞ SUYU
İLE ARITMA ÇAMURUNDAKİ PARAZİT (HELMİNT)
YUMURTA DÜZEYLERİ**

Mustafa TEPE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez, tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği /oyçokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Erdal ÖBEK

Üye : Doç.Dr. Sevdâ KIRBAĞ

Üye : Prof.Dr. Zülal (AŞÇI) TORAMAN

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 02.10.2005. tarih ve 2005-29/7..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının planlanıp yürütülmesinde katkı ve desteklerini esirgemeyen tez yöneticim Sayın Yrd.Doç.Dr.Erdal ÖBEK'e ve çalışmam sırasında yardımlarını gördüğüm F.Ü.Tıp Fakültesi Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Zülal AŞÇI TORAMAN'a ve Uzm.Dr.Yusuf YAKUPOĞULLARI'na en içten teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Mustafa TEPE



İÇİNDEKİLER

SAYFA

İÇİNDEKİLER	I
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	III
ÇİZELGELER (TABLOLAR) LİSTESİ.....	IV
EKLER LİSTESİ	V
ÖZET.....	VI
ABSTRACT	VII
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Evsel Atık Sular ve Atık Su Çamurlarında Bulunan İndikatör ve Patojenik Organizmalar ..	9
2.1.1. Helmintler	9
2.2. Çamur Stabilizasyon Yöntemleri	10
2.2.1. Kireçleme	10
2.2.2. Isıl İşlem	10
2.2.3. Anaerobik Çürütme	11
2.2.4. Aerobik Stabilizasyon.....	11
2.2.5. Kompostlama	11
2.3. Arıtma Çamurunun Susuzlaştırılması	12
2.3.1. Doğal su alma yöntemleri	12
2.3.1.1. Kurutma Yatakları	12
2.3.1.2. Çamur Lagünleri.....	13
2.3.2 Mekanik Su Alma Yöntemleri	13
2.4. Arıtma Çamurlarının Halk Sağlığına Uygunluğu.....	13
2.4.1. "A Sınıfı" Biyokatılar İçin Belirlenen Stabilizasyon Yöntemleri	14

2.4.2. "B Sınıfı" Biyokatılar İçin Belirlenen Stabilizasyon Yöntemleri.....	16
2.4.3. "Yüksek Standart" Biyokatılar İçin Belirlenen Stabilizasyon Yöntemleri	17
2.4.4. "Geleneksel Standart" Biyokatılar için Belirlenen Stabilizasyon yöntemleri	18
3. MATERYAL VE METOD	20
3.1. Çalışma Alanı Ve Tesisin Tanıtımı	20
3.1.1. Ön arıtma	20
3.1.2. Biyolojik arıtma.....	20
3.1.3. Çamur giderme	21
3.2. Materyal.....	23
3.3. Metot.....	23
3.3.1. Çamurdaki Parazit Yumurtaların İncelenmesi	23
3.3.2. Sulardaki Parazit Yumurtaların İncelenmesi.....	23
4. BULGULAR	25
4.1. Sulardaki Parazit (Helmint)Yumurtaları.....	25
4.1.1. Giriş Suyundaki Parazit (Helmint)Yumurtaları.....	25
4.1.2. Çıkış Suyundaki Parazit (Helmint)Yumurtaları	26
4.2. Arıtma Çamurlarındaki Parazit (Helmint)Yumurtaları.....	27
4.2.1. Çamur Kurutma Yatağı Arıtma Çamurlarındaki Parazit (Helmint)Yumurtaları.....	27
4.2.2. Nihai Alan Arıtma Çamurlarındaki Parazit (Helmint)Yumurtaları	28
5. TARTIŞMA	29
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	32
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	44
EKLER	45

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması.....	21
--	----



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Avrupa Birliği Ülkelerinde Biyokattının Bertaraf Edilen ve Kullanılan Miktarları.....	5
Tablo 2.2. Evsel atıksularda ve kanalizasyon çamurlarındaki başlıca patojenler.....	8
Tablo 2.4.1. “A ve B Sınıfı ” Biyokattıların Arazide Kullanım Kısıtlamaları.....	17
Tablo 2.4.2. “Yüksek ve Geleneksel Standart ” Biyokattıların Kullanım Kısıtlamaları.....	19
Tablo 3.1. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş- Çıkış Suyu Parametre Değerleri.....	22
Tablo 4.1. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş Suyundaki Yıllık Helmint Yumurta Düzeyleri.....	25
Tablo 4.2. Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Suyundaki Yıllık Helmint Yumurta Düzeyleri.....	26
Tablo 4.3. Atıksu Arıtma Tesisi Çamur Kurutma Yatağı Yıllık Helmint Yumurta Düzeyleri.....	27
Tablo 4.4. Atıksu Arıtma Tesisi Nihai Alan Çamurunda Yıllık Helmint Yumurta Düzeyleri.....	28



EKLER LİSTESİ

EK 1. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış, Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Haziran Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 2. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış, Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Temmuz Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 3. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Ağustos Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 4. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Eylül Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 5. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Ekim Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 6. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Kasım Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 7. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Aralık Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 8. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2005 Ocak Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 9. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2005 Şubat Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 10. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2005 Mart Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 11. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2005 Nisan Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

EK 12. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2005 Mayıs Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELAZIĞ BELEDİYESİ ATIK SU ARITMA TESİSİ ÇIKIŞ SUYU İLE ARITMA ÇAMURUNDAKİ PARAZİT (HELMİNT) YUMURTA DÜZEYLERİ

Mustafa TEPE

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

2005, Sayfa : 43

Bu çalışma, Elazığ İli'nde belediye atıksu arıtma tesisinde üretilen arıtılmış atık su ile arıtma çamurunda çevre ve halk sağlığını tehdit eden ve tarımsal amaçlı kullanımı sınırlayan parazit helmint yumurta tipleri ile yoğunluk düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla , Haziran 2004-Mayıs 2005 tarihleri arasında Elazığ Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisi çıkış suları ile arıtma çamuru örneklerinde parazit (helmint) yumurta düzeyleri belirlenmiştir. Her ay on kez alınan kompozit çıkış suyu örneği ile arıtma çamur örneği bir yıl boyunca incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre çıkış suyu örneğinin % 45.83'ünde ve çamur kurutma yatağı örneğinin % 73.33'ünde ve nihai alan çamur örneğinin ise %27.5'inde parazit (helmint) yumurtası bulunmuştur. Kompozit numunelerden çıkış suyu ile çamur kurutma yatağı arıtma çamurunda, 1 Trematod yumurtası (*Dicrocoelium spp.*), 2 Cestod yumurtası (*Moniezia spp.* ve *Taenia saginata*), 8 Nematod yumurtası (*Trichuris spp.*, *Strongyloides spp.*, *Nematodirus spp.*, *Toxocara spp.*, *Taxascaris spp.*, *Strongylidae spp.*, *Ascaris spp.*, *Bunostomum spp.*) ve nihai alan çamurunda ise 2 Nematod (*Strongyloides*, *Ascaris spp.*) ve 1 Cestod yumurtası yumurtası (*Taenia saginata*) bir yıl süresince tespit edilmiştir.

Bu çalışmaya göre , gerek su ve gerekse çamur örneklerinde belirlenen parazit (helmint) yumurta düzeylerinin tarımsal amaçlı kullanılacak atıklar için belirlenen yönetmeliklerdeki deşarj kriterlerinin üstünde olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Atık su arıtımı ,Helmint yumurtaları, Çıkış suyu, Arıtma çamuru

ABSTRACT

MASTER THESIS

PARASITE (HELMINTH) EGG LEVELS IN EFFLUENT AND TREATMENT SLUDGE OF ELAZIĞ MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANT

Mustafa TEPE

Firat University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

2005, Page:43

This study was done to determine the parasite helminth egg types and concentrations, those threat the environment and public health, in effluents and treatment sludges of Elazığ City municipal wastewater treatment plant.

For this aim, parasite helminth levels were determined in samples of effluents and treatment sludges of Elazığ municipal wastewater treatment plant during June 2004-May 2005 period. Composite effluent and treatment sludge samples taken ten per month were investigated during a year. It was determined that parasite helminth eggs were in 45.83 % of the effluent samples, 73.33 % of the sludge drying bed samples and 27.5 % of the final land sludge samples according to results of analysis. One Trematod egg (*Dicrocoelium spp.*), 2 Cestod egg (*Moniezia spp. ve Taenia saginata*), 8 Nematod egg (*Trichuris spp.*, *Strongyloides spp.*, *Nematodirus spp.*, *Toxocara spp.*, *Taxascaris spp.*, *Strongylidae spp.*, *Ascaris spp.* , *Bunostomum spp.*) in composite effluent and sludge drying bed samples and 2 Nematod (*Strongyloides*, *Ascaris spp.*) and 1 Cestod egg (*Taenia saginata*) in the final land sludge were determined during a year.

It was determined that parasite helminth egg levels in both wastewater and sludges were above the discharge levels given by regulations for the usage of wastes in agriculture.

Key words: Wastewater treatment, Helminth eggs, effluent, treatment sludge

1.GİRİŞ

Doğal kaynakların hızla tüketildiği günümüzde, bir taraftan daha çok üretim ve tüketim yapısına paralel olarak artış gösteren atıklarla oluşan çevre kirliliğini azaltma, diğer taraftan dünya nüfusunun içme ve kullanma suyu ile besin üretimini arttırma ihtiyacı, geriye kazanılabilir atıklardan yeniden yararlanmayı gündeme getirmiştir (Öbek ve diğ., 2005). Bu nedenlerle çeşitli faaliyetler sonucu özellikleri değişikliğe uğratarak üretilen atık suların çevre ve halk sağlığına zararlı etkilerini azaltmak amacıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtım yapılmakta ve arıtım sonucu ortaya çıkan arıtma çamuru dünyanın bazı bölgelerinde farklı amaçlar için geri kullanılmaktadır.

Özellikle bir taraftan yüzey ve yeraltı sularının aşırı kullanımı ve su kıtlığı atık suyun, diğer taraftan ticari gübre fiyatlarındaki artış ve bunlardaki bitki besin maddesi eksikliği ve topraklardaki organik madde eksikliği arıtma çamurunun; ciddi bir azot, fosfor ve organik madde kaynakları oldukları için tarımsal amaçlı geri kullanımını değerli bir alternatif olarak ortaya çıkarmıştır. Bu ürünlerin tarımsal amaçlı kullanımının birçok faydaları olduğu gibi bunlar atık sudan geçen çeşitli kirleticileri içerdiğinden çevre ve halk sağlığı açısından potansiyel riskler taşımaktadır. Çevre ve halk sağlığını tehdit eden riskler atık sudan geçen mikrobiyal patojenlerden, zehirli kimyasallardan ve ağır metallerden kaynaklanabilir. Bu çalışma yalnızca arıtılmış atık su ve arıtma çamurlarındaki parazit (helminth) yumurta varlığına odaklanmaktadır.

Çünkü, bu ürünlerdeki parazit (helminth) yumurtalarının çevresel şartlarda uzun süre hayatta kalabildikleri (Shuval ve diğ.,1988), olumsuz ortam şartlarına karşı dayanıklılıklarının yüksek olduğu (Feachem ve diğ., 1983), dezenfektanlara (Ayres ve diğ.,1992; Siebe ve Cifuentes,1993; Stott ve diğ.,1994) ve stabilizasyon yöntemlerinin çoğuna (Strauch ve Carrington ,1992 ; Gaspard ve diğ, 1995) karşı dirençli oldukları, yoğunluğunun çevre ve halk sağlığı açısından endişe oluşturabileceği, hijyenik kaliteyi değerlendirmede kullanılan başlıca indikatör organizmalar olduğu (Madera ve diğ.,2002; Capizzi ve diğ., 2004) vurgulanmıştır. Bu nedenlerle çevre ve halkın maruz kalabileceği riskleri en aza indirmek amacıyla parazit kirleticilerin en dayanıklı formu olan helminth yumurtalarının atık su ve çamur arıtma prosesleri ile azaltılması ve giderilmesi veya öldürülmeleri (Yeager ve O'Brien, 1983) çok büyük bir önem taşımaktadır. Dolayısıyla ilimizdeki Elazığ Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisi çıkış suları ile arıtma çamurlarının tarımsal amaçlı kullanılması bu ürünlerdeki parazit (helminth) yumurta kalitesinin bilinmesi; çevreye yüksek miktarda parazit (helminth) yumurtaların atılımının olması, kaynak sularının kirlenmesi, toprak ve ürünlerin bu patojenlerle kontamine edilmesi risklerinin önlenmesi açısından önemlidir.

Çevre ve halk sağlığının korunması esas alındığında, tarımsal ürünlerin sulanması ve gübrelenmesi için kullanılan arıtma tesisi çıkış suyu ile çamurunda helmint kontrolünün gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada Elazığ Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisi Çıkış Suları ile Arıtma çamurlarındaki parazit (helminth) yumurta tipleri ile yoğunluk düzeylerini belirlemek ve bu yumurtaların ekolojik döngüde çevre ve halk sağlığına zararlı olup olmayacağını bilimsel veriler çerçevesinde ortaya çıkarmak ve bunları uzaklaştırmak için kullanılan yöntemleri belirlemek amaçlanmıştır. Ki literatür taramamızda ülkemizde atık su arıtma tesislerinde üretilen ve oluşan arıtılmış atık su ve arıtma çamurlarında ki mikrobiyal patojenlerden parazit (helminth) yumurtaları ile ilgili yeterli çalışma yapılmadığı da ortaya çıkmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Çeşitli aktiviteler sonucunda pek çok farklı tipte ve değerde üretilen ve çevre kirliliğine yol açan atık sular; organik bileşikler (C), inorganik nütrientler (N,P), iz elementler, zehirli organik ve inorganik maddeler, hastalık yapan patojen mikroorganizmalar ve diğer maddeleri bulundurmaktadır(Lue-Hing ve diğ., 1992). Bu nedenle atık suların çevreye ve canlı sağlığına olası zararlı etkilerini azaltmak veya deşarj standartlarına uygun hale getirmek amacıyla arıtılması ve arıtım sonucu ortaya çıkan atıkların da çevreye uyumlu hale getirilmesi büyük bir önem taşımaktadır.

Atık su arıtma işlemlerinde atık suyun özelliği ve miktarı ile alıcı ortamın özelliklerine göre fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerin biri veya birkaçı kullanılmaktadır. Arıtma işlemlerinde hedef, atık sulardaki organik maddeleri azaltmak yani biyolojik oksijen ihtiyacını (BOİ) düşürmek, alıcı ortamda yüzey sularının kirlenmesine neden olan besi maddeleri (nütrient) yani azotlu ve fosforlu bileşikleri azaltmak, patojen ve parazit mikroorganizmaları gidermektir.

Atık suların arıtımı her ne kadar üç kademe yapıyor ise de, kimi arıtmalar birinci, kimileri ise ikinci kademe bırakılabilmektedir.

Birinci kademe arıtım; mekanik veya fiziksel etkilerle atık sulardaki katı parçacıklar ayrılır ve atık sular klorlanarak bu sulardaki zararlı bakteriler yok edilip deşarj edilir.

İkinci kademe arıtım; biyolojik (aerobik, fakültatif ve anaerobik) ve kimyasal (kimyasal çöktürme, koagülasyon ve dezenfeksiyon) reaksiyonların yer aldığı süreçlerdir ve bu kademelerden alınan su doğal sulara deşarj edilir.

Üçüncü kademe arıtım (ileri arıtım) ise suda denitrifikasyon ve fosfor eliminasyonu işlemlerini kapsayan ve genellikle az uygulanan bir sistemdir.

Arıtma yöntemleri birbirinden bağımsız olmayıp birbirini takip eden ve tamamlayan arıtma basamaklarıdır. Fiziksel tasfiyeden çıkan sulardaki kirlilik oluşturan çökemeyen asılı yada kolloidal organik maddeleri suda bulunan canlılarca ortamdan uzaklaştırmak için biyolojik arıtım gerekir. Fiziksel ve biyolojik tasfiyeden geçmiş sularda kendi halinde çökemeyen asılı taneciklerle kolloidlerin ve inorganik iyonların flokleşarak yumaklar halinde çökelmeleri yada koagüle olmaları, kimyasal-fizikokimyasal yöntemlerle sağlanır. Bu nedenle atık suyun flokleştirildiği veya koagülantların karıştırıldığı karışım havuzları, yumakların oluştuğu reaksiyon havuzları ve yumakların sudan ayrıldığı çöktürme havuzları kullanılır. Ayrıca klorlama tesislerinden yararlanılır. Atık suların daha ileri arıtımı için adsorpsiyon (çözülmüş maddelerin ara yüzeyde tutulması), iyon değiştirme (katyonik, anyonik ve reçineler ile

istenmeyen iyonların yer değiştirmesi), ekstraksiyon, ters osmoz ve elektrodializ gibi fizikokimyasal yöntemlerden de yararlanılır.

Atık su arıtma tesislerinde geriye kalan artık maddeler, genelde ızgaralardan çıkan çöp, kum tutucularla ayrılan kum ve çamurdan meydana gelir. Çöp ve kum ile benzeri maddeler normal olarak çöplüklere veya araziye serpm şeklinde verilerek ortadan kaldırıldıkları gibi belli başlı işlemlere tabii tutulduktan sonra değerlendirilebilirler. Arıtım çamurları ise arıtım sırasında, kendiliğinden çöken katı maddeler ile biyolojik ve kimyasal işlemler sonucunda çökebilir veya yüzdürülebilir hale getirilen katı maddeler olarak artakalır (Bilgin ve diğ., 1997).

Arıtma çamurları: atık su arıtma proseslerindeki mikrobiyal besin zincirinin doğal son ürünü olarak ortaya çıkan sıvı yada yarı katı halde çözünmeyen, ağırlıkça % 0.25 ile % 12 katı madde içeren atıklardır (Bilgin ve diğ., 1997; Akça ve diğ., 1996; Filibeli, 1996; Gaspard ve diğ.,1996). Atık su arıtma tesislerine giren atık sudaki kirleticilerin çoğu oluşan çamurda birikirken çok az bir kısmı çıkış suyu ile alıcı ortama verilmektedir (Lue-Hing ve diğ.,1992).

Geri dönüştürülmüş atık sular çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Bilinen temel kullanım alanları arasında yeraltı suyu geri beslemesi, tarımsal sulama, su ürünleri uygulanmaları, park ve golf alanları sulama şebekeleri, yaban hayatını koruma ve doğal park alanları ile eğlence tesislerinin yapısında kullanımı sayılabilir. Diğer bilinen kullanım alanlarının içine tuvaletlerdeki sifon sistemlerinde (özellikle büyük otel ve binalarda), endüstriyel işlemlerde kullanım, kar kaldırma, büyük binaların ısıtma sistemlerinde ve içme suyu olarak kullanımı girmektedir (Toze ,1997).

Tarımsal amaçlı sulama suyu olarak kullanım, en geniş atıksu geri kullanım alanını teşkil etmektedir. Japonya`da bu amaçla % 41 oranında , Amerika`nın Kaliforniya cyaletinde ise %60 oranında geri dönüştürülmüş atık su kullanılmaktadır (Asano ve diğ.,1996). Tarımsal sulama için kullanılan arıtılmış atık su konuları ülkeler arasında çeşitli farklılıklar gösterebilmektedir. Farklılıkların pek çoğu geri çevrilmiş atık suyun kullanımı için müsaade edilen oran, arıtma seviyesine göre kullanım önceliği, kapsamı, sulanacak alanların tipleri gibi atık su kontrol yönetmeliklerine bağlı olarak oluşmaktadır. Farklılıklar sıklıkla ülkelerdeki mevcut suların özellikleri, ülkenin sosyal ve yapısal özellikleri ve suyun kullanıma elverişli olma durumuna göre değişmektedir (Toze,1997).

Belediye atık su arıtma tesisi arıtma çamurları, organik bileşikleri, makro ve mikro nütrientleri, eser elementleri, organik mikro kirleticileri, mikroorganizmaları ve parazitik organizmaların yumurtalarını içermektedir (Alloway ve Jackson, 1991).

Bilindiği gibi hem atık su ve hem de birinci kademe arıtım sonucu ortaya çıkan çamur stabilize edilmediği için ham çamur olarak kaldığından tarımda kullanımı yönetmeliklerle yasaklanmıştır. Bunun nedeni ise canlı sağlığını tehdit edebilecek bakteri, virüs, protozoa ve

parazitik kurtları ihtiva etmesi ve koku problemlerine yol açmasıdır. İkinci kademe arıtım sonucu ortaya çıkan çamur ise yukarıda belirtilen özellikler açısından tarımda doğrudan gübre amaçlı kullanım için uygun görülmektedir (Bilgin ve diğ., 1997).

Atıksu arıtma tesislerinin yaygınlaşmasına paralel olarak artış gösteren arıtma çamurlarının bertarafı ve stabilizasyonu çok önemli ve vazgeçilmez adımlardan biridir (Wang, 1997; Renner, 2000). Başlıca stabilizasyon metotları kireçleme, ısıtma işlemi, anacrobik çürütme, aerobik stabilizasyon ve kompostlama'dır.

Bugün dünyada arıtma çamuru uzaklaştırma yöntemleri arasında; tarımda kullanma, ormancılık ve verimsiz arazilerin ıslahında kullanma, depolama, yakma, kompostlamada katkı maddesi olarak kullanma, göl ve denizlere deşarj bulunmaktadır. Arıtılmış atık sular ile arıtma çamurları tarımsal amaçlar için birçok ülkede yeniden kullanılmaktadır (Strauch ve Carrington 1992).

Avrupa'da 1992 yılı itibariyle elde edilen toplam biyokütle miktarı ile ülke bazında bertaraf ve kullanım oranlarına ait veriler Tablo 1.1'de yer almaktadır (Stefen, 1995).

Tablo 2.1. Avrupa Birliği Ülkelerinde Biyokütle'nin Bertaraf Edilen Ve Kullanılan Miktarları (1992)

	Miktar		Tarım Alanları		Düzenli Depolama		Yakma		Denize Boşaltma		Islah Alanları, Orman vb.	
	(1000 ton (kuru ağırlık) /yıl (%))											
Belçika	59.2	0.8	17.2	29	32.5	55	8.9	15	-	-	0.6	1
Danimarka	170.3	2.3	92	54	34	20	40.9	24	-	-	3.4	2
Almanya	2681.2	36.3	754	27	1448	54	375.2	14	-	-	134	5
Finlandiya	150	2	37.5	25	112.3	75	-	-	-	-	-	-
Fransa	865.4	12	502	58	233.5	27	130	15	-	-	-	-
Yunanistan	48.2	0.6	4.8	10	43.4	90	-		-	-	-	-
İngiltere	1107	15	488	44	88.6	8	77.4	7	332	30	121	11
İrlanda	36.7	0.5	4.4	12	16.6	45	-		12.8	35	2.9	8
İtalya	816	15	269.2	33	449	55	16.2	2	-	-	81.6	10
Lüksemburg	8	0.5	1	12	7	88	-		-	-	-	
Hollanda	335	4.5	87	26	171	55	10	3	-	-	67	20
Norveç	95	1.3	53.2	56	41.8	44	-		-	-	-	
Avusturya	170	2.3	30.6	18	59.5	35	57.8	34	-	-	22.1	13
Portekiz	25	0.3	2.7	15	7.3	29	-		0.5	2	14.5	58
İsveç	200	2.7	80	40	150	60	-		-	-	-	-
İsviçre	270	3.6	121.5	45	85	30	67.5	25	-	-	-	-
İspanya	350	4.7	175	50	122.5	35	17.5	5	35	10	-	-
Toplam	7387	100	2691.1	36.4	3068.2	41.6	801.4	10.9	380.3	5.1	447.1	6

Stabilize olmuş arıtma çamurlarının, toprak ıslahı, bitki örtüsü, toprak ve yeraltı suyu kalitesi üzerinde olumsuz bir etki yaratmaksızın, çevresel açıdan güvenli bir şekilde kullanılabileceğini belirtmiştir (Sopper, 1989). Arıtma çamurlarının tarım alanlarında değerlendirilmesi, ormanlık veya verimsiz arazilerin ıslahında kullanılması hem ekonomik hem

de ekolojik açıdan en akılcı yol olarak görülmektedir (Akça ve diğ., 1996). Çünkü gübre amaçlı araziye uygulanan arıtma çamurlarının toprağın organik madde içeriği ile bitki besin element düzeylerini arttırdığı, fiziksel ve biyolojik özelliklerini geliştirdiği, tarımsal ürünün ihtiyaç duyduğu bitki besin elementlerini sağladığı (Larson ve diğ., 1974; Schmidtke, 1980; Jakobsen, 1995), bitkilerde kök gelişimini, ürün verimini ve kalitesini arttırdığı (Nichols, 1989; Larsen ve diğ., 1991; Mc Donald ve diğ., 1994; Williams, 1979; Pedreno ve diğ., 1996; Joshua ve diğ., 1998; Pagliai ve Guidi 1980; Guidi, 1980; Hulugalle, 1996; Sabey ve diğ., 1990) , verimsiz topraklarda bitki büyüme şartlarını geliştirdiği gibi mikrobiyal aktiviteyi arttırdığı (Pulford, 1989; Emmerling ve diğ., 2000), mikrobiyal popülasyonun ve toprak biyolojik aktivitesinin bir göstergesi olan enzim aktivitesinin artışına destek olduğu (Varanka ve diğ., 1976; Tabatabai, 1977; Coppola, 1983; Frankenberger ve diğ., 1983; Reddy ve diğ., 1987; Muntean ve diğ., 1991; Marten ve diğ., 1992; Garcia ve Hernandez ,1996; Al-Roshidi ve Al-Jabri , 1990) saptanmıştır.

Arıtılmış atık sular ile arıtma çamurlarının dünyanın birçok bölgesinde farklı amaçlar için geri kullanımı çevre ve halk sağlığının korunması amacıyla yeni tüzüklerin hazırlanmasına neden olmuştur. Tarımsal amaçlar için atık suyun (özellikle suyun kıt olduğu bölgelerde) ve arıtma çamurunun günümüzdeki geri kazanımı çoğu yerel otoritelerce ılımlı olarak karşılanmaktadır (Madera ve diğ., 2002; Düring ve Gäth, 2002). Özellikle arıtma çamurlarındaki makro ve mikro besin elementlerinin bu atığa faydalı bir gübre, organik maddelerin ise iyi bir toprak ıslah edici özelliği vermesi nedeniyle Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Çevre Koruma Örgütü (EPA), arıtma çamuru gibi biyolojik katıların tarımda kullanımını desteklemektedir (Düring ve Gäth, 2002).

Arıtılmış atık su ve arıtma çamurunun tarımsal amaçlı kullanımının birçok faydaları olduğu gibi içeriğindeki zehirli kimyasallar, ağır metaller, mikrobiyal patojenik organizmalar ve aşırı miktardaki fosfor ve azotun bir takım problemlere yol açma riski bulunmaktadır (Bilgin ve diğ., 1997; Toze, 1997). Bunların kullanımı bazı patojenlerle sık sık kontamine oldukları için sınırlandırılmıştır. İnsan ve hayvanlarda enfeksiyon oluşturacak arıtılmış atık su ve arıtma çamuru içindeki indikatör organizmalardan parazit (helminth) yumurtaları yoğunluk düzeyi hakkında güvenilir fazla bilgi bulunmamaktadır. Bunların kullanımı ile birlikte gelen sağlık üzerindeki mikrobik tehlike gösteren bilgilerin yokluğu tehlikenin olmadığını göstermemektedir (Lue-Hing ve diğ., 1992 ; Gaspard ve diğ., 1995). Bu ürünlerin sıhhi durumunun tam olarak değerlendirilmesi için parazit yumurtalarının belirlenmesi gerekir (Gaspard ve diğ., 1995).

Yumurtalarının sudaki hayatta kalma sürelerinin yüksek olması nedeniyle ciddi sağlık risklerine sebep olan bu organizmalar (helminth yumurtaları) bir çok bakteriden daha düşük

seviyelerde bulaşmaya neden olurlar ve yaygın olarak kullanılan dezenfektanlara karşı da dayanıklıdırlar (Ayres ve diğ.,1992; Siebe ve Cifuentes,1993; Stott ve diğ.,1994). Bir çok çalışma atık suyun araziye uygulanmasından sonra tarımsal topraklarda ve gıdalarda parazitlerin var olduğunu göstermiştir (Strauh ve diğ.,1994; Lasobras ve diğ.,1999). Fransa'da atık sular ile zirai sulama her litrede bir nematod olarak sınırlandırılmasına (Hespanhol ve Prost, 1994), rağmen, tarımsal düzenlemelerde atıkların kullanılmasıyla ilgili sınırlamalar bulunmamaktadır. Aynı şekilde, bu durum ile ilgili Avrupa Birliğinin tarımsal düzenlemelerinde (1986) çamurun kullanılması ile ilgili herhangi bir mikrobiyolojik sınır bulunmamaktadır. Yalnızca İsviçre (1992) ve USA (1993) kendi düzenlemelerinde parazitolojik riski hesaba katmaktadırlar. İsviçre'de, kanunlara göre, atıklar enfeksiyöz helmint yumurtaları içermemeli, USA'da ise A sınıfı atıklar için kanunlar 4 gr kuru madde için 1'den daha az bir yoğunlukta yumurta içermesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu zorunluluk, helmint yumurtalarının çevresel şartlarda yüksek oranda hayatta kalmasıyla ilgilidir (Shuval ve diğ.,1988 ; Gaspard ve diğ., 1997). Parazit topluluklarından özellikle helmintler (trematod, cestod, nematod) insanlarda ve hayvanlarda önemli hastalıklar oluşturmaktadır (Cantoray ,1984).Helmint enfeksiyonları dünyadaki özellikle de Asya, Afrika, Orta ve Güney Amerika gibi tropikal ve astropikal bölgelerdeki en önemli halk sağlığı problemidir.En fazla yayılan helmint enfeksiyonları şunlardır:

1. Cestod enfeksiyonları (örneğin taeniasis ve echinococcosis)

2. Nematod enfeksiyonları

- Bağırsak nematod enfeksiyonları (örneğin ascariasis, hookworm, strongyloidiasis, enterobiasis, trichuriasis, trichastrogylisis ve capillariasis)
- Doku nematod enfeksiyonları (örneğin dracunculiasis, trichinellosis, anisakiasis ve angiostrongyliasis)
- Flaryal nematod enfeksiyonları (örneğin loiasis, lymphatic, filaricisis ve onuchocerciasis)

3. Trematod enfeksiyonları (örneğin schistosomiasis ve başka parazit kurtları) (WHO,1990).Bu hastalıkların birçoğunun bulaşması yumurtalar ve bulaşıcı larvalarla ortamın kirlenmesiyle gerçekleşir.Bu nedenle parazitler de eğer toprak ortamını kirletiyorsa toprak kirletici ve su ortamını kirletiyorsa su kirletici olarak sınıflandırılabilirler.En önemli toprağa bulaşmış helmint enfeksiyonları ascariasis, hookworm ve trichuriasis olup buna karşılık en önemli su kaynaklı helmint enfeksiyonu schistosomiasis'tir (Jordan, 1985; Crompton ve diğ.,1989; Huttly, 1990). Bu dört hastalık, basit alerjik reaksiyonlardan hayatı tehdit eden şiddetli komplikasyonlara kadar birçok zarardan kötü etkilenen dünyadaki yaklaşık 2,6 Milyar insana bulaşmaktadır (Davis, 1985; WHO, 1990).

Atıksu ya da atıksu çamurundaki başlıca patojenlerin sebep olduğu hastalıklar Tablo 2.2’de listelenmiştir (Lucero-Ramirez, 2000).

Tablo 2.2. Evsel atıksularda ve kanalizasyon çamurlarındaki başlıca patojenler

Patojen Sınıfı	Örnekler	Hastalıklar
Bakteriler	<i>Shigella sp.</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>Vibrio cholerae</i> Enteropatojenik <i>Escherichia coli</i> <i>Yersinia sp.</i> <i>Campylobacter jejuni</i>	Basilli dizanteri Tifüs Salmonellosis (gastroenteritis) Kolera Mide hastalığı varisi Yersiniosis (mide iltihabı) Campylobacteriosis (mide iltihabı)
Virüsler	Hepatit A virüsü Norwalk virüsleri Rotavirüsler Poliovirüsler Coxsackie virüsler Chovirüsler	Hepatit enfeksiyonu Akut mide iltihabı Akut mide iltihabı Polimiyelitis “grip” semptomları “grip” semptomları
Protozoalar	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Cryptosporidium sp.</i> <i>Balantidium coli</i>	Amebiasis (amoebic dizanteri) Giardiasis (mide iltihabı) Cryptosporidiosis (mide iltihabı) Balantidiasis (gaastroenteritis)
Helmintler	<i>Ascaris sp.</i> <i>Taenia sp.</i> <i>Necator americanus</i> <i>Trichuris trichura</i>	Ascariasis (yuvarlak kurt enfeksiyonu) Tenya (bağırsak kurdu enfeksiyonu) Ancylostomiasis Trichuriasis (kamçılı kurt enfeksiyonu)

Aritma çamurlarının 100 g kuru maddesinde çalışan araştırmacılardan; Stien (1989) , 440-770 aralığında, Barbier ve diğ. (1990), 1040-6400 aralığında, Schuh ve diğ. (1985) minimum 110 düzeylerinde, Crewe (1984), maximum 600 düzeylerinde ve Watson ve diğ. (1983), minimum 60 helmint yumurtası saptamışlardır.

Yurt dışında atık su ve arıtma çamurundaki parazit yumurtalarıyla ilgili çalışmalara paralel olarak ülkemizdeki çalışmaların yapılan literatür taramasında sınırlı sayıda olduğu görülmüştür. Ülkemizde, parazit yumurtalarıyla ilgili çalışmaların atık suda Uğur ve diğ. (2000), arıtma çamurunda ise Öbek ve diğ. (2000) tarafından yapıldığı görülmüştür.

Uğur ve diğ. (2000), Muğla Üniversitesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinde bakteriyolojik, protozoolojik ve fiziko-Kimyasal bir araştırmada atıksuda yaşayan helmintlerde (*Porstoma*, *Euchlanis*, *Philodia*, *Rhabditis*, *Ascaris*, *Oxyuris*, *Fasciola* *Taenia*) saptamışlardır.

Öbek ve diğ. (2000), Elazığ Atıksu Arıtma Tesisi arıtma çamurlarında bulunan parazit yumurtaları konulu çalışmalarında 2 Trematod (*Dicrocoelium spp* ve *Pramhistomum spp*), 2 Cestod (*Moniezia spp.* ve *Taenidae spp*) ve 8 Nematod (*Bunostomum spp*, *Trichostrongylidae*, *Trichuris spp.*, *Strongyloides spp.*, *Nematodirus spp.*, *Strongylidae spp.* *Taxascaris spp.* *Toxocara spp.*) gördüklerini belirtmişlerdir.

2.1.Evsel Atık Sular ve Atık Su Çamurlarında Bulunan İndikatör ve Patojenik Organizmalar

Evsel atık sular genellikle insan patojenik organizmalarının (hastalık yapan) başlıca dört tipini (bakteri, virüs, protozoa ve helmintler) içerirler. Çamurlar ve atık sudaki patojenik bakterilerin listelenmesi ve bulunması için analitik teknikler zaman almaktadır, çok düzenli teknisyenlere ihtiyaç vardır ve genellikle pahalıdır. Bunun için diğer organizmalar patojenlerin indikatörleri gibi kullanılmalıdır. Evsel atıksularda patojenlerin asıl tür ve yoğunlukları arıtma süresince çamur proseslerine bağlı olarak farklı zamanlarda yerel toplumun sağlığını değiştirebilir. Aslında atıksulardaki patojenler süspanse katılar ile ortaktır. Yerel atıksu arıtma proseslerinde çamur konsantre katıları içine alır. Bundan dolayı elde edilen atıksu çamurundaki patojenlerin yoğunluğu halk sağlığı ve çevresel açıdan endişe vericidir. (U.S.EPA, 1992; Lucero- Ramirez, 2000). Bu çalışma yalnızca atık su ve arıtma çamurundaki helmint varlığına odaklandığından burada sadece helmintler ile ilgili bilgi verilecektir.

2.1.1.Helmintler

Helmintler nematot (yuvarlak kurt), cestot (tenya) ve trematot (yassı kurt) şeklinde üç sınıfa ayrılır. Helmint terimi Latince kurt anlamındadır. Helmintler en az iki şekildedir. Birincisi yumurta ya da ovum türü, taşıyıcı üzerinde büyüeyebilen bir canlıdır. Ovum taşıyıcıdan dışkı yoluyla geçer ve gelişir. Zıt çevre şartlarına karşı daha dayanıklı olan ikinci formu yeni bir taşıyıcı infekte eder ve yeni bir gelişme gösterir. Atıksu ve çamurlarda esas endişe oluşturan parazit (helmint) yumurtaları şunlardır. *Ascaris lumbrocoides*, *Ascaris suum*, *Trichuris trichura*, *Toxocara canis*, *Toxocara cati*, *Taenia saginata*, *Taenia solium* ve *Heymenolepsis nana* (Reimers ve diğ., 1981).

Patojenik helmintlerin başlıca iki türü *Ascaris* ve *Taenia*'nın karakteristikleri aşağıda sıralanmıştır. *Ascaris* nematotlar gibi sınıflandırılmaktadır. İki çok önemli türü insan yuvarlak kurdu *Ascaris lumbrocoides* ve domuz yuvarlak kurdu *Ascaris suum*' dur. *Ascaris* genusun yuvarlak kurtları insan sağlığı için çok önemlidir. Çünkü bunların bulaşmaları dünyada çok yaygındır ve bunların yumurtaları çevrede, konvansiyonel atıksu arıtım prosesleri ve çamur arıtım proseslerine muhtemelen daha dayanıklıdır.

Ascaris lumrocoides en büyük yuvarlak bağırsak kurdudur. Tahminen erkekleri geniş olmamasına rağmen dişi yuvarlak kurtlar 200 ile 400 mm uzunluğun da ve 5 mm çapındadır. Dişi yuvarlak kurtlar çok sayıda yumurta üretirler. Embriyolaşma için 1-3 hafta gereklidir. Yiyeceklerle beraber yumurtaların yiyilmesiyle ya da enfekte olmuş insan dışkısına bulaşmış

parmaklarla insanlara bulaşırlar. Nemli ve ılık fakat güneşli olmayan şartlar yumurtaların gelişimi ve yaşamı için idealdir. Optimum sıcaklık 25-30 °C'dir.

Taenia saginata ve *Taenia solium* sırayla sığır ve domuz kurtlarıdır. Enfeksiyon, kist ihtiva eden bağırsak kurtlarının larva safhasında az pişmiş etle yenmesinden ortaya çıkmaktadır. İnsanlardan erişkinler taşıyıcı olarak uygundur.

2.2. Çamur Stabilizasyon Yöntemleri

Çamurların stabilizasyonundan amaç; koku giderimi, patojenlerin ve potansiyel bozunmanın azaltılmasını sağlamaktır.

Başlıca stabilizasyon yöntemleri;

- Kireçleme
- Isıl işlem
- Anaerobik çürütme
- Aerobik stabilizasyon
- Kompostlama'dır.

2.2.1. Kireçleme

Kireçle stabilizasyon da iki yöntem kullanılmaktadır.

- Sıvı çamura kireç ilavesi
- Suyu alınmış çamura kireç ilavesi

İlk yöntemde sıvı çamura sönmüş kireç $[Ca(OH)_2]$ karıştırılmakta ve bu sayede çamurun pH'ı ve katı madde içeriği artmaktadır. Stabilizasyon koşullarının sağlanması için kireç miktarının çok iyi ayarlanması gerekmektedir.

İkinci yöntemde susuzlaştırılmış çamura sönmemiş kireç (CaO) ilave edilmekte ve ortam sıcaklığında artış sağlanmaktadır. Sönmemiş kirecin düşük dozlarında ortam pH'ı 12'nin üzerinde sadece birkaç gün tutulabilmektedir.

2.2.2. Isıl İşlem

Isıl işlem, çamurun yüksek sıcaklık ve basınç altında suyunun alınmasıdır. Bu yöntemde çamurun stabilizasyonu ve dezenfeksiyonu bir arada sağlanmaktadır. Ancak bu yöntem, ilk yatırım maliyetinin çok yüksek olması, tesisin işletilmesinde uzman personel gereksinimi ve çevre sağlığı için giderilmesi gereken çok yoğun kokunun oluşması gibi nedenlerle, diğer yollarla stabilize olması güç çamurlar dışında tercih edilmemektedir.

2.2.3. Anaerobik Çürütme

Anaerobik çürütme, çamur stabilizasyonu için en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Organik maddenin oksijensiz ortamda (anaerobik) mineralize olması yani bozunması işlemi olarak tanımlanan bu yöntem çamur stabilizasyonunu sağlamada kullanıldığı gibi bazı endüstriyel atıksuların doğrudan arıtımında da kullanılmaktadır.

Anaerobik bozunma iki aşamada gerçekleşir ve süreçte iki tür bakteri etkindir. Birinci aşamada organik maddeler organik asitlere, ikinci aşamada ise organik asitler zorunlu anaerob metan bakterileri tarafından metan (CH_4) ve karbondioksit (CO_2)'e dönüştürülerek biyogaz oluşmaktadır. Metan bakterileri ortam koşullarına duyarlıdır: pH, sıcaklık değişimleri ile ağır metal ve deterjan varlığından çok etkilenirler. Söz konusu bu yöntem ile stabilizasyon sonucu oluşan biyogaz, tesisin işletilmesi için gerekli ısı ve elektrik enerjisini sağlamada kullanılmaktadır.

2.2.4. Aerobik Stabilizasyon

Çeşitli arıtma işlemleri sonucu oluşan çamurların, yeterli oksijenin sağlandığı koşullarda biyolojik stabilizasyonu için kullanılan bir yöntemdir.

Aerobik proseslerin işletilmesinde; sıcaklık, organik maddenin bozunması, bekleme süresi, oksijen gereksinimi, karıştırma ve ortam pH'ı gibi faktörlerin denetim altında tutulması gerekmektedir.

Aerobik stabilizasyon, anaerobik stabilizasyon ile karşılaştırılacak olursa, aerobik stabilizasyonun avantajları ve dezavantajları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Organik madde bozunması anaerobik çürütme ile elde edilene yakındır.
- Elde edilen biyokattı inorganik azot daha çok nitrat formundadır, bu nedenle gübreleme değeri daha yüksektir.
- İşletme problemleri azdır ve yatırım maliyeti düşüktür, ancak biyogaz gibi yararlı bir son ürünün elde edilememesi ve sisteme gerekli oksijenin sağlanması için yüksek enerji gereksinimi dezavantajdır.

2.2.5. Kompostlama

Kompostlama aerobik biyolojik bir işlemdir. Kompostlamada; gözenekli malzeme /tahta parçaları, saman vb.) kullanılarak yığın oluşturma, gözenekli yığınların havalandırılması, mekanik kompostlama gibi yapım teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. İyi işletilen

sistemlerde organik maddenin bozunması sırasında sıcaklık yaklaşık 70 °C'ye kadar yükselebilmektedir. Bu sayede patojen bakteriler ve özellikle Askaris yumurtaları yok olmaktadır. Diğer taraftan kompostlama ile biyokatıların kuru madde kapsamı artmakta ve torbalanıp uzun mesafelere taşınabilmeleri kolay olmaktadır.

Kompostlama yöntemi ile stabilizasyon, biyokatının özellikle park-bahçelerde ve çiçekçilikte kullanılması durumunda tercih edilmektedir. Diğer bir ifade ile kompostlama kullanım amacına yönelik ele alınan bir stabilizasyon yöntemidir.

2.3. Arıtma Çamurunun Susuzlaştırılması

Susuzlaştırma, biyokatıların su içeriğinin azaltılması için kullanılan fiziksel bir işlemdir. Bu sayede biyokatıların hacimleri küçülmekte ve taşıma maliyetleri önemli ölçüde azalmaktadır.

Küçük işletmelerde uygun bir arazinin bulunması daha kolay olduğundan susuzlaştırma işlemi doğal su alma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmekte, yer imkânı kısıtlı olan işletmelerde ise mekanik su alma yöntemleri tercih edilmektedir.

2.3.1. Doğal su alma yöntemleri

2.3.1.1. Kurutma Yatakları

Özellikle aerobik olarak stabilize edilen biyokatıların suyunu almak üzere kullanılan en eski yöntemlerden biridir. Bu şekilde kurutulan biyokatılar arazide kullanılabilir yapıya uygun hale gelirler. Kurutma yataklarının en önemli avantajları maliyetlerinin düşük, işletmelerinin kolay, elde edilen biyokatının katı maddesinin daha yüksek olmasıdır.

Nüfusu 20.000'e kadar olan yerleşim yerlerinde klasik tip (kum yataklı) kurutma yatakları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tip kurutma yatakları, taban drenajının sağlandığı, kum filtre malzemeden oluşan sığ havuzlardır. Biyokatı yataklar üzerine 15-30 cm kalınlıkta serilmekte ve kurumaya bırakılmaktadır. İklim ve çevre koşullarına bağlı olarak kuruma süresi birkaç haftadan birkaç aya kadar değişebilmektedir. Kuru havada ve uygun koşullarda 10-15 gün içerisinde biyokatının katı maddesi %40 civarına yükselebilmektedir.

Klasik tipteki kurutma yataklarına alternatif olarak; kaplamalı tip kurutma yatakları, sentetik malzemeli kurutma yatakları ve vakumlu kurutma yatakları biyokatıdaki suyu almak ve kurutmayı hızlandırmak amacıyla kullanılmaktadır.

2.3.1.2. Çamur Lagünleri

Çamur lagünleri, biyokatıların suyunu almak için kurutma yatakları yerine kullanılmaktadır. Lagünlerin verimi, kurutma yataklarında olduğu gibi iklim, yağış ve su alma işlemini geciktiren düşük sıcaklıklara bağlı olarak değişmektedir. Lagünler yüksek buharlaşma hızları olan bölgelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Lagünlerin çevrim süresi birkaç ay ile birkaç yıl arasında değişmekle birlikte, genel olarak biyokatı 18 ay süreyle lagünlere pompalanmakta, daha sonra lagün 6 ay süreyle dinlenmeye bırakılmaktadır.

2.3.2. Mekanik Su Alma Yöntemleri

Biyokatıların suyunun alınması için vakum filtrasyonu, plakalı pres filtreler, bantlı pres filtreler ve santrifüjler gibi mekanik su alma yöntemleri kullanılmaktadır.

2.4. Arıtma Çamurlarının Halk Sağlığına Uygunluğu

Atıksu arıtma tesislerinden ortaya çıkan ham çamurların halk sağlığı açısından güvenli kullanılması sağlamak üzere uygulanan pek çok yöntem vardır. Stabilizasyon ve dezenfeksiyon yöntemleri bu amaçla kullanılmaktadır. Stabilizasyon yöntemlerinin bazıları beraberinde ham çamurun dezenfeksiyonunu (patojenlerin giderilmesi) da sağlarken, bazı stabilizasyon yöntemleri ham çamurun dezenfeksiyonunu tam olarak sağlayamaz; ancak önemli oranda patojen giderimine neden olur.

Amerika'da biyokatılar da ki patojenlerin, insan ve hayvan temasından önce kabul edilebilir düzeylere indirilmesi için kullanılan standartlar ve amenajman uygulamaları, Çevre Koruma Ajansı (USEPA) tarafından ortaya konan yönetmeliğin ana konusu olarak ele alınmıştır. Yönetmelik biyokatıları "A Sınıfı" (doğrudan temas için güvenli) ve "B Sınıfı" (arazide ve bitkisel üretimde kısıtlı kullanım) olmak üzere iki kategoriye ayırmıştır.

USEPA'da "A Sınıfı" biyokatıların herhangi bir kısıtlama yapılmadan arazide kullanılabileceği ancak, biyokatıların "A Sınıfı" olarak değerlendirilebilmeleri için aşağıda belirtilen altı alternatiften birine ait koşulları sağlamaları gerektiği belirtilmiştir.

Alternatif 1. Çamurun katı maddesine bağlı olarak belirlenen ısıtma işleminin yeterli zaman boyunca uygulanması ; genellikle katı maddesi % 7 civarında olan çamurlara uygulanmaktadır.

Alternatif 2. Çamura yüksek pH ve ısı uygulanması ; çamur en az 72 saat boyunca pH>12 olacak şekilde kireçlenmelidir. Aynı zamanda bu 72 saatin en az 12 saatinde sıcaklığın >52 °C olması sağlanmalıdır. Bu şekilde kireçlenmiş biyokattının ilave olarak katı maddesi >%50 'ye kadar havada kurutulması da öngörülmektedir.

Alternatif 3. Stabilizasyondan önce enterik virüs ve helmint yumurtası bulundurmayan daha çok besin endüstrisinden kaynaklanan çamurları kapsar.

Alternatif 4. Stabilizasyon yöntemi bilinmeyen biyokattılar ; bu alternatif daha önceden depolanmış ve kaynağının ne olduğu bilinmeyen çamurlar için geçerlidir ve <1 canlı yumurta /4 gr (kuru ağırlık) ve helmint yumurta sayısı <1 canlı yumurta /4 gr (kuru ağırlık) limitlerini sağlaması gerekmektedir.

Alternatif 5. Patojen giderimini sağlayan (dezenfeksiyon) stabilizasyon yöntemlerinden biri ile stabilize edilen biyokattılar.

2.4.1. "A Sınıfı" Biyokattılar İçin Belirlenen Stabilizasyon Yöntemleri

Kompostlama; Kapalı yerde veya statik havalandırma ile kompostlamada çamur sıcaklığı 3 gün boyunca 55 °C'de veya daha fazla olmalıdır.yığın halinde kompostlamada çamurun sıcaklığı 15 gün veya daha fazla bir süre 55°C'de kalmalıdır.bu süre içinde yığın en az 5 defa çevrilmelidir.

Isı ile Kurutma; Çamur sıcak gazlar ile doğrudan veya dolaylı olarak temas ettirilerek, katı maddesi % 90 veya daha yüksek düzeye çıkıncaya kadar kurutulur. Bu sırada çamur partiküllerinin sıcaklığı 80 °C'yi aşmalıdır.

Isıl işlem; Sıvı formdaki çamur 30 dk süreyle 180 °C veya daha yüksek dereceye kadar ısıtılmalıdır.

Termofilik aerobik stabilizasyon; Sıvı formdaki çamura, aerobik koşulları sağlamak üzere 55-60 °C 'de 10 gün boyunca hava veya oksijen verilmelidir.

Beta ışını ile ışınlama; Çamur oda sıcaklığında (20 °C) en az 1,0 megarad dozunda beta ışınları ile ışınlmalıdır.

Gama Işını ile Işınlama; Çamur oda sıcaklığında kobalt 60 ve sezyum 137 gibi izotop kaynaklarından en az 1,0 megarad dozunda gama ışınları ile ışınlmalıdır.

Pastörizasyon; Çamurun sıcaklığı, 30 dk veya daha uzun bir süre boyunca 70 °C veya daha yüksek ısı derecesinde tutulmalıdır.

Alternatif 6. Patojen giderimi sağlayan stabilizasyon yöntemlerine eş değer olabilecek sistemlerden ortaya çıkan biyokatılar; patojen giderimini “A Sınıfı” olarak sağlayan stabilizasyon yöntemleri dışında kalan ve bunlara eş değer patojen giderimi sağlayan uygulamalar, Amerika’da “Patojen Eşdeğerliği İzin Komitesi” tarafından yerel veya ülkesel düzeyde belirlenmektedir. Söz konusu komite tarafından; Florida’daki bir tesiste 35-37 °C 30 gün anacrobik olarak stabilize edilen ve susuzlaştırılan biyokatinın, 30 gün boyunca yüksekliği 45 cm yi aşmayacak şekilde asfalt yataklara serilerek, güneş altında iki gün ara ile karıştırılarak %70 kuru madde sağlanana kadar kurutulması sonrası “A Sınıfı” kalitesinde olduğu kabul edilmiştir. Komite ayrıca, patojen giderimine eşdeğer uygulamaların patojen giderimini sürekli sağlayabildiğinin ortaya konmasını öngörmektedir.

EPA tarafından “A Sınıfı” biyokatılar için öngörülen bir diğer kural ise; yukarıda belirtilen 6 alternatiften birine ait koşulları sağlayan “A Sınıfı” biyokatılar da, arazide kullanılmadan önce, satılmak üzere hazırlanırken ve paketlenmeden önce *Fekal koliform* veya *Salmonellanın* belirlenmesidir. Bu kural gereği “A Sınıfı” biyokatılar da ; <1000 EMS (En Muhtemel Sayı) *Fekal Koliform* / gram (kuru ağırlık) veya <3 *salmonella* / 4 gram (kuru ağırlık) seviyelerinde bakteri varlığına izin verilmektedir. (bazı otoriteler *salmonella* ile ilgili verilen limitin *Fekal Koliform* limitine alternatif olmaması gerektiği konusunda görüş bildirmektedirler.

“A Sınıfı” biyokatılar, dezenfekte edilmiş olmaları nedeniyle insan tüketimine yönelik ürünlerin yetiştirilmesinde güvenle kullanılabilirken, “B Sınıfı” biyokatılar halk sağlığı açısından daha düşük kaliteye sahip olarak tanımlanmaktadır.

Yönetmelik gereği bir biyokatinın “B Sınıfı” kalitesinde olması için aşağıda verilen 3 farklı alternatiften birini sağlaması gerekmektedir.

Alternatif 1- Biyokatıların araziye uygulandığı sırada alınan yedi ayrı örneğin *fekal koliform* sayısının geometrik ortalamasının 2.000.000 EMS /gram (kuru ağırlık) den daha az olması istenmektedir.

Alternatif 2- Biyokatiya aşağıda verilen patojenleri önemli oranda azaltan stabilizasyon yöntemlerinden birinin uygulanmış olması gerekmektedir. Bu yöntemlerin biyokatıda 2.000.000 EMS *Fekal Koliform* /gram (kuru ağırlık) şartını sağlayacağı kabul edilmektedir.

2.4.2."B Sınıfı" Biyokatılar İçin Belirlenen Stabilizasyon Yöntemleri

Aerobik Stabilizasyon; Çamur hava veya oksijen verilerek 20 °C'de 40 gün veya 15 °C'de 60 gün bekletilmelidir.

Hava ile Kurutma; Çamur kum yataklarında, taşla kaplanmış veya kaplanmamış havuzlarda üç ay boyunca kurutulmalıdır. Bu üç ayın iki ayında ortalama günlük hava sıcaklığı 0°C'nin üzerinde olmalıdır.

Anaerobik Çürütme; Çamur oksijensiz ortamda 35 °C - 55 °C'de 15 veya 20 °C'de 60 gün bekletilmelidir.

Kompostlama; Çamur 5 gün süreyle 40 °C veya daha yüksek sıcaklıkta tutulmalıdır. 5 günlük bu dönem içerisinde 4 saatlik bir süreyle kompost yığınının sıcaklığı 55 °C'yi aşmamalıdır.

Kireç Stabilizasyonu; Çamura iki saat süreyle pH'sı 12 olacak şekilde kireç ilave edilmelidir.

Alternatif 3- Biyokatiya patojenleri önemli oranda azaltan stabilizasyon yöntemlerine eşdeğer kabul edilen yöntemlerin uygulanmasıdır. Söz konusu yöntemler Amerika'daki "Patojen Eşdeğerliği İzin Komitesi" tarafından belirlenmektedir. Örneğin; Teksas'da 20 gün 30 °C de veya 15 gün 35 °C de aerobik stabilizasyon ile elde edilen biyokatı "B Sınıfı" olarak kabul edilmiştir. Yukarıda belirtilen alternatif koşullarına ek olarak USEPA tarafından "B Sınıfı" biyokatıların kullanımları için bazı arazi kullanım kısıtlamaları getirilmiştir. (Tablo 2.4.1). Söz konusu kısıtlamaların temeli helmint yumurta sayısının önemli ölçüde azaltılması için gerekli zamana dayanmaktadır. Helmint yumurtaları çevresel bulaşma kaynakları arasında en dayanıklısı olup yeterli düzeyde giderilebilmeleri için gerekli olan süre, bakteriyel ve viral patojenlerin giderilmesi için gerekli süreden daha fazladır.

Amerika'daki uygulamaya benzer şekilde, Avrupa Birliği Ülkeleri tarafından 2000 yılında hazırlanmış olan taslak yönetmelikte, çamura uygulanan stabilizasyon yöntemlerine göre biyokatılar iki gruba ayrılmıştır. Dezenfeksiyonun sağlanabileceği stabilizasyon yöntemlerinin uygulandığı biyokatılar "Yüksek Standart", diğer yöntemler ile stabilize edilen biyokatılar "Geleneksel Standart" olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2.4.1. “A ve B Sınıfı” Biyokatıların Arazide Kullanım Kısıtlamaları

	“A Sınıfı” Biyokatı	“B Sınıfı” Biyokatı
Biyokatıya veya Toprağa Temas Eden Gıda Ürünlerinin Yetiştirildiği Alanlar	Kullanılır	Biyokatı uygulaması ile hasat arasında en az 14 aylık bir süre olmalıdır.
Kök Bitkilerinin Yetiştirildiği Alanlar	Kullanılır	-Biyokatı toprağa karıştırılmadan önce, toprak yüzeyinde 4 ay ve daha fazla kalıyorsa, biyokatının toprağa uygulanması ile bitkinin hasatı arasında en az 20 aylık bir süre olmalıdır. -Biyokatı toprağa karıştırılmadan önce toprak yüzeyinde 3 ay ve daha az kalıyorsa biyokatının toprağa uygulanması ile bitkinin hasatı arasında en az 38 aylık bir süre olmalıdır.
Yenen Kısımları Toprağa Temas Etmeyen Diğer Gıda, Lif ve Yem Bitkilerinin Yetiştirildiği Alanlar	Kullanılır	Biyokatı uygulaması ile bu bitkilerin hasatı arasında en az 30 günlük bir süre olmalıdır..
Otlatma Alanları	Kullanılır	Biyokatı uygulamasını takip eden ilk 30 günde otlatma yapılmamalıdır.
Halkla Temasın Yüksek Olduğu Yeşil Alanlar(Parklar, Top Sahaları, Çocuk Bahçeleri, vb.)	Kullanılır	Uygulanan alanın kullanımı için 1 yıl beklenmelidir.
Halka Temasın Düşük Olduğu Yeşil Alanlar	Kullanılır	Uygulanan alanın kullanımı için 30 gün beklenmelidir.

2.4.3.“Yüksek Standart” Biyokatılar İçin Belirlenen Dezenfeksiyonu Sağlayan Stabilizasyon Yöntemleri

Isı ile Kurutma; Çamur partiküllerinin sıcaklığı >80 °C ve katı madde > % 90 olacak şekilde kurutulmalıdır.

Termofilik Aerobik Stabilizasyon; Çamur, stabilizasyon süresi boyunca sisteme herhangi bir ekleme ve uzaklaştırma yapılmaksızın 55°C’de 20 saat bekletilmelidir.

Termofilik Anaerobik Çürütme; Çamur, stabilizasyon süresi boyunca sisteme herhangi bir ekleme ve uzaklaştırma yapılmaksızın 53 °C’de 20 saat bekletilmelidir.

Pastorizasyon; Sıvı çamurun 70 °C’de 30 dk işlem görmesinin ardından 35 °C’de 12 gün mezofilik anaerobik çürütme uygulanmalıdır.

Kireçleme; Çamur, pH’sı 12 olacak şekilde ve 55°C’de iki saat boyunca veya pH’sı 12 olacak şekilde üç ay süre ile bekletilmelidir.

Yukarıdaki yöntemlerle stabilize olmuş biyokatılarda ayrıca, *salmonella spp*’nin 50 gram (yaş ağırlık) da bulunmaması ve E.koli.’nin <500 KFB (Koloni Form Birim/g) olması şartı sağlanmalıdır.

2.4.4. “Geleneksel Standart” biyokatılar için belirlenen stabilizasyon yöntemleri

Termofilik Aerobik stabilizasyon; Çamur 55°C’de 20 gün bekletilmelidir.

Termofilik Anaerobik Çürütme; Çamur 53°C’de 20 gün bekletilmelidir.

Mezofilik Anaerobik Çürütme; Çamur 35°C’de 15 gün bekletilmelidir.

Kireç Stabilizasyonu; Çamura 24 saat süreyle homojen bir şekilde kireç ilave edilerek, 24 saatin 12 saatinde ortam pH’sının 12 olması sağlanmalıdır.

Uzun Havalandırma Stabilizasyon; Stabilizasyon süresi boyunca herhangi bir ekleme ve uzaklaştırma yapılmaksızın çamurun çevre sıcaklığında havalanma süresinin uzatılmasıdır.

Avrupa Birliği Taslak Yönetmeliğinde biyokatıların araziye uygulanması konusundaki sınırlama ve yasaklar bu iki farklı standart esas alınarak düzenlenmiştir.

İngiltere, aşağıda verilen stabilizasyon yöntemlerinden birinin uygulanmasıyla oluşan biyokatıların, herhangi bir sınırlamaya gerek olmadan arazide kullanılabileceğini kabul etmiştir.

Çamur Pastörizasyonu; Çamur 70 °C’de min. 30 dk veya 55 °C’de min.4 saat bekletildikten sonra mezofilik anaerobik çürütme uygulanmalıdır.

Mezofilik Anaerobik Çürütme; Çamur en az 12 gün, 35°C’de veya en az 20 gün 25 °C’de bekletildikten sonra 14 gün daha bekletilmelidir.

Termofilik Aerobik Stabilizasyon; Çamur en az 7 gün bekletilmeli ve bu sürenin en az 4 saatinde ısı min. 55°C’de olmalıdır. Tüm çamur min. 55°C’de en az 4 saat bekletilmelidir.

Kompostlama; Kompost en az 5 gün boyunca 40 °C muhafaza edilmeli ve bu sürenin 4 saatinde 55 °C’de bekletilmelidir.

Sulu Çamurun Kireç ile Stabilizasyonu; Çamur, en az iki saat süreyle pH’sı> 12 olacak şekilde kireçlenmelidir.

Susuzlaştırma ve Depolama; Çamur kireç veya diğer yoğunlaştırıcı maddelerle işlenerek suyu alındıktan sonra min. 3 ay depolanmalıdır. Eğer mezofilik anaerobik çürütme ile stabilize edilmiş ise depolama süresi min. 14 gün olmalıdır.

Tablo 2.4.2. “Yüksek Standart” ve “Geleneksel Standart” Biyokatıların Arazide Kullanım Kısıtlamaları

Arazi tipi	“Yüksek Standart” Biyokatı	“Geleneksel Standart” Biyokatı
Mer'a Alanları	Kullanılır	Kullanılır, ancak toprağa derin enjekte edilmeli ve biyokatı uygulaması ile otlatma arasında en az 6 haftalık bir süre olmalıdır.
Yem Bitkileri Yetiştirilen Alanlar	Kullanılır	Kullanılır, ancak biyokatı uygulamasından sonra 6 hafta geçmeden hasat yapılmamalıdır.
Tarım Alanları	Kullanılır	Kullanılır, ancak derine enjekte edilmeli veya derhal sürülerek toprak altına karıştırılmalıdır.
Toprakla Temas Eden Sebze ve Meyvelerin Yetiştirildiği Alanlar	Kullanılır	Kullanılamaz, veya biyokatı uygulamasından 12 ay geçmeden hasat yapılmamalıdır.
Toprakla Temas Eden ve Çiğ Yenen Sebze/Meyvelerin Yetiştirildiği Alanlar	Kullanılır	Kullanılamaz, veya biyokatı uygulamasından 30 ay geçmeden hasat yapılmamalıdır.
Meyve Ağaçları, Bağlar, Ağaçlandırma Alanları ve Ormanların Yeniden Ağaçlandırılması	Kullanılır	Kullanılır, ancak toprağa derin enjekte edilmeli ve uygulamadan sonra 10 ay boyunca halkla temas olmamalıdır.
Halka Temasın Yüksek Olduğu Yeşil Alanlar	Kullanılır, ancak iyi stabilize olmalı ve koku oluşturmamalıdır.	Kullanılamaz
Doğal Ormanlar	Kullanılamaz	Kullanılamaz
Arazi Islahı	Kullanılır	Kullanılır, ancak halkla temas için on ay beklenmelidir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Çalışma Alanı ve Tesisin Tanıtımı

Bölgenin önemli su kaynaklarından birisi olan Keban baraj gölü su havzasının kirlenmesini önlemek amacıyla Elazığ Atıksu Tasfiye Tesisi 1994 yılında iller bankası finansmanıyla 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.

3.1.1.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 çökebilir organik maddeler burada çökelererek 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.

3.1.2. 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 haznelere 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.

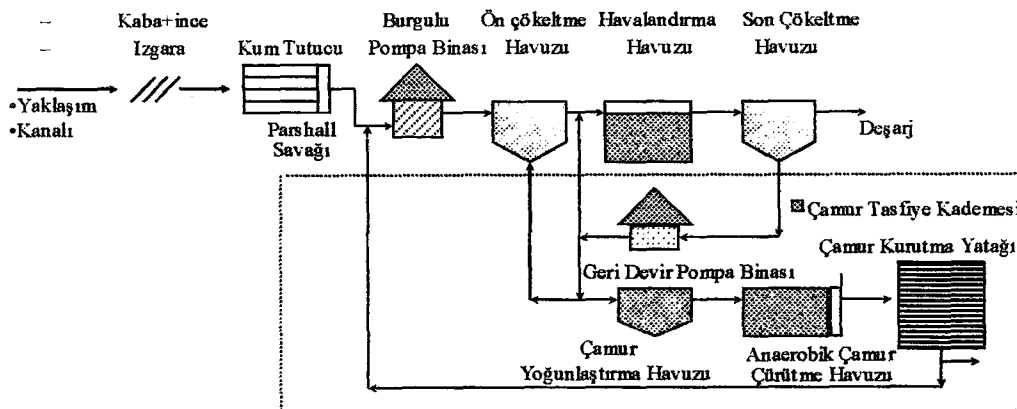
3.1.3.Çamur giderme

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.

Geri devir 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 4km uzaklıktaki Keban Baraj Gölü'nün Uluova bölgesine verilmektedir. Dere ve baraj gölü suyu tarımsal amaçlarda kullanılmaktadır. Arıtma Tesisi akım şeması Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. 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 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş- Çıkış Suyu Parametre Değerleri

T A R İ H	A.T. GİRİŞ					A.T. ÇIKIŞ				
	°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

3. 2. Materyal

Araştırma materyali olarak incelenen numuneler Elazığ Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisi'nin giriş ve çıkış suları ile çamur kurutma yatakları ve nihai çamur toplama alanının da ki çamur örnekleri 2004 yılı Haziran-2005 Mayıs ayları arasında 2-3 gün arayla her ay 10 kompozit halde alınıp analizler üç paralel halde yürütüldü.

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 hazırlandı ve üç kez analizlendi.

Çamur kurutma yatakları ile nihai çamur toplama alanındaki çamur örnekleri ise alandaki çamur profilinin 0-30 cm derinliklerinden alındı. Çamur örneklerinin alınacağı yerlerin her birinde alanı karakterize edecek şekilde toplanacak olan 40 çamur örneği numune alma kaplarına konularak, homojen olacak şekilde toplanan 10 g'lık 40 çamur örneği iyice harmanlanıp kompozit halde aynı gün laboratuvara getirildi ve analizlendi.

3.3. Metot

3.3.1. Çamurdaki Parazit Yumurtaların İncelenmesi

Kompozit çamur örneklerindeki parazit yumurtaların tipini ve sayısını belirlemek için, çamur örneğinden 1gr tartılıp bir kap içerisinde üzerine 29 ml. çeşme suyu ilave edilerek karıştırıldı. Karışım bir süzgeç yardımıyla temiz bir kaba süzüldü ve süzüntüden 15 ml. bir tüpe alınarak 10 dakika 2000 devirde santrifüj edildi. Daha sonra üstte kalan sıvı dökülüp dipteki çökeltinin üzerine doymuş $ZnSO_4$ solüsyonu eklenerek karıştırıldı. Daha sonra tüpün ağzına kadar doymuş $ZnSO_4$ solüsyonu doldurulup tüpün ağzına lamel kapatıldı ve 10 dakika 2000 devirde santrifüj edildi. Lamel bir lam üzerine alındı ve mikroskop altında lamelin kapattığı alandaki parazit yumurtalarının tespisi ve sayımları yapıldı. Sayılan tüm yumurta sayısı iki ile çarpılarak 1g. Çamurda ki yumurta sayısı belirlendi (Mimioğlu ve Kasap, 1978).

3.3.2. Sulardaki Parazit Yumurtaların İncelenmesi

Atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış su numunelerinden ayrı ayrı 10 ml'lik örnekler alınıp 3000 devir/dakika 'da steril cam tüp içinde santrifüj edildi. Santrifüj sonrası üste kalan berrak sıvı döküldü ve geri kalan 2 mililitre su ile dipteki tortu karıştırılarak süspanse edildi. Elde

edilen son sıvı mikroskobik muayene için hazır duruma gelmiş oldu. Böylelikle toplanan su numuneleri atık materyal bakımından yaklaşık 50 kat yoğunlaştırıldı (Jawetz vd., 1989).

Elde edilen sıvıdan yaklaşık 2 mililitre kadar hacim 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 örnekler parazitolojik lügol boyası eklenerek saptanan parazitolojik yapılar için daha etkin bir tanımlama süreci işlendi.

Yapılan işlemler sonucunda mikroskobik muayenede saptanan parazitolojik yapılar morfoloji, büyüklük ve boyanma karakterlerine göre tanımlandı (Chiodini ve Manser, 2001).



4. BULGULAR

4.1.Sulardaki Parazit (Helmint)Yumurtaları

4.1.1. Giriş Suyundaki Parazit (Helmint)Yumurtaları

Çalışma periyodu süresince 120 kompozit giriş suyu örneği incelenmiştir.

İncelemelerimizde arıtma tesisi giriş suyundan alınan tüm numunelerde çeşitli parazit yumurtaları görülmüştür. Parazit yumurtaları ile bulaşık olan giriş suyunda 11 türe ait parazit (helmint) yumurtası saptanmış olup saptanan parazit (helmint) yumurtaları ve bulunma oranları aylık olarak Ek 1-12 'de yıllık olarak ta Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş Suyu Örneklerindeki Yıllık Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Parazit Yumurtaları	Bulunduğu Örnek Sayısı	Yüzde (%)	Örnekteki Min/100 ml	Örnekteki Max/100 ml	Yoğunluk Ort/100 ml
<i>Bunostomun spp</i>	12/120	10.00	24	86	55
<i>Dicrocoelium</i>	15/120	12.50	69	88	78.5
<i>Moniezie spp</i>	4/120	3.33	25	56	41.5
<i>Taenia saginata</i>	59/120	49.16	30	130	80
<i>Strongyloides spp</i>	54/120	45.00	14	168	91
<i>Nematodirus spp</i>	12/120	10.00	30	65	47.5
<i>Strongylidae spp</i>	9/120	7.50	15	45	30
<i>Taxascaris spp</i>	9/120	7.5	96	160	128
<i>Toxocara spp</i>	7/120	5.83	42	90	66
<i>Ascaris lumbricoides</i>	44/120	36.66	13	160	86.5
<i>Trichuris spp</i>	9/120	7.50	20	88	54

Bulunan parazitlerin bir türü Trematod (*Dicrocoelium spp*), iki türü Cestod yumurtası (*Moniezia spp.* ve *Taenia saginata*) ve sekiz türünün ise Nematod (*Trichuris spp.*, *Strongyloides spp.*, *Nematodirus spp.*, *Toxocara spp.*, *Taxascaris spp.*, *Strongylidae spp.*, *Ascaris spp.*, *Bunostomum spp*) yumurtası olduğu bulunmuştur.

Ek 1-12 giriş suyu için incelendiğinde *Taenia saginata*, *Strongyloides spp* ve *Ascaris lumbricoides* yumurtalarının tüm aylarda diğerlerinin ise kimi aylarda olduğu ortaya çıkmıştır.

Örneklerde yoğunluk olarak ta en çok sırasıyla *Taenia saginata* (%49.16), *Strongyloides spp* (%45.00) ve *Ascaris lumbricoides* (%36.66) yumurtalarının olduğu saptanmıştır.

4.1.2. Çıkış Suyundaki Parazit (Helmint)Yumurtaları

Çalışma periyodu süresince 120 kompozit çıkış suyu örneği incelenmiştir.

İncelemelerimizde arıtma tesisi çıkış suyundan alınan tüm numunelerde çeşitli parazit yumurtaları görülmüştür. Parazit yumurtaları ile bulaşık olan çıkış suyunda 10 türe ait parazit (helmint) yumurtası saptanmış olup saptanan parazit (helmint) yumurtaları ve bulunma oranları aylık olarak Ek 1-12 'de yıllık olarak ta Tablo 4.2' de verilmiştir.

Tablo 4.2. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Suyu Örneklerindeki Yıllık Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Parazit Yumurtaları	Bulunduğu Örnek Sayısı	Yüzde (%)	Örnekteki Min/100 ml	Örnekteki Max/100 ml	Yoğunluk Ort/100 ml
<i>Bunostomon spp</i>	14/120	11.66	11	37	24.00
<i>Dicrocoelium</i>	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	13/120	10.83	7	33	20.00
<i>Taenia saginata</i>	33/120	27.50	19	80	49.50
<i>Strongyloides spp</i>	36/120	30.00	8	125	66.50
<i>Nematodirus spp</i>	12/120	10.00	8	44	26.00
<i>Strongylidae spp</i>	6/120	5.00	35	47	41.00
<i>Taxascaris spp</i>	15/120	12.50	43	67	55.00
<i>Toxocara spp</i>	7/120	7.50	21	30	25.50
<i>Ascaris lumbricoides</i>	39/120	45.83	19	63	41.00
<i>Trichuris spp</i>	10/120	8.33	35	57	46.00

Bulunan parazitlerin iki türü Cestod yumurtası (*Moniezia spp.* ve *Taenia saginata*) ve sekiz türünün Nematod (*Trichuris spp.*, *Strongyloides spp.*, *Nematodirus spp.*, *Toxocara spp.*, *Taxascaris spp.*, *Strongylidae spp.*, *Ascaris spp.* *Bunostomon spp*) yumurtası olduğu bulunmuştur.

Ek 1-12 çıkış suyu için incelendiğinde *Taenia saginata*, *Strongyloides spp* ve *Ascaris lumbricoides* yumurtalarının tüm aylarda, diğerlerinin ise kimi aylarda olduğu *Dicrocoelium*'un ise hiçbir ayda olmadığı ortaya çıkmıştır.

Örneklerde yoğunluk olarak ta en çok sırasıyla *Ascaris lumbricoides* (%45.83), *Strongyloides spp* (%30.00) ve *Taenia saginata* (%27.50) yumurtasının olduğu ortaya çıkmıştır.

4.2. Arıtma Çamurlarındaki Parazit (Helmint)Yumurtaları

4.2.1 Çamur Kurutma Yatağı Arıtma Çamurlarındaki Parazit (Helmint)Yumurtaları

Çalışma periyodu süresince 120 kompozit çamur kurutma yatağı arıtma çamuru örneği incelenmiştir.

İncelemelerimizde arıtma tesisi çamur kurutma yatağı arıtma çamurlarından alınan tüm numunelerde çeşitli parazit yumurtaları görülmüştür. Parazit yumurtaları ile bulaşık olan çamur kurutma yatağı arıtma çamurunda 11 türe ait parazit (helmint) yumurtası saptanmış olup saptanan parazit (helmint) yumurtaları ve bulunma oranları aylık olarak Ek 1-12 'de yıllık olarak ta Tablo 4.3`de verilmiştir

Tablo 4.3. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Çamur Kurutma Yatağı Arıtma Çamuru Örneklerindeki Yıllık Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Parazit Yumurtaları	Bulunduğu Örnek Sayısı	Yüzde (%)	Örnekteki Min/1 gr	Örnekteki Max/1 gr	Yoğunluk Ort/ 1 gr
<i>Bunostomun spp</i>	30/120	25.00	80	235	157.50
<i>Dicrocoelium</i>	17/120	14.16	70	111	90.50
<i>Moniezie spp</i>	11/120	9.16	28	75	51.50
<i>Taenia saginata</i>	80/120	66.66	101	270	185.50
<i>Strongyloides spp</i>	83/120	69.16	63	398	230.50
<i>Nematodirus spp</i>	21/120	17.50	20	110	65.00
<i>Strongylidae spp</i>	14/120	11.66	135	235	185.00
<i>Taxascaris spp</i>	18/120	15.00	91	200	145.50
<i>Toxocara spp</i>	16/120	13.33	80	109	94.50
<i>Ascaris lumbricoides</i>	88/120	73.33	95	200	147.50
<i>Trichuris spp</i>	26/120	21.66	70	131	100.50

Bulunan parazit (helmint) yumurtalarının bir türü Trematod (*Dicrocoelium spp*), iki türü Cestod yumurtası (*Moniezia spp.* ve *Taenia saginata*) ve sekiz türünün Nematod (*Trichuris spp.*, *Strongyloides spp.*, *Nematodirus spp.*, *Toxocara spp.*, *Taxascaris spp.*, *Strongylidae spp.*, *Ascaris spp.* *Bunostomum spp*) yumurtası olduğu bulunmuştur.

Ek 1-12 çamur kurutma yatağı arıtma çamuru için incelendiğinde *Taenia saginata*, *Strongyloides spp* ve *Ascaris lumbricoides* yumurtalarının tüm aylarda diğerlerinin ise kimi aylarda olduğu ortaya çıkmıştır.

Örneklerde yoğunluk olarak ta en çok sırasıyla *Ascaris lumbricoides* (%73.33), *Strongyloides spp* (%69.16) ve *Taenia saginata* (%66.66), yumurtasının olduğu ortaya çıkmıştır.

4.2.2 Nihai Alan Arıtma Çamurlarındaki Parazit (Helmint)Yumurtaları

Çalışma periyodu süresince 120 kompozit nihai alan arıtma çamuru örneği incelenmiştir.

İncelemelerimizde nihai alan arıtma çamurlarından alınan tüm numunelerde çeşitli parazit yumurtaları görülmüştür. Parazit yumurtaları ile bulaşık olan nihai alan arıtma çamurlarında 3 türe ait parazit (helmint) yumurtası saptanmış olup saptanan parazit (helmint) yumurtaları ve bulunma oranları aylık olarak Ek 1-12 'de yıllık olarak ta Tablo 4.4'de verilmiştir

Tablo 4.4. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Nihai Alan Çamur Örneklerindeki Yıllık Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Parazit Yumurtaları	Bulunduğu Örnek Sayısı	Yüzde (%)	Örnekteki Min/1 gr	Örnekteki Max/ 1 gr	Yoğunluk Ort/ 1 gr
<i>Bunostomun spp</i>	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	-	-	-	-	-
<i>Moniezie spp</i>	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	33/120	27.50	14	67	40.5
<i>Strongyloides spp</i>	9/120	7.50	5	53	29
<i>Nematodirus spp</i>	-	-	-	-	-
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-
<i>Ascaris lumbricoides</i>	10/120	8.33	7	20	13.5
<i>Trichuris spp</i>	-	-	-	-	-

Bulunan yumurtaların iki türünün Nematod, *Strongyloides spp* (%7.50), ve *Ascaris lumbricoides* (% 8.33), bir türünün ise Cestod, *Taenia saginata* (%27.50) parazit (helmint) yumurtası olduğu görülmüştür.

Ek 1-12 nihai alan arıtma çamurları için incelendiğinde *Taenia saginata*, *Strongyloides spp* ve *Ascaris lumbricoides* yumurtalarının Haziran-Mart ayları arasında diğerlerinin ise hiç bir ayda olmadığı ortaya çıkmıştır.

Örneklerde yoğunluk olarak ta en çok sırasıyla *Taenia saginata* (%27.50), *Ascaris lumbricoides* (% 8.33), *Strongyloides spp* (%7.50) yumurtasının olduğu ortaya çıkmıştır.

5. TARTIŞMA

Özellikle tarımsal amaçlı kullanılan arıtma tesisi çıkış suyu ve arıtma çamurlarında parazit (helminth) yumurtalarının belirlenmesi ve bu ürünlerde ki parazit yumurtalarının varlığı göz önüne alınarak en etkin arıtma teknolojilerinin seçilmesi, parazitolojik su ve çamur kalite standartlarının etkin bir şekilde uygulanarak ortaya çıkabilecek hastalıkların önlenmesi, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Damlatmalı filtreler ve aktif çamur sistemleri gibi biyolojik atıksu arıtma prosesleri atıksudaki patojenlerin sayılarını azaltabilir. Bundan dolayı elde edilen arıtma çamurundaki patojenlerin yoğunluğu giren atıksudakinden daha yüksektir. Çünkü çamur konsantrasyon katıları içine alır. Bununla beraber, biyolojik çamur içeriğindeki patojenlerin yoğunluğu halk sağlığı ve çevresel açıdan risk taşır (USEPA, 1992; Lucero-Ramirez, 2000). Bilgin ve diğ. (1997), arıtılan atıksuyun özelliğine bağlı olarak çamurda önemli ölçüde değişebilen mikroorganizmaların cins ve yoğunluğu ile yumurta yüklerinin artabileceğini belirtmektedirler. Gaspard ve diğ. (1995), çamurda, özellikle parazit (helminth) yumurtaları ve çeşitli mikroorganizmaların yaygın bir şekilde bulunduğunu belirtmektedir. Araştırmamızda da incelenen kompozit çıkış suyu örneklerinde parazit (helminth) yumurtalarının azaldığı ve arıtma çamuru örneklerinde ise sayılarının atıksu arıtma tesisine giren atık sudakinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çalışma periyodu süresince arıtılmış atıksu ve arıtma çamuru örnekleri üzerinde yapılan ve Ek 1-12 'de verilen tablolara bakıldığında analizi yapılan 120 kompozit çıkış suyunun 39'unun (% 45.83), çamur kurutma yatağı arıtma çamurlarının 88'inin (% 73.33) ve nihai alan arıtma çamurlarının 33'ünün (% 27.50), parazit (helminth) yumurtalarıyla bulaşık olduğu saptanmıştır. Bu durum halk sağlığı ve çevresel açıdan endişe vericidir.

Helminthler den *ascaris* yumurtalarının klorlama işlemine ve ısıya karşı dayanıklı olduğu, bu dayanıklı yumurta kistlerinin bakteriler veya virüslerden çok daha ağır olduğu içinde hemen hemen hepsinin ilk çöktürme esnasında çamur içine çöktüğü ve genellikle *ascaris* yumurtası çamurda diğer parazitlerden daha yüksek konsantrasyonda bulunduğunu belirtmişlerdir (Brannel vd. 1975; Yeagar ve Obilien 1983). Araştırmamızda da incelenen çamur kurutma yatağı arıtma çamuru kompozit numunelerinde de *ascaris* yumurtasının diğer parazit (helminth) yumurtalarından daha yüksek konsantrasyonda olduğu bulunmuştur.

Gaspard ve diğ. (1995), arıtma çamurlarında *Toxocara*, *Trichuris*, *Taenia*, *Capillaria* yumurtalarının bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda da incelenen kompozit, giriş ve çıkış suyu ile çamur kurutma yatağı ve nihai alan arıtma çamurlarında *Toxocara*, *Trichuris*, *Taenia*, yumurtaları bulunmuştur.

Tarımsal amaçlı kullanılan arıtma çamurlarında % 93.2 gibi yüksek bir yoğunlukta nematod yumurtaları (*Ascaris*, *Toxocara*, *Trichuris*, *Ascaridia* ve *Enterobius*) ile % 6.8 'lik bir yoğunlukta Cestodes yumurtaları (*Taenia* ve *Hymenolepis*) tespit etmişlerdir. Öbek ve diğ. (2000), arıtma çamurlarında % 9,375'lik bir yoğunlukta Trematod yumurtaları, %12.5 yoğunlukta Cestod yumurtaları ve % 59. 375'lik yüksek bir yoğunlukta Nematod yumurtarı bulduklarını bildirmişlerdir. Araştırmamızda da arıtma tesisi çıkış suyunda %20 yoğunlukta Cestod yumurtası , % 80 yoğunlukta Nematod yumurtası; çamur kurutma yatağı arıtma çamurunda, % 9.09 Trematod, % 18.18 Cestod , % 72.72 Nematod yumurtası; nihai alan çamurunda ise % 27.50 Nematod yumurtası bulunmuştur.

Watson ve diğ. (1983), Crewe (1984), Schuh ve diğ.(1985), Stien (1989), Barbier ve diğ.(1990)'nin arıtma çamurlarının 100g.'ında Öbek ve diğ.(2000), ise 1 g.'ında belirledikleri parazit helmint yumurta sayısı çalışma örneklerimizdeki 120 kompozit numunenin 1 g'ında bulunan parazit yumurta sayısı ile karşılaştırıldığında örneklerimizdeki sayının oldukça yüksek oranda olduğu görülmüştür.

Çamur da bulunan parazit kirleticilerinin en dayanıklı formu olan helmint yumurtaları (Schwartzbrod ve diğ. ,1998; Strauch ve Carington, 1992) ile ilgili düzenlemeler Fransa için 3'ten daha az sayıda canlı helmint yumurtası / 10g kuru madde, USEPA için 1'den az sayıda canlı helmint yumurtası /4g kuru madde ve İsviçrede ki kanuna göre ise bulaşıcı helmint yumurtalarından çamurun tamamen arındırılmış olması diğer bir ifadeyle atıklar enfeksiyöz helmint yumurtaları içermemesi gerektiğini işaret etmektedir. Atıksuyla tarımsal sulama 1 helmint yumurtası/l ile sınırlandırılmıştır (Hespanhol ve Prost, 1994). Bu zorunluluğun, parazit (helmint) yumurtalarının çevresel şartlarda yüksek oranda hayatta kalmasıyla ilgili olduğu ileri sürülmektedir (Gaspard ve diğ., 1997 ; Gaspard ve Schwartzbrod, 2003). Araştırma örneklerimizden çamur kurutma yatağı ve nihai alan arıtma çamurlarından alınan 1 g.'ında ve su örneklerinin ise 100 ml'sinde oldukça yüksek yoğunlukta parazit (helmint) yumurtaları bulunmuştur. Öbek ve diğ. (2000), aynı atıksu arıtma tesinden almış oldukları arıtma çamuru örneklerinde benzer sonuçları tespit etmişlerdir. Bu çamurların istek halinde yöre çiftçilerine kontrolsüz verilmesi ve çıkış sularının Kehli deresi aracılığı ile Keban baraj gölü havzasına verilmesi oldukça düşündürücüdür.

Çamurda önemli ölçüde değişebilen mikroorganizmaların tür ve sayıları ile yumurta yükleri, yerel insan topluluğunun sağlık durumuna bağlı olduğu ve zaman içinde önemli ölçüde değişebileceği (Lue-Hing ve diğ., 1992), kötü sıhhi şartlar ya da hayvansal kirlenmeden çamurdaki yumurta yüklerinin artabileceği (Gaspard ve diğ., 1997) belirtilmektedir. Çamur ve su numunelerinin alındığı alanlar koruma altında olduğu halde çalışma materyalimizdeki örneklerde, aynı tesisten alınan, çıkış suyu, çamur kurutma yatağı arıtma çamuru ve nihai alan

çamurunda yapılan parazit (helminth) yumurta tipi ve düzeylerinde sayısal farklılık görülmüştür. Arıtma çamuru ile ilgili benzer sonuçlar, Öbek ve diğ.(2000), tarafından elde edilmiş ve bu durumun büyük olasılıkla arıtma tesisi giriş suyunun fizikokimyasal özelliklerinin farklı olması ve türlerin zıt çevre şartlarına karşı gösterdikleri direnç, kanalizasyon sistemiyle zaman zaman gelen mezbaha atıksularının arıtma tesisinde beraber arıtılması ve çamur çürütme ile çamur işleme şartlarındaki farklılıklarla ilgili olabileceği elde etmişlerdir. Bu durumun Öbek ve diğ. (2000), tarafından da belirtildiği gibi arıtma tesisi giriş suyunun fizikokimyasal özelliklerinin farklı olması ve türlerin zıt çevre şartlarına karşı gösterdikleri direnç, kanalizasyon sistemiyle zaman zaman gelen mezbaha atıksularının arıtma tesisinde beraber arıtılması ve çamur çürütme ile çamur işleme şartlarındaki farklılıklarla ilgili olabileceği sanılmaktadır.

Aerobik ve anaerobik olarak çürütülmüş sulu çamurların dezenfeksiyonu için en iyi yöntemin uzun süreli depolama olduğu (Filibeli, 1996) belirtilmektedir. Nihai toplama alanında 10`uncu aydan sonra alınan numunelerde parazit (helminth) yumurtasının görülmeyişi çamurların dezenfeksiyonu için uzun süreli bekletmenin uygun bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Mavridou ve diğ.(1995), atıksu çamurları ile ilgili yaptıkları çalışmada bir kez *Toxocara canis* izole etmişlerdir. *Toxocara canis*in mevcudiyetinin bu bölgelerdeki çalışanlar için potansiyel sağlık risklerini işaret ettiğini belirtmiştir. Parazitin mevcut olması değişik aktivitelerde çamuru kullanan çiftçilerin ve arazide çalışanların sağlığına karşı bir tehdit oluşturacağını da belirtmiştir. İncelenen örneklerde de *Toxocara* tespit edilmiştir.

Sonuç olarak çıkış suyu ve arıtma çamurlarındaki fizikokimyasal özellikler yönünden tarımsal alanlarda kullanılmaya uygunluk gösterse bile bunlarda parazit (helminth) yumurta düzeylerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu nedenle Ülkemizde Çevre bakanlığınca 14.03.1991. tarih ve 20814 sayılı Resmi gazete de yayınlanarak yürürlüğe giren “Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”nin Arıtma çamurları ile ilgili maddelerinde tarımsal amaçlar için çamurların kullanımı ile ilgili maddelerinde yer almayan parazitolojik riskler ile ilgili sınır değerler ortaya konularak yeniden düzenlemelerin gerekli olduğu kanısındayız.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma da şu sonuçlara ulaşılmıştır;

Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi 2020 yılı kapasitesine göre projelendirilmiş olup 2000 yılı kapasitesini karşılayabilecek kısmının inşaat, mekanik ve elektrik kısımları tamamlanmıştır. 2005 yılında olmamıza rağmen ek tesis inşasına başlanmadığından mevcut su alma kapasitesi yeterli gelmemektedir. Bundan dolayı özellikle yağışlı günlerde bir kısım atıksuların by-pass edilmesi söz konusudur. Bu durumun çevre ve halk sağlığı açısından olumsuz etkilerinin yanı sıra Keban Baraj Gölü için önemli kirletici kaynaklardan biri olduğu dikkate alınarak kapasite artışı için ek ünitenin yapılması gerekmektedir.

Arıtılmış atıksular içme suyu havzalarını , rekreasyonel su alanlarını ve su ürünlerinin yetiştiği bölgeleri etkileyebilmektedir. Keban Baraj Gölü içerisinde ve Fırat nehri üzerinde çok sayıda balık üretme çiftliklerinin kurulmuş olması ve burada üretilen balıkların çoğunlukla Elazığ ili ve daha az olarakta Türkiye genelinde tüketildiği göz önüne alınırsa Keban Baraj Gölü havzasının kirlenmesi geniş bir insan topluluğunun sağlığını olumsuz yönde etkileyebileceği ortadadır. Gerek Keban Baraj Gölü gerekse Fırat nehrinden alınan sularla geniş tarımsal arazilerin sulandığı bilinmekte olup söz konusu suların kirlenmesi tarımsal ürünlerdeki hijyenide tehdit etmektedir. İnsan teması söz konusu olduğunda, enfeksiyon riskini ortadan kaldırmak için atıksuların deşarjdan önce dezenfeksiyonu zorunludur. Atıksu arıtma tesisinde dezenfeksiyon ünitesi bulunmadığından deşarj suyu standart değerleri sağlanamamaktadır. Çıkış suyunda parazit (helmint) yumurtası varlığı sebebiyle dezenfeksiyon sistemine ihtiyaç vardır.

Stabilizasyon yöntemlerinin başında ise mikrop kırıcı kimyasallar (klor ve bileşikleri) gelir. Bunun dışında ısıtma işlemi, UV ışığına tutma ve buharlama gibi yöntemlerle dezenfeksiyon sağlanır. UV yüksek enerjili bir ışık olup mikroorganizmaların çoğunun DNA'sını parçalar. Ancak parazit (helmint) yumurtalarına olan etkisi azdır. Bu nedenle ısıtma işlemi parazit (helmint) yumurtalarını kesin olarak öldürdüğünden etkili bir dezenfeksiyon yöntemidir.

Biyogaz üretimi organik atıkların kontrollü-uygun koşullarda depolanmasını sağlar. Çiftlik kökenli organik atıkların-gübrelerin kontrolsüz depolanması yeraltı-yerüstü sularının, toprağın ve havanın kirlenmesine neden olur. Gübrenin içerdiği azotlu bileşenler toprakta depolanır, yıkanır ve gaz halde atmosfere karışır. Azot, nitrat formunda (NO_3^-) yer altı suyuna karışarak, amonyak halinde (NH_3) azot oksit yağmurlarına neden olur ve azot oksit (N_2O) yapısında da sera etkisine neden olarak çevreyi kirletir. Gübreden ayrıca metan gazı (CH_4) çıkışı havayı kirletmektedir. Azot oksitler karbondioksitten (CO_2) 150 kat daha fazla ozon tabakası için zarar oluşturmaktadır. Biyogaz üretimi sonrasında organik yapıdaki C/N oranı küçülür, böylece NH_3 , CH_4 ve N_2O ve nitrat kirleticileri azalır.

Tesiste biyogaz üretimi için yeterli miktarda arıtma çamuru mevcuttur. Yukarıda bahsettiğimiz sebeplerden dolayı arıtma çamurlarını biyogaza dönüştürecek ünitenin yapılması uygun olacaktır. Bu üniteyle hem arıtma çamurlarının stabilizasyonu hem de tesisin ısınma ve elektrik giderlerinin bir kısmı karşılanacaktır.

Atıksuların arazide arıtımı ile açık alanların korunması ve geliştirilmesinde sulama amacıyla atıksuyun kullanılması, kurak alanların sulanması, yeşil alanların sulanması ve korunması, tarımsal alanlardan ekonomik kazançlar elde edilmesi gibi amaçlar için arazide arıtım işlemlerinden yararlanılmaktadır.

Atıksu Arıtma Tesisi deşarj suyunun bir kısmı dezenfekte edildikten sonra bu amaçla kullanılabilir. Bu uygulama deşarj suundaki azot-fosfor oranını azaltacağı gibi ekonomik değeri olan sera bitkilerinin yetiştirilmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

Atıksu arıtma tesisinde çamur giderme ünitesi olarak kurutma yatakları tercih edilmiştir. 72 adet 50m×10m×1m ebatlarında çamur kurutma havuzu mevcuttur. Bu havuzların 50'ye yakını çalışmamaktadır. Dren borularının değişmesi, rögarların temizlenmesi, kanal kapaklarının yenilenmesi, eksik olan kumların temin edilmesi gerekmektedir. Tesiste çevre ve halk sağlığı açısından risk oluşturan koku probleminin çözülmesi için Belt press yada santrifüj sisteminin kurulması ve çamur kurutma havuzlarının tamamen kaldırılması gerekmektedir. Bu sistemin kurulması halinde hem çevre sakinlerinin şikayetleri en aza inecek hem de yaz aylarındaki sinek, sivrisinek ve diğer haşerelerin önüne geçilmiş olunacaktır.

Helminthler atık su ve arıtma çamur ile ilgili önemli sağlık risklerinden biridir. Genellikle su ve çamurdaki helminthlerin varlığı kirlilik riskini belirlemek için indikatör organizma olarak kullanılmaktadır.

Araştırmamızda saptanan parazit (helminth) yumurtaları ve oluşturdıkları 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 türleri, *Taenia saginata* ve *Moniezia spp.*'dir. *Taenia saginata* insanda yalnız erişkin halinde parazit olarak bulunmakta ve iyi pişmemiş sığır etinin yendiği ve sanitasyonun yetersiz olduğu yerlerde sık görülmektedir. Güneydoğu ve Doğu Anadolu'da görülme sıklığı en yüksektir.

Parazitin çiftlik hayvanlarına bulaşması; hayvanın, parazit (helminth) 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 ürünleri kalitesinde 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. *Dicrocoelium*, safra yollarına yerleşmesinden ileri gelen parazitliğe dikrosölyaz (Dicrocoeliasis) denir. Bu trematod yurdumuzda koyun, sığır, keçi, gibi kesim hayvanlarının safra yollarında sık olarak görülmektedir. Her ne kadar dikrosölyaz koyunlarda ve diğer otçullarda yaygın ise de insanda vakalar çok nadirdir.

Nematodlar, erişkin ve larva şekilleri insanda parazit olarak yaşayabilmekte ve böylece çeşitli parazitozlara sebep olmaktadır. Nematodlar, insan vücuduna sindirim yoluyla veya deriden bulaşırlar. 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 infekte ederler. Bağırsak dışı yerleşim de göstererek kas dokusu içine veya *Tenia solium*’da olduğu gibi beyin dokusuna 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.*, *Strongyloides spp.*, *Nematodirus spp.*, *Toxocara spp.*, *Taxascaris spp.*, *Strongylidae spp.*, *Ascaris spp.* *Bunostomum spp.*’dir.

Ascaris lumbricoides, tıbbi olarak en önemli helmintler arasındadır. Toprakta veya sulama sularında bulunmaları çok kolaylıkla insanları infekte edebilecekleri anlamına gelir. Çevre ve halk sağlığı yönünden önemli bir tehdit oluştururlar. *Ascaris* tozlu ortamlarda akciğerlere kadar ulaşarak enfeksiyonu burada başlatır. Yumurtalarından çıkan larvalar akciğer dokusunda alerjik reaksiyonlara neden olarak Loeffler Pnevmonisi olarak adlandırılan bir alerjik zatürre tablosuna yol açarlar. Daha sonra balgam yoluyla larvalar üst solunum yoluna kadar ulaşırlar. Burada bazıları ağızdan dışarı çıkarken bazıları kişinin balgamını yutması ile mide ve bağırsak sistemine ulaşır. Daha çok ince bağırsaklarda yerleşerek kişinin sağlıklı beslenmesini engellerler. Çeşitli vitamin kayıpları, malnitrisyon gibi rahatsızlıklara neden olabilirler.

Strongyloides, erişkin şeklinin insanda ince bağırsağın çeperinde larvaların ise muhtelif organlarda parazitliği ile ortaya çıkan enfeksiyona strongyloidiasis denmektedir. Sıcak ve nemli ülkelerde bulunur. Yurdumuzda da bu enfeksiyona yer yer rastlanmaktadır. Vücuda girdiği yerde kaşıntı ve çeşitli cilt şikayetleri ortaya çıkar. Besinlerin emilme bozukluğu ve ince bağırsaktaki ülserler ölümle sonuçlanabilir.

Toxocara cinsi, *Ascaris* cinsinden boyun bölgesinde kanatlar bulunmasıyla ayrılır. Enfeksiyon insanlarda ve özellikle çocuklarda embriyonlu köpek askaridi yumurtalarının

yutulmasıyla bulaşır. Bu bakımdan kedi-köpek pisliği ile kirlenen gıdaların ve toprağı yemenin rolü vardır. Evde kedi-köpek yavrularının bulunmasının çocuklar için toxocariyaz risk faktörü oluşturur. Bu hastalık en sık olarak 1.5-9 yaşındaki çocuklarda görülür.

Trichuris trichura, insanda kalın bağırsakta, özellikle baş kısmını bağırsak duvarına sokarak hastalık oluşturur. Bu nematoda yurdumuzun her yerinde rastlanmaktadır. Trichuriyazda parazit kaynakları paraziti taşıyan insanlardır; bunlar dışkıları ile yumurtaları çevreye saçarlar. Bu yumurtalar uygun sıcaklık ve nemdeki çevrede bir süre sonra bulaşıcı olurlar.

Bu enfeksiyon için de embriyon meydana gelmiş yumurtaların, sebzeler, meyveler veya pis sularla veya herhangi bir şekilde ağızdan yutulmasıyla bulaşır. Sindirim sistemi belirtilerinden karın ağrısı, kusma, şişkinlik, iştahsızlık görülebilir. Sinir sistemi belirtileri ve alerjiye bağlanabilen hastalıklarda görülür.

Bunostomum gibi çengelli solucanlar, deride kaşıntılı lezyonlar yapabilir ve enfeksiyonları genellikle burada sınırlı kalır.

Gerek işlem görmüş atıksu gerekse arıtma çamurunun helmint yumurtalarını içermesi nedeniyle bunların tarımsal amaçlı kullanımı halinde sağlık açısından bir risk faktörü olacağını ortaya çıkarmıştır.

Arıtılmış atıksu ile tarımsal sulamada litrede 1 helmint yumurtasıyla sınırlandırılmış (Sopper, 1989), olmasına rağmen tarımsal amaçlar için çamurların kullanımı ile ilgili hiçbir sınırlama mevcut değildir. Yapılan çalışmada saptanan değerler bu sınırlamanın yaklaşık on kat üzerindedir.

Nihai alandan alınan ve uzun süre bekletilmiş olan arıtma çamurlarındaki helmint yumurtalarının azlığı çevresel şartların bu mikroorganizmaların elimine edilmesinde etkili olduğunu göstermektedir.

Arıtma çamurlarının ve arıtma tesisi çıkış suyunun kullanıldığı bölgelerin yerleşim alanlarına yakınlığı, insanlarla muhtemel temas şekillerinin çokluğu, solunma-yutma riski ve temas tekerrürü nedeniyle bu mikroorganizmaların yol açabileceği sağlık riskleri konusunda ilgili resmi kurumlarında katılımını sağlayarak halkın bilgilendirilmesi ve tesis çalışanlarının eğitimi gereklidir.

Arıtma çamurları ciddi bir nitrojen ve fosfor kaynağı oldukları için tarımsal açıdan değer taşımalarının yanında bunların kullanımı bazı patojenlerle sık sık kontamine oldukları için sınırlandırılmıştır. Dolayısıyla tarımda kullanılan arıtma çamurlarının mikrobiyal kalitesinin bilinmesi; çevreye yüksek miktarda patojen mikroorganizmanın atılmasının olması, kaynak sularının kirlenmesi, toprak ve tarımsal ürünlerin bu patojenlerle kontamine edilmesinin önlenmesi açısından önemlidir.

Yürürlükteki düzenlemelerin halk sağığını tehdit eden riskleri en aza indirmek için daha sıkı bir şekilde uygulanması gerekir. Bu amaçla günümüze kadar oluşturulmuş yasal düzenlemelerin güncellenmesi, zaman içerisinde kurulmuş arıtma tesislerinin modernizasyonu ve çalışmamızda vurgulanan parazit (helminth) yumurtalarını da elimine edecek yeni teknolojilerin yapılandırılması çevre ve halk sağığı açısından faydalı olacaktır.



KAYNAKLAR

- Akça, L., Çitil, E., Tüfekçi, N. (1996). Arıtma Çamurlarının Tarım Alanlarında Değerlendirilmesi, Tarım-Çevre İlişkileri Semp., Mersin.
- Al-Roshidi, R.K., Al-Jabri, M.M. (1990). Nitrification And Urea Hydrolysis İs Amended Calcarous Saline Soils. *Arial Soil Reccarch And Rchebilitation*, 4:243-252.
- Alloway, B., Jackson, P., (1991). The Behaviour of Heavy Metals in Sewage Sludge Avended Soils. Elsevier Science publishers B.V., United Kingdom.
- Amahmid, O., Asmama, S., Bouhoum, K., (2002). Urban Wastewater Treatment in Stabilization Ponds: Occurrece and Removal of Pathogens. *Urban Water* 4, 255-262.
- Asano, T., Maeda, M., and Takaki, M.,(1996). Wastewater reclamation and reuse in Japan: overwiev and implementation examples. *Water Science and Technology*. 34:219-226.
- Asaolu, S.O. and Ofoczie, I.E. (2003). The role of health education and sanitation in the control of helminth infections. *Elsevier Science Acta tropica* 86, 283-294.
- Ayres, R.M., Stott , R., Mara, D.D. and Lee, D.L., (1992). Wastewater reuse in agriculture and the risk of intestinal nematode infection. *Parasitol. Today* 8(1), 32-35.
- Barbier, D., Perine, D., Duhamel, C., Daublet,R. And Georges P.,(1990). Parasitik Hazard with sewage sludge applied to land. *Appl. Environ. Microbiol*, 56, 5, 1420-22.
- Bilgin, N., Alluşoğlu, S., Oruç, S.(1997). İkinci Kademe Arıtılmış Kentsel Nitelikli Atıksu Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanılma Olanaklarının Araştırılması, Köy Hizmetleri Araştırma Projesi, Proje No:973230B01, Ankara.
- Brannen, J.P., Garst, D.M., 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.
- Cantoray, R. (1984) Hayvanlardan İnsanlara Geçen Bazı Paraziter Hastalıklar ve Bunların Önemi, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, Özel Sayı: 133-139,
- Capizzi-Banas, S., Deloge, M., Remy, M., Schwartzbrod, J. (2004). Liming as an advenced teratment for sludge sanitisation: helminth eggs elimination – *Ascaris* eggs as model. *Water research* 38, 3251-3258.
- Chiodini, P.L., Manser, D.W.(2001). Atlas of medical Helminthology and Protozoology. 4th, edition. Churchill Livingstone-Published 2001, Newyork.
- Coppola, S. (1983). Soil Microbial Activities as Affected By Application of Composd Sewage Sludge Application on Physical And Biological Properties of Soils. Reidel Publ. Co., Boston, MA.

- Crewe, W.(1984). Transmission of *Taenia saginata* in Britain. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*. 78, 249-251.
- Crampton, D.W.T., Nesheim, M.C., Pawlowski, Z.S.(Eds.), (1989). *Ascariasis and its Prevention and Control*. Taylor and Francis, London.
- Davis, A., 1985. Ascariasis: drugs and drug policy. In: Crampton, D.W.T., Nesheim, D.W.T. M.C., Pawlowski, Z.S.(Eds.), *Ascariasis and its Public Health Significance*. Taylor and Francis, London, pp. 239-244
- Düring, R.A., Gäth, S. (2002). Utilization of Municipal Organic Wastes in Agriculture: Where Do we Stand, Where will we go? *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 165, 544-556.
- Emmerling, C., Liener, M., Haubold-Rosar, M., Katzur, J., Schröder, D. (2000). Impact of Application of Organic Waste Materials on Microbial and Enzyme Activities of Mine Soils in The Lusatian Coal Mining Region. *Plant Soil*, 220, 129-138.
- Feachem, R.G., Bradley , D.J., Garelick, H., & Mara, D.D. (1983). *Sanitation and disease : Health aspects of excreta and waste water management*. Chichester: Wiley.
- Frankenberger, W.T., Johanson, J.B., Nelson, C.O. (1983). Urease Activity in Sewage Sludge-Amended Soils. *Soil Biol. Biochem.*, 15, 5, 543-545.
- Filibeli, A.(1996) Arıtma Çamurlarının İşlenmesi, DEÜMF Yayınları No:225, İzmir.
- Garcia, C., Hernanpez, T. (1996). Effect of Bromecil And Sewage Sludge Addition on Soil Enzymatic Activity. *Soil Science and Plant Nutrition*. 42(1), 191-195.
- Gaspard, P., Wiart, J., Schwartzbrod, J. (1995) Urban Sludge Reuse In Agriculture: Waste Treatment and Parasitological Risk, *Bioresource Technology*, 52, 37-40.
- Gaspard, P., Wiart, J., Schwartzbrod, J. (1996). A Method For Assessing The Viability of Nematode Eggs In Sludge, *Environmental Technology*, 17, 415-420,
- Gaspard, P., Wiart, J., Schwartzbrod, J., (1997). Parasitological Contamination of Urban Sludge Used for Agricultural Purposes, *Waste Management and Research* 15, 429-436.
- Gaspard, P., Schwartzbrod, J. (2003). *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 206, 117-122.
- Guidi, G.(1980). Relationships Between Organic Matter of Sewage Sludge and Physico-Chemical Properties of Soil. Characterization, Treatment and use of Sewage Sludge. *Proceedings of the Second European Symposium*. Vienna, 21-23 ,530-544.
- Hespanhol, I. and Prost A.M.E., W.H.O. (1994). Guidelines and National Standards for Reuse and Water Quality. *Wat . res*. 28 (1) ,119 -124.
- Huttly, S.R.A., (1990). The impact of inadequate sanitary conditions on health in developing countries. *Rep. Trim. Stat. Sanit. Mond*. 43, 118-126.

- Hulugalle, N.R. (1996). Effects of Pelletized Sewage Sludge on Soil Properties of a Cracking Clay from Eastern Australia. *Waste Management & Research*, 14, 571-580.
- Jakobsen, S.T. (1995). Aerobic Decomposition of Organic Wastes 2. Value of Compost as a Fertilizer. *Resour. Conserv. Recy.*, 13, 57-71.
- Jawetz, E., Melnick, J.L., Adelberg, E.A., Brooks, G.F., Butel, J.S., Ornston, L.N. (1989) *Medical Microbiology* 315-350.
- Jordan, P., (1985). *Schistosomiasis : the st. Lucia Project*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 442.
- Joshua, W.D., Michalk, D.L., Curtis, I.H., Salt, M., Osborne, G.J. (1998). The Potential for Contamination of Soil and Surface Waters from Sewage Sludge (Biosolids) in a Sheep Grazing Study, Australia. *Geoderma*, 84, 135-156.
- Larson, W.E., Susag, R.H., Dowdy, R.H., Clappa, C.E., Larson, R.E. (1974). Use of Sewage Sludge in Agriculture with Adequate Environmental Safeguards. *Sludge Handling and Disposal Seminar Proceedings*. Toronto, 18-19 , 27-46.
- Larsen, A.B., Funch, F.H., Hamilton, H.A. (1991). The use of Fermentation Sludge as a Fertilizer in Agriculture. *Water Science and Technology*, 24(12), 33-42.
- Lasorbas, J., Dellunde, J., Jofre, J. and Lucena, F.(1999) Occurance and levels of phages proposed as surrogate indicators of enteric viruses in different types of sludges. *J. Appl. Microbiol.* 86. 723-9.
- Lue-Hing, C., Zenz, D., Kuchenrither, R. (1992). *Municipal Sewage Sludge Management: Processing, Utilization and Disposal*, Water Quality Management Library, U.S.A., 663.
- 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.
- Madera, C.A., Pena M.R. and 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* vol 45 No.1 pp 139-143.
- Marten, D.A., Johanson, J.B., Frankberger, W.T. (1992). Production and Persistence of Soil Enzymes with Repeated Addition of Organic Residues. *Soil Science*, 1, 53-61.
- Mavridou , A., Baltsis, N., Kouloumbis , P. and Richardson, S.C. (1995) factors that influence the survival of enteric bacteria in sludge. In *Proceedings 4th Congress of Environmental Science and Technology*, Lesvos, September 1995, pp. 351-61

- Mc Donald, M.A., Hawkins, B.J., Prescott, C.E., Kimmins, J.P. (1994). Growth and Foliar Nutrition of Western Red Cedar Fertilized with Sewage Sludge, Pulp Sludge, Fish Silage, and Wood Ash on Northern Vancouver-Island. *Canadian Journal of Forest Research*, 24(2), 297-301.
- Mimioğlu, M.M., Kasap, M. (1978). *Medikal Parazitoloji Laboratuvar Yöntemleri*, Cumhuriyet Üniversitesi Yayın No: 2, Sivas.
- Muntean, V., Jakab, S., Crisan, R., Pasca, D., Bulandra, M., Kiss, S. (1991). Enzymatic Potential in Sewage Sludge Amended Soils. *Studia. Universitatis Babes Bolyai, Biologica*, 36(1), 31-37.
- Nichols, C.G. (1989). US Forestry uses of Municipal Sewage Sludge. Alternative uses for Sewage Sludge Conference Proceedings. U.K.; 5-7 September 1989, 155-165.
- Öbek, E., Tatar, Ş.Y., Hasar, H., Karataş, F., Erulaş, M.F. (2005). Tavuk Kesimhanesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş ve Çıkış Suları ile Arıtma Çamurundaki Vitamin Düzeylerinin Değerlendirilmesi. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 327-334.
- Öbek, E., İpek, U., Çınarcı, B., (2000). Elazığ Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Çamurlarında Bulunan Parazit Yumurtaları. *A.Ü. Bilim ve Teknoloji Dergisi*. Vol 1, No.1 215-220.
- Pagliai, M., Guidi, G. (1980). Porosity and Pore Size Distribution in a Field Test Following Sludge and Compost Application. Characterization, Treatment and use of Sewage Sludge. *Proceedings of the Second European Symposium*. Vienna, 21-23, 545-552.
- Pedreno, J.N., Gomez, I., Moral, R., Mataix, J. (1996). Improving the Agricultural Value of a Semi- Arid Soil By Addition of Sewage Sludge and Almond Residue. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 58, 115-119.
- Pulford, I.D. (1989). Sewage Sludge as an Amendment for Reclaimed Colliery Spoil. Alternative Uses for Sewage Sludge Conference Proceedings. U.K.; 5-7 September 1989, 41-54.
- Renner, R. (2000). The United States and the European Nations are Far Apart on Their Views of What Constitutes Safe Management, *Environ. Sci. Technol.*, 34, 430A-435A.
- Reddy, G.B., Faza, A., Bennet, R. (1987). Activity of Enzymes in Rhizosphere and Nonrhizosphere Soils Amended with Sludge, *Soil. Biol. Biochem.*, 19, 203-205.
- Reimers, P.R., Little, M.D., Englande, A.J., Leftwich, D.B., Bowman, D.D., and Wilkinson, R.F. (1981) Investigation of Parasites in Southern Sludges and Disinfection by Standard Sludge Treatment Processes. EPA-600/2-81-166, Cincinnati, OH.

- Sabey, B.R., Pendleton, R.L., Webb, B.L. (1990). Effect of Municipal Sewage Sludge Application on Growth of Two Reclamation Shrub Species in Copper Mine Spoils. *J. Environ. Qual.*, 19, 580-586.
- Schmidtke, N.W. (1980). Sludge Generation, Handling and Disposal at Phosphorus Control Facilities in Ontario. Characterization, Treatment and Use of Sewage Sludge. Proceedings of The Second European Symposium. Vienna, 21-23, 190-225.
- Schuh, R., Philipp, W-Strauch, D., (1985). Influence of sewage sludge with and without lime treatment on the development of ascaris suum eggs. in inactivation of Micro-organism in Sewage sludge by stabilization Processes. Elsevier Applied science, Hohenheim, 100-113.
- Schwartzbrod, J., Thevenot, M.T., Collomb, J. And Baradel, J.M., (1986). Parasitological study of waste sludge. *Environ. Techn. Letters.*, 3, 7, 155-62.
- Schwartzbrod, J., Gaspard, P., Thiriat, L. (1998): Pathogenic micro-organisms in sludge and effect of various treatment processes for their removal. *Europ. Wat. Manage.* 1, 64-69.
- Shuval, H.I., Adin, A., Fattal, B., Rawitz, E., Yekutieli, P. (1988): Wastewater irrigation in developing countries. World Bank Publication, Washington DC, U.S.A. Technical paper no. 51.
- Siebe, C. And Cifuentes E. (1993). Environmental impact of wastewater irrigation in central Mexico : An overview. *Int. J. Environ Health Res.* 3(4), 35-56.
- 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.
- Stefen, H. (1995). Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri Atıklarının İşlenmesine ait Tasarılar. Su ve Atıksular Ekonomisi Sempozyumu. Ankara.
- Stien, J.L. (1989). Oeufs d'Helminthes et Environment : le Modele Oeufs d'Ascaris. These Universite de Metz, Fransa.
- Straub, T.M., Pepper, I.L. and Gerba P. (1994) detection of naturally occurring enteroviruses and hepatitis. A virus in undigested and anaerobically digested sludge using the polymerase chain reaction. *Can. J. Microbiol.* 40, 884-8
- Strauch, D., Carrington, E.G. (1992): hygienic aspect related to treatment and use of organic sludge and sanitary aspects of spreading of slurries and manures. In: Treatment and use of sewage sludge and agricultural wastes. Review of COST 68/681 programme, 1972-90 (J.E. Hall, P.J. Newman, eds.), pp.122-143.

- Stott, R., Ayres, R., Lee, D., & 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, UK.
- Tabatabai, M.A. (1977). Effects of Trace Elements on Urease Activity in Soils. *Soil Biol.Biochem.*, 9: 9-13.
- Toze, S., (1997). Microbial Pathogens in Wastewater. Literatür Review for Urban Water Systems Multi- divisional Research Program. Technical Report No.1/97, 79.
- Toze, S., (1999). PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewater. Elsevier Science PII: S0043-1354(99) 00071-8
- Uğur, A., Yılmaz, F., Besler, A.(2000). Muğla Üniversitesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinde Bakteriyolojik, Protozoolojik ve Fiziko- Kimyasal Bir Araştırma. *Ekoloji Çevre Dergisi*. Cilt 10 No.37. 9-11.
- 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
- U.S.EPA. (1999). Control of pathogens and vector attraction in sewage sludge . Report EPA/625/R-92/013. US EPA, Washington, DC.. 151 pp.
- U.S.EPA. (1992). Environmental Regulations and Technology. *Control of Pathogens and Vector Attraction Reduction in Sewage Sludge*. EPA/625/R-92/013.
- Varanka, M.W., Zablocki, Z.M., Hinesly, T.D. (1976). The Effect of Digested Sludge on Soil Biological Activity. *J. Water Pollut. Control Fed.*, 48: 1728-1740.
- Wang, M. J.(1997). Land Application of Sewage Sludge in China, *Sci. Tot. Environ.*, 197, 149-160.
- Watson, D.C., satchwell, M-Jones, E. (1983). A study of the prevalence of parasitic helminth eggs and cysts in sewage sludges disposed of to agricultural land. *Journal of Water Pollution Control Federation*, 82, 285-289.
- Williams, J.H. (1979). Utilization of Sewage Sludge and other organic Manures on Agricultural Land. First European Symposium Treatment and Use of Sewage Sludge Proceedings. Cadarache, 13-15, 227-242.
- World Health Organization (WHO), 1990. WHO model prescribing information: drug use in parasitic diseases, Geneva.

Yeager, J.G., and O'Brien, R.T.(1983). Irradiation as a means to minimize public health risks from sludge- borne pathogens.J. Water Pollut. Control Fed., 55(7) , 977-983.



ÖZGEÇMİŞ

Mustafa TEPE 21.03.1976 tarihinde Elazığ`da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Elazığ`da tamamladı. 1994-1998 yılları arasında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü`nde Lisans öğrenimini tamamladı.1998 yılı Eylül ayında İstanbul Sular İdaresinin açmış olduğu sınavı kazanarak İSKİ Atıksu Ruhsat Denetim Daire Başkanlığın da göreve başladı. 1998- 2003 yılları arasında bu birimde görev yaptı.1999-2000 yılları arasında askerlik görevini kısa dönem er olarak tamamladı. 2003 yılı ocak ayında tayinle Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisinde tesis şefi olarak göreve başladı.Evli ve bir çocuk babasıdır. Halen, Atıksu Arıtma Tesisinde ki görevi ile birlikte Yüksek Lisans öğrenimini devam ettirmektedir.

Mustafa TEPE



EK 1. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış, Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Haziran Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı									
	A.T. Giriş					A.T.Çıkış					Çamur Kurutma Yat.									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	2/10	20	36	48	42	4/10	40	30	40	35	8/10	80	100	140	120	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	6/10	60	110	158	134	2/10	20	28	46	37	10/10	100	186	284	235	1/10	10	36	80	58
<i>Ascaris lumbricoides</i>	6/10	60	120	200	160	4/10	40	34	92	63	9/10	90	186	214	200	1/10	10	18	22	20
<i>Bunostomum spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	1/10	10	14	36	25	5/10	50	6	8	7	3/10	30	20	36	28	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	5/10	50	24	36	30	3/10	30	12	28	20	6/10	60	118	136	127	2/10	20	10	18	14
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması
- ile gösterilen değerler ölçilmemiştir.

EK 2. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış, Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Temmuz Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı									
	A.T. Giriş					A.T.Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	3/10	30	76	100	88	6/10	60	46	68	57	5/10	50	126	154	131	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	2/10	20	80	112	96	3/10	30	58	96	77	7/10	70	288	350	319	1/10	10	16	34	25
<i>Ascaris lumbricoides</i>	5/10	50	80	96	88	3/10	30	12	26	19	8/10	80	108	128	118	1/10	10	10	30	20
<i>Bunostomum spp</i>	3/10	30	80	100	90	2/10	20	28	46	37	4/10	40	186	284	235	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	2/10	20	40	76	58	3/10	30	16	50	33	5/10	50	62	84	73	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	6/10	60	54	80	67	2/10	20	30	24	50	7/10	70	152	200	176	3/10	30	58	76	67
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması
- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.

EK 3. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Ağustos Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı									
	A.T. Giriş					A.T.Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	2/10	20	15	25	20	-	-	-	-	-	7/10	70	60	120	100	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	7/10	70	90	118	104	2/10	20	56	84	70	6/10	60	186	284	350	1/10	10	76	88	82
<i>Ascaris lumbricoides</i>	4/10	40	16	24	20	-	-	-	-	-	7/10	70	90	110	100	-	-	-	-	-
<i>Bunostomum spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	5/10	50	66	80	73	4/10	40	54	80	67	8/10	80	110	140	125	2/10	20	40	50	45
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	2/10	20	20	16	18	-	-	-	-	-	3/10	30	60	80	70	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	4/10	40	120	200	160	2/10	20	34	92	63	5/10	50	186	214	200	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması

- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.

EK 4. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Eylül Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı									
	A.T. Giriş					A.T.Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	2/10	20	46	54	50	-	-	-	-	-	6/10	60	60	80	70	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	3/10	30	54	120	87	3/10	30	110	140	125	8/10	80	186	284	398	1/10	10	16	24	20
<i>Ascaris lumbricoides</i>	5/10	50	58	70	64	5/10	50	10	18	14	7/10	70	122	130	126	1/10	10	8	10	9
<i>Bunostomum spp</i>	2/10	20	24	60	42	2/10	20	9	13	11	5/10	50	110	130	120	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	3/10	30	76	90	84	5/10	50	30	50	40	6/10	60	100	130	115	4/10	40	10	18	14
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	3/10	30	46	84	65	6/10	60	24	60	44	6/10	60	92	128	110	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması

- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.

EK 5, Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Ekim Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı									
	A.T. Giriş					A.T.Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	4/10	40	98	150	124	7/10	70	80	120	100	9/10	90	186	284	296	1/10	10	46	60	53
<i>Ascaris lumbricoides</i>	2/10	20	8	18	13	-	-	-	-	-	8/10	80	122	154	138	1/10	10	5	9	7
<i>Bunostomum spp</i>	3/10	30	78	80	79	2/10	20	8	18	13	7/10	70	120	130	125	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	1/10	10	40	56	48	2/10	20	12	26	19	3/10	30	50	100	75	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	4/10	40	80	96	88	1/10	10	24	100	62	5/10	50	118	128	123	6/10	60	24	38	31
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	6/10	60	20	36	28	-	-	-	-	-	5/10	50	80	98	89	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	4/10	40	28	66	47	4/10	40	12	24	18	7/10	70	68	100	84	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması

- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.

EK 6. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Kasım Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı									
	A.T. Giriş					A.T.Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	3/10	30	86	118	102	2/10	20	34	92	63	6/10	60	186	284	235	1/10	10	30	44	37
<i>Ascaris lumbricoides</i>	4/10	40	80	90	85	3/10	30	16	30	23	9/10	90	118	128	123	1/10	10	12	24	18
<i>Bunostomum spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	8/10	80	48	64	56	3/10	30	12	26	19	3/10	30	92	110	101	5/10	50	12	22	17
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	2/10	20	80	120	100	6/10	60	24	62	43	7/10	70	106	196	151	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması

- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.

EK 7. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2004 Aralık Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı									
	A.T. Giriş					A.T.Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	3/10	30	10	18	14	4/10	40	5	11	8	7/10	70	34	92	63	-	-	-	-	-
<i>Ascaris lumbricoides</i>	7/10	70	30	46	38	4/10	40	12	36	24	5/10	50	100	130	115	-	-	-	-	-
<i>Bunostomum spp</i>	1/10	10	76	92	84	4/10	40	18	38	28	6/10	60	88	110	99	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	5/10	50	60	70	65	6/10	60	16	36	26	9/10	90	120	130	125	2/10	20	10	36	23
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	5/10	50	20	40	30	2/10	20	5	11	8	8/10	80	12	28	20	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması

- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.

EK 8. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2005 Ocak Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı														
	A.T. Giriş					A.T.Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
<i>Trichuris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Strongyloides spp</i>	6/10	60	15	25	20	1/10	10	24	36	30	8/10	80	54	82	68	-	-	-	-	-					
<i>Ascaris lumbrocoides</i>	6/10	60	24	100	62	6/10	60	36	54	45	7/10	70	60	130	95	1/10	10	10	24	17					
<i>Bunostomum spp</i>	2/10	20	52	84	68	2/10	20	28	46	37	5/10	50	86	120	103	-	-	-	-	-					
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Moniezie spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Taenia saginata</i>	7/10	70	92	110	101	1/10	10	54	70	62	10/10	100	112	228	170	1/10	10	30	58	44					
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Dicrocoelium</i>	5/10	50	74	80	77	-	-	-	-	-	3/10	30	102	114	108	-	-	-	-	-					
<i>Nematodirus spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Taxascaris spp</i>	3/10	30	70	122	96	7/10	70	44	90	67	6/10	60	78	104	91	-	-	-	-	-					

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması

- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.

EK 9. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2005 Şubat Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı									
	A.T. Giriş					A.T.Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	5/10	50	28	54	41	3/10	30	60	80	70	5/10	50	32	84	58	-	-	-	-	-
<i>Ascaris lumbricoides</i>	1/10	10	60	76	68	3/10	30	30	70	50	6/10	60	80	150	115	1/10	10	12	24	18
<i>Bunostomum spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	3/10	30	20	66	43	2/10	20	16	26	21	9/10	90	60	100	80	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	5/10	50	46	50	48	4/10	40	16	36	26	4/10	40	112	178	145	2/10	20	44	68	56
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması

- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.

EK 10. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2005 Mart Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı									
	A.T. Giriş					A.T.Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	3/10	30	118	128	123	4/10	40	20	36	28	4/10	40	186	284	85	1/10	10	10	20	15
<i>Ascaris lumbricoides</i>	2/10	20	50	66	58	1/10	10	28	38	33	9/10	90	120	160	140	1/10	10	18	22	20
<i>Bunostomum spp</i>	4/10	40	50	88	69	2/10	20	18	34	26	3/10	30	60	100	80	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	2/10	20	88	110	99	4/10	40	24	80	52	8/10	80	212	328	270	3/10	30	30	28	29
<i>Strongylidae spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	2/10	20	60	80	70	-	-	-	-	-	6/10	60	104	118	111	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması

- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.

EK 11. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2005 Nisan Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayı									
	A.T. Giriş					A.T. Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	4/10	40	80	100	90	3/10	30	50	122	86	6/10	60	186	284	138	1/10	10	56	84	70
<i>Ascaris lumbricoides</i>	2/10	20	50	78	64	7/10	70	24	36	30	8/10	80	90	150	120	1/10	10	8	12	10
<i>Bunostomum spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	4/10	40	40	76	58	3/10	30	24	36	30	7/10	70	92	126	109	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	4/10	40	96	108	102	2/10	20	20	40	30	5/10	50	110	158	134	1/10	10	30	58	44
<i>Strongylidae spp</i>	3/10	30	60	78	69	4/10	40	38	56	47	8/10	80	186	284	235	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması

- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.

EK 12. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş, Çıkış Çamur Kurutma Yatakları, Nihai Alan 2005 Mayıs Ayı Parazit (Helmint) Yumurta Düzeyleri

Patojenler	Atıksuyun 100 ml sinde Bulunan Sayı										Gram çamurda bulunan sayısı									
	A.T. Giriş					A.T. Çıkış					Çamur Kurutma Yat.					Nihai Çamur				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Trichuris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides spp</i>	3/10	30	150	186	168	2/10	20	18	46	32	7/10	70	186	284	204	1/10	10	36	44	40
<i>Ascaris lumbricoideis</i>	4/10	40	36	80	58	3/10	30	28	34	31	5/10	50	58	160	109	1/10	10	12	26	19
<i>Bunostomum spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Toxocara spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moniezia spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taenia saginata</i>	5/10	50	120	140	130	1/10	10	50	110	80	9/10	90	120	280	200	2/10	20	30	48	39
<i>Strongylidae spp</i>	8/10	80	80	96	88	2/10	20	20	50	35	6/10	60	86	184	135	-	-	-	-	-
<i>Dicrocoelium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nematodirus spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxascaris spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. Bulunduğu örnek sayısı 2. Yüzde (%) 3. Örneklerdeki minimum sayı 4. Örneklerdeki maksimum sayı 5. Yoğunluk ortalaması

- ile gösterilen değerler ölçülmemiştir.