

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

78674

DÜZCE BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA
TESİSLERİNDE MİKROBİYOLOJİK GİDERİMİN
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

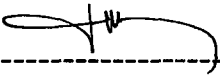
Bio. Kadir BAŞAR

78674

Enstitü Anabilim Dalı: ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

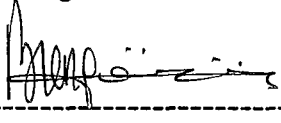
Bu tez 23 / 02 / 1998 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.



Jüri Başkanı
Doç. Dr. Recep İLERİ



Jüri Üyesi
Doç. Dr. Mustafa İLHAN



Jüri Üyesi
Yard. Doç. Dr. Bülent SENGÖR

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı titizlikle yöneten, çalışma süresince her türlü teşvik ve yardımı esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim kıymetli hocam Sayın Doç. Dr. Recep İLERİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarında fikirlerinden yararlandığım Sayın Prof. Burhan SÜMER'e, Çevre Mühendisliği Bölümünün kıymetli öğretim üyelerine ve numunelerin alınması esnasında hiç bir fedakarlıktan kaçınmayan Öğr. Gör. Ayhan ŞAMANDAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı Salgın Hastalıklar Araştırma Müdürlüğü ve Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü yöneticileri ve Laboratuvar çalışanlarına teşekkür ederim.

Kadir BAŞAR

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. EVSEL ATIKSULARIN MİKROBİYOLOJİK KARAKTERİSTİĞİ	4
2.1 Mikroorganizmalar	4
2.1.1. Bakteriler	4
2.1.1.1. Escherichia coli	5
2.1.1.2. Vibrio türleri	6
2.1.1.3. Salmonella türleri	6
2.1.1.4. Shigella türleri	7
2.1.1.5. Fekal streptokoklar	7
2.1.2. Virüsler.....	8
2.1.2.1. Hepatitis A	8
2.1.2.2. Poliovirus	9
2.1.3. Protozoonlar	9
BÖLÜM 3. BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDE GİDERİM ŞEKİLLERİ, MİKROBİYOLOJİK GİDERİM.....	10
3.1. Atıksuların Biyolojik Arıtımı.....	10
3.2. Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri	12
3.2.1. Aktif Çamur Sistemi	12
3.2.2. Havalandırma Havuzları.....	13
3.2.3. Stabilizasyon Havuzları	14
3.2.4. Damlatmalı Filtreler.....	14
3.2.5. Biyodiskler	16
3.3. Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerinde Mikroorganizmaların Giderimi.....	17
BÖLÜM 4. MATERYAL VE METOT	20
4.1. Materyal	20
4.1.1. Düzce İlçesi Atık Suyunun Tanımı	20
4.1.1.1. Nüfus tahminleri	20
4.1.1.2. Atıksu debilerinin hesaplanması	21
4.1.1.3. Kirlilik yükü	27

4.1.2. Düzce İlçesi Atıksu Arıtma Tesisi	31
4.2. Metot	32
4.2.1. Örneklerin Alınması ve Analize Hazırlanması	32
4.2.2. Yöntem Seçimi ve Yöntemin Esasları	32
4.2.3. Deneyin Yapılışı	33
4.2.3.1. Membran filtrasyon yöntemiyle Escherichia coli analizi...	34
4.2.3.2. Membran filtrasyon yöntemiyle Fekal Streptokok analizi.	36
4.2.3.3. Membran filtrasyon yöntemiyle Salmonella - Shigella analizi	38
BÖLÜM 5. SONUÇLAR	41
BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	56



SİMGELER VE KISALTMALAR

pH	: Asitlik Bazlık derecesi
<	: Küçük
⇒	: Gerektirir
P	: Çoğalma emsali
Ny	: Son nüfus sayımı
Ne	: İlk nüfus sayımı
a	: İki sayım arasındaki süre
q	: Kişi başına günlük su ihtiyacı m ³ / N / gün
Q	: Atıksu debisi m ³ / saat
C ⁰	: Santigrad derece

Kısaltmalar

RNA	: Ribonükleik asit
DNA	: Deoksiribonükleik asit
HAAg	: Hepatit A Antijeni
HAV	: Hepatit A virüsü
BOS	: Beyin Omirilik Sıvısı
BM	: Birleşmiş Milletler
KOI	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
BOI - BOI ₅	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
AKM	: Askıda Katı Madde
PVC	: Poly Vinil Klorür
m ³	: metreküp
ml	: mililitre
µm	: Mikrometre
l.	: Litre
sn	: Saniye
mg	: miligram
R.S.H.M.B	: Refik Saydam Hıfzısıhha Merkez Başkanlığı
E.M.B	: Eozin Metilen Blue
SS	: Samonella - Shigella Agar
KIA	: Kligler Iron Agar
c AMP	: cyclic - Adenosin Monofasfat
Spp	:species-tür
ppm	:Milyonda bir birim (partikül) part per million
BHI	: Brain Heart İnfuzyon Agar.
ONPG	: Ortho - nitro phenyl - beta - d - galactosidase
KMS	: Kuvvetle Muhtemel Sayı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Escherichia coli kolonilerinin E.M.B. Agarda görünüşü5
Şekil 2.2.	Salmonella spp. ve Shigella spp. kolonilerinin SS Agarda görünüşü 7
Şekil 2.3.	Fekal Streptokok kolonilerinin Blood Agar Base'de görünüşü 8
Şekil 3.1.	Aktif Çamur arıtım tesisi için tipik akım şeması 13
Şekil 3.2.	Aerobik - Çökeltmesiz mekanik havalandırmalı havuz 13
Şekil 3.3.	Stabilizasyon havuzları için tipik akım şeması 14
Şekil 3.4a	Damlatmalı filtre üzerinde bulunan biyofilmden kesit 15
Şekil 3.4b	Damlatmalı Filtre 15
Şekil 3.4c	Damlatmalı filtre akım şeması 16
Şekil 3.5.	Dönen Biyolojik Reaktör şeması 17
Şekil 4.1.	Atıksuların membran filtreden süzülmesi 34
Şekil 4.2.	EMB besiyerine yerleştirilen membran filtre üzerinde üreyen koloniler 35
Şekil 4.3.	Azid Blood Agar Base besiyerine yerleştirilen membran filtre üzerinde üreyen koloniler. 37
Şekil 4.4.	SS Agar besiyerine yerleştirilen membran filtre üzerinde üreyen kolonileri 39
Şekil 5.1a	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine giren Fekal Escherichia coli sayısı 44
Şekil 5.1b	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinden çıkan Fekal Escherichia coli sayısı 44
Şekil 5.2.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde Fekal Escherichia coli veriminin aylara göre değişimi 45
Şekil 5.3a	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine giren Fekal Streptokok sayısı 46
Şekil 5.3b	Düzce biyolojik atıksu arıtma tesisinden çıkan Fekal Streptokok sayısı 47
Şekil 5.4.	Fekal Streptokok giderme veriminin aylara göre değişimi...48
Şekil 5.5.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine giren ve çıkan KOİ 49
Şekil 5.6.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine giren ve çıkan BOİ 50
Şekil 5.7.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine giren ve çıkan AKM 50

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1.	Saatlik Projelendirme debileri	25
Tablo 4.2.	Projelendirme debileri	26
Tablo 4.3.	Düzce evsel atıksularının organik yükü	27
Tablo 4.4.	Endüstriyel BOİ ₅ yükü	29
Tablo 4.5.	Toplam organik yük	30
Tablo 4.6.	BOI konsantrasyonu	30
Tablo 4.7.	EMB Agar terkibi	35
Tablo 4.8.	Azid Blood Agar Base terkibi	36
Tablo 4.9.	Salmonella - Shigella Agar terkibi	38
Tablo 5.1.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi giriş ve çıkışında ölçülen Fekal Escherichia coli sayısı	41
Tablo 5.2.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi giriş ve çıkışında ölçülen Fekal Streptokok sayısı	42
Tablo 5.3.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi giriş ve çıkışında ölçülen Salmonella spp. sayısı	42
Tablo 5.4.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi giriş ve çıkışında ölçülen Shigella spp. sayısı	43
Tablo 5.5.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma tesisinde Fekal Escherichia coli giderme veriminin aylara göre değişimi ...	45
Tablo 5.6.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma tesisinde Fekal Streptokok giderme veriminin aylara göre değişimi	47
Tablo 5.7.	Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi giriş ve çıkışında ölçülen KOİ, BOİ, AKM değerleri	49
Tablo 5.8.	Evsel Nitelikli Atıksuların Alıcı Ortama Deşarj Standartları	51
Tablo 5.9.	Evsel Nitelikli Atıksuların Alıcı Ortama Deşarj Standartları (Stabilizasyon Havuzu Olması Halinde).....	51

ÖZET

Anahtar Kelimeler : Evsel Atıksu, Biyolojik arıtma tesisi, mikrobiyolojik giderim, Düzce.

Bilindiği gibi evsel atık suların arıtılmadan alıcı ortamlara boşaltılması, çevrenin telafisi mümkün olamayacak şekilde kirlenmesine yol açmakta ve insan sağlığını tehdit edici rol oynamaktadır.

Evsel atık sular çok sayıda patojen içerdiğinden dolayı, arıtılmadan alıcı ortamlara verildiğinde, bulaşıcı hastalıklara sebep olmaktadır. Bu hastalıklardan bazıları; Tifo, Dizanteri, Kolera, Çocuk Felci ve paraziter hastalıklardır.

Hastalık etkeni mikroorganizmalar, biyolojik atıksu arıtım tesislerinde önemli ölçüde giderilmektedir. Böylece bu atıksuların alıcı ortamlara vermiş olduğu zararlar azalmaktadır.

Bu çalışmada; Düzce Biyolojik atıksu arıtma tesisine giren ve arıtıldıktan sonra çıkan mikrobiyolojik yük ölçülmüştür. Bu ölçüm 4 bakteri türü (Fekal Escherichia coli, Fekal Streptokok, Salmonella spp., Shigella spp.) baz alınarak yapılmıştır. Böylece mikrobiyolojik giderim oranı belirlenmiştir.

RESEARCH ON MICROBIOLOGICAL REMOVAL AT BIOLOGICAL TREATMENT PLANTS IN DÜZCE

SUMMARY

Keywords: Municipal Wastewater, Biological Treatment Plant, Microbiological Removal, Düzce.

It is obvious that the environment polluted unrecoverably by discharging untreated municipal wastewater into receiving media. Microbiological pollution is an important parameter of this problem and poses a threat to human health.

Because they contain a wide variety of pathogens, may cause infectious diseases in case discharging receiving media without any treatment. Some of these diseases are: Typho, Dysentheria, Cholerae, Polio and diseases caused by protozoa.

The pathogen microorganizms removed considerably due to biological treatment plants. So harmful impacts of wastewater on receiving media can be decreased.

In this study determined the microbiological load by measuring income wastewater through the Biological Treatment Plant of Düzce and treated wastewater out of the treatment plant. The measurements based on four bacteria (Fecal Escherichia coli, Fecal Streptecocci, Salmonella spp., Shigella spp.) in order to determine rate of microbiological removal.

BÖLÜM I. GİRİŞ

Çevre kirlenmesi ile ilgili problemlerin büyük kısmı insanların kırsal alanlardan şehre göç etmeleri ve şehir nüfuslarındaki hızlı artışlardan kaynaklanmaktadır. Şehirlere doğru olan bu göçte gelişen sanayi ile yeni iş imkanlarının artması ve iş yerleri ile fabrikalara kolaylıkla ulaşabilme isteği gibi faktörlerde etkili olmuştur.

19. yy. İkinci yarısında Batı Avrupa ülkelerinin sanayi bölgelerinde yaşanan çevre kirlenmesi, sanayileşmeye paralel olarak dünyanın diğer ülkelerine de yayılmış ve günümüzde insanlığı tehdit eden en önemli meselelerden biri haline gelmiştir. Günümüzde çevre sorunları artık yerel olmaktan çıkmış, evrensel bir nitelik kazanmıştır [1].

Bu evrensel probleme sahip çıkmak üzere 1972 yılında Stockholmde düzenlenen B.M. İnsan çevresi konferansı sonucunda çevrenin ekolojik açıdan duyarlı yönetimine ilişkin bir dizi prensip kabul edilmiştir. Çevre konuları uluslararası gündeme ilk defa Stockholm Deklârasyonu ile getirilmiştir. Ekonomik kalkınma, sular, okyanuslar gibi global kaynakların kirlenmesi ve insanoğlunun refahı arasındaki bağlantıya ilişkin olarak, sanayileşmiş ülkeler ile gelişme yolundaki ülkeler arasında dialog başlatılmıştır. Dünya zirvesi esnasında kabul edilen Rio Deklasyonu ise çevre ve kalkınma konusunda ülkelerin hak ve yükümlülüklerini kapsayan bir dizi ilkeler listesidir. Burada esas olan ülkelerin kalkınma haklarının yanında bu kalkınma hamlelerini mümkün olduğunca çevreye zarar vermeden, çevreyi koruyarak gerçekleştirmeleridir. Rio deklarasyonu hukuki olarak bağlayıcı olmamakla birlikte, BM. İnsan Hakları deklarasyonunda olduğu gibi hükümetlere politik bir yükümlülük getirmektedir [2].

Ülkemizde bu deklarasyona Cumhurbaşkanı seviyesinde imza koymuştur.

Dünya ülkelerinin çevre problemlerine duyarlı yaklaşımlarının bir neticesi olarak, ülkemizde çevre anlayışı gelişmiş, bu anlayışa uygun yapılar oluşturulmuştur. 17 Nisan 1997 tarihinde Çevre Müsteşarlığı 1 Ocak 1990 tarihinde de Çevre Bakanlığı kurulmuştur.

Ülkemizde 1983 yılında 2872 sayılı Çevre Kanunu çıkarılmıştır. Kanun; "Her türlü atık ve artığı çevreye zarar verecek şekilde, ilgili yönetmeliklerde belirlenen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan ve dolaylı biçimde alıcı ortama vermek, depolamak, taşımak, uzaklaştırmak ve benzeri faaliyetlerde bulunmak yasaktır." demektedir [3].

Çevre kirlenmesi en genel halde su, hava, gürültü ve toprak kirlenmesini kapsamaktadır. Bu çalışmada su kirlenmesi, bu kirliliğin mikrobiyolojik yapısı ve bunun giderilmesi araştırıldı.

Atık suların hiç bir işleme tabi tutulmadan yüzey sularına verilmesi bunların kirlenmesine sebep olmaktadır. Nehir, göl ve diğer su kaynaklarının kirletilmesinden sonra durumun düzeltilmesi ancak çok büyük mali harcamalarla mümkün olmaktadır. Bazı hallerde ise bozulan tabii dengenin yeniden düzenlenmesi imkansız olmaktadır.

Bilinen bu sebeplerden, atıksuların bir arıtma işlemine tabi tutulması mecburiyeti gündeme gelmektedir. Atıksular evrensel ve endüstriyel atıksular olarak ikiye ayrılmakta ve bunların arıtılmaları da farklı tesislerde mümkün olmaktadır.

Evsel atıksuların % 99'u su olup diğer kısımları organik ve inorganik maddeleri ihtiva eder. Muhtevasında sanayiden gelen ağır metaller ve toksik maddeler bulunmadığı için, evsel atıksuların arıtılmasında biyolojik tasfiye sistemleri kullanılır.

Evsel atıksuların arıtılmasında kullanılan başlıca biyolojik tasfiye sistemleri şunlardır: Aktif çamur sistemi, Havalandırma havuzları, Stabilizasyon havuzları, Damlatmalı filtreler, Biyodiskler Bu sistemler bazen tek başlarına, bazende birkaç tanesi aynı tesis içerisinde bulunacak şekilde kullanılırlar [4].

Bu araştırmada çalışma sahasını oluşturan; Bolu İli Düzce İlçesinin evsel atıksularının, fiziksel ve biyolojik olarak arıtıldığı ortak bir atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. İller Bankası tarafından inşa ettirilmiş olan bu tesis, çalışır halde belediyenin işletimine bırakılmıştır. Düzce kanalizasyon şebekesinin sonuna bağlanan bu biyolojik tasfiye sisteminde arıtılan evsel atıksular tesisin hemen yanından geçmekte olan Küçük Melen çayı alıcı ortamına verilmektedir.

Çevre mühendisliğinde, arıtma tesislerindeki giderim veya bir atıksuyun kirlilik yükü daha ziyade KOİ, BOİ, AKM, pH gibi parametreler ölçülerek belirlenmeye çalışılır. Bu çalışmada; bu parametrelerin dışında insan sağlığı açısından önemli bir kriter olabilecek mikrobiyolojik yük, 4 bakteri türü baz alınarak ölçüldü. Biyolojik atıksu arıtma tesisi girişinden ve çıkışından alınan atıksu örneklerinin bakteriyolojik analizleri sonucunda bu arıtma tesisindeki mikrobiyolojik giderimin verimliliği ortaya konuldu. Böylece insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen ve çeşitli enfeksiyonlara neden olan Escherichia coli, Fekal Streptokok, Shigella ve Salmonella bakterilerinin arıtma tesisinde ne kadarının giderildiği, tespit edildi.

BÖLÜM 2. EVSEL ATIKSULARIN MİKROBİYOLOJİK KARAKTERİSTİĞİ

2.1. Mikroorganizmalar

Atıksularda bulunan organizmaların esas grubunu; protistalar, bitkiler ve hayvanlar gibi sınıflar oluşturur. Protistalar; bakteri, mantar, protozoa ve algleri içine alır. Tohumlu bitkiler, eğrelti otları, yosunlar, bitkiler sınıfını oluşturur. Omurgasız ve omurgalılar ise, hayvanları oluştururlar. Ancak atıksulardaki mikrobiyolojik yapı üç grupta incelenmelidir; Bakteriler, virusler ve protozoonlar. Atıksuların arıtılması esnasında giderilmesi arzu edilen patojen mikroorganizmalar da bu grupların içerisinde yer alır [5].

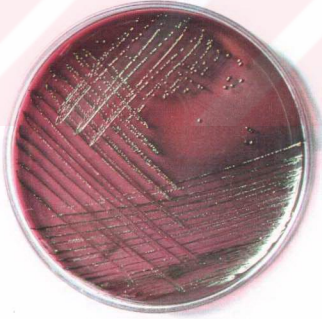
2.1.1. Bakteriler

Bakteriler tek hücreli protistalardandır. Organik maddeleri besin olarak kullanırlar. Nem ve yiyecek kaynağının mevcut olduğu her yerde bulunabilirler. Farklı binlerce tür bakteri olmasına rağmen genel formları 4 şekilden birisine uygun düşer; küresel, silindirik, spiral ve virgül. Bakteriler gram boyası ile boyanabilirliklerine göre Gram (-) yada gram (+) olarak iki gruba ayrılırlar. Bakteri hücrelerinin büyüklüğü 0,5 - 5 mm arasında değişir. Bakterilerin ikilenme süreleri 1-3 saattir. Farklı bakteriler üzerinde yapılan testler; onların hücre yapılarının % 80'inin su % 20'sinin kuru materyal olduğunu göstermiştir. Kuru materyalin ise % 90'ı organik % 10'u ise inorganik maddelerden oluşmaktadır. Organik fraksiyon için takribi bir formül verilmesi gerekirse $C_5 H_7 O_2 N$ dir [6]. Bakteri ailesi içerisinde patojen olan bakterilerden atıksular içerisinde bulunan başlıca türler: *Escherichia coli*, *Vibrio*, *Salmonella spp.* *Shigella spp.* ve Fekal Streptokoklardır.

2.1.1.1. Escherichia coli

E.coli insan sindirim sistemi yerleşik florasının önemli bir üyesi olduğu gibi aynı zamanda, gastro enteritlerin başlıca etkenidir. Evsel atık sularda en fazla rastlanan bakteri E.coli'dir.

E.coli'nin neden olduğu gastroenterit, basit ishalden sıvı ve elektrolit kaybı ile seyreden ağır tablolara kadar değişen şekillerde olabilir. Bu sürgünler; Bakterinin oluşturduğu enterotoksinler tarafından meydana getirilir. Bağırsağın epitelindeki Adenylate cyclase'i aktive ederek. Hücre içindeki cyclic adenozin 3 - 5 monophosfat (cAMP) konsantrasyonlarının artmasını sağlayan bu enterotoksinler, neticede elektrolitlerin ve bunlarla birlikte bol miktarda sıvının salgılanmasına neden olur. Isıya duyarlı toksin 65 °C'de 30 dakika ısıtmakla harap olur [7].



Şekil 2.1. Escherichia coli kolonilerinin E.M.B. Agarda görünüşü

2.1.1.2. Vibrio türleri

Vibrio türlerinin çoğu tıbbi önem taşırlar ve insanlar için barsak patojenidirler. Vibrio türleri gram (-), tek ve kutupsal kamçısı ile hareketli küçük ve kıvrık şekilli bakterilerdir.

Vibrio cholerae, şiddetli sıvı ve elektrolit kaybı ile, ölümcül olabilen bir ishal sendromu olan insan kolerasının etkenidir.

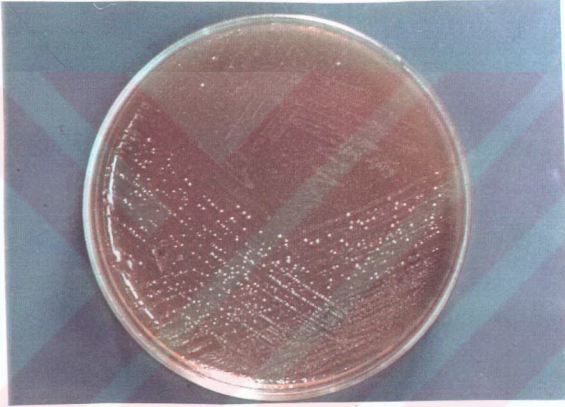
Kolera; dışkı ile kontamine olmuş su ve besinlerin ağız yoluyla alınması sonucunda yayılır. Mide ve barsak PH'i alkalen olanların daha kolay enfekte oldukları bilinmektedir. [7] Vibrio cholerae'nin barsakta kolonizasyonu çok yoğundur. Bakteri hücreleri barsak mukozasına tutunurlar. Güçlü bir enterotoksin salarlar ve bu enterotoksin mukoza hücreleri üzerindeki gagliozid reseptörlere bağlanır. Bir oyalama döneminden sonra adenil siklaze aktive olur ve barsak hücreleri içindeki (c AMP) konsantrasyonu artar, bunun sonucunda aşırı miktarda su ile birlikte klorür ve bikarbonat iyonları ile elektrolitlerin salgılanmasına neden olur. Bu ağır sürgünlerin sonunda çoğunlukla ölüm meydana gelir [8].

2.1.1.3. Salmonella türleri

Salmonella; insanlar, sürüngenler, balıklar ve kuşlar dahil olmak üzere hayvanların sindirim sistemlerinde bulunur. Bu bakteri, hepsi salmenellozis olarak anılan çeşitli klinik tablolara sebep olabilirler. Başlıca Salmonella türleri S. typhi, S. choleraesuis ve S. enteritidis'tir. Salmonella enteritidis'in 1700 den fazla serotipi vardır. Salmonella türleri laktozu yavaş fermente eder veya hiç etkilemez [7]. S. enteritidis karbon hidratları fermente ederek gaz ve hidrojen sülfür oluşturur. Salmonellaların en çok oluşturduğu salmenellozis gastroenterittir. Belirtileri, 10-24 saat sonra ortaya çıkar. Bulantı, kusma, karın ağrısı, baş ağrısı, ve ishal görülür, ve 2-7 gün sürebilir. Ayrıca S. typhi'nin etkeni olduğu diğer bir salmenellozis Tifo'dur. Belirtileri, baş ağrısı, iştah kaybı, karın ağrısı, güçsüzlük, sürekli ateş olup ölümcül olabilen bir hastalıktır [8].

2.1.1.4. Shigella türleri

Shigella'ların tek kaynağı insandır. İnsanlar besinleri ve suyu kontamine ederek bakterileri başkalarına bulaştırır. Shigella türleri klasik basilli dizanterinin etkenidir. Bu hastalık sulu dışkıda yangısal hücreler ve bazende kan bulunması ile karakterizedir [7]. Bu cins içinde Shigella dysenteriae, S.sonnei, S.flexneri ve S.boydii türleri bulunur. Shigellalar hareketli değildirler. Laktozu fermente etmez ve Hidrojensülfür oluşturmazlar [8].

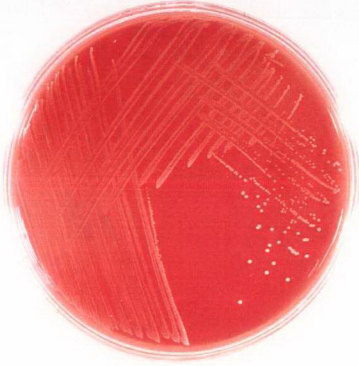


Şekil 2.2. Salmonella spp. ve Shigella spp. kolonilerinin SS Agarda görüntüsü

2.1.1.5. Fekal streptokoklar

Normal olarak ince barsaklarda ve dışkıda yaşayan *S.fecalis*, *S.arium*, *S.suis*, *S.bovis*, *S.equinus* gibi türleri içine alır. *S.fecalis*; Endokardit; idrar yolları enfeksiyonları, intra abdominal abseler, yara ve nadiren menenjit enfeksiyonları yapabilir.

Kanalizasyon sularında koliform sayısının onda biri kadar bulunurlar. Dışkı ile kirlenmiş topraklarda ve çamurlarda da tesbit edilmişlerdir. İnsan dışkısının gramında takriben 100.000 kadar bulunurlar [8].



Şekil 2.3. Fekal Streptokok kolonilerinin Blood Agar Base'de görünüşü

2.1.2. Virüsler

Virüslerin basit canlı formları olup, parazit olarak diğer organizmaları enfekte ederek yaşarlar. Büyüklükleri 30-200 nm arasındadır. Virüsler ya DNA (DNA virüsleri) veya RNA (RNA virüsleri) ihtiva ederler [6]. Bakterileri enfekte eden virüslere Bakteriofaj (Bacteriophage) adı verilir. Organizmaları enfekte ettikleri için zararlı mikroorganizmalardır. Enterik virüsler barsak kanalında çoğalır ve hasta insanların dışkılarında salınır. Arıtma tesislerinde atıksulardaki organizmaları tesirsiz hale getirdikleri gibi, insan ve bitkilerede zarar verirler. Bazı virüslerin atıksularda 20 °C 'de 6 gün yaşayabildiği gözlenmiştir. Atıksularda bulunabilen en önemli virüs türleri Hepatitis A ve Poliovirüs'dür [9].

2.1.2.1. Hepatitis A

Fekal-oral yol ile bulaşan bir virüstür. Günümüzde enterovirus 72 olarak sınıflandırılmaktadır. 27 nm. çapında çıplak kapsid'li bir virus olup tek sarmallı RNA'ya sahiptir. Hepatitis A virüsü (HAV)'nın kuluçka dönemi 15-40 gündür. Hastalığın başlangıcı akut insidansın en yüksek olduğu yaş grubu çocukluk ve genç erişkinlik olup kuluçka döneminde ve akut dönemde virüs dışkı ve kanda bulunur. HAV'ın ilk

böbrek ve dalağa yayılır. Virüs dışkı ile çıkarılır [9]. Ayrıca preikterik dönemde kanda bulunur. Bu dönemden hemen sonra sarılık ortaya çıkar. Kandaki virüs titresi azalır karaciğer hasarı başlayınca, kanda HAV'a karşı antikorlar ortaya çıkar [8].

2.1.2.2. Poliovirus

Santral sinir sistemini ilgilendiren, akut enfeksiyöz hastalık olan poliomyelitis'in etkenidir. Enterovirüslerden olup RNA virüsüdür. 55 °C de 30 dakikada veya 0,1ppm klor konsantrasyonunda inaktive olur. Virüsün insana giriş yolu ağızdır. Hastalık başlamadan önce virüs boğaz ve dışkıdan izole edilebilir. Dışkı ile haftalarca atılabilir. Poliomyelit dünyada yaygın olup, özellikle tropik bölgelerde yaz ve sonbaharda sıktır. Tüm yaş grubunu tutabilir. Çocuklar enfeksiyona daha meyillidir. İnsan enfeksiyonunun tek rezervuarıdır. Korunma ölü ve canlı aşılarla yapılabilir [8].

2.1.3. Protozoonlar

Protozoonlar parazitik mikroorganizmalar olup morfolojik görünümüne göre sınıflandırılırlar. Bugün bilinen 30 bin kadar türleri vardır. 2-3 mikron ila 16 mm kadar olabilirler. Şekilleri oval, silindirik olabilir. Vücutlarında bir veya daha fazla nukleusları bulunabilir. Ayrıca çeşitli görevler için organelleri gelişmiştir. Ancak organ ve dokuları bulunmaz. Tek hücrelilerin çoğu özellikle tatlı sularda yaşayanlar ve parazit olanlar; ortam şartları, yaşamaları için uygun olmadığı zaman (oksijensizlik, besinsizlik, extrem sıcak, extrem soğuk vb.) kendileri tarafından salınan bir zarla örtülür. Buna kist adı verilir. Bu zar canlıyı bütün kötü şartlardan aylar, hatta yıllarca korur [10].

Beslenme şekilleri çeşitlidir. Bazıları klorofilli olduklarından besinlerini kendileri yaparlar. Yani ototroftur. Bazıları organik maddelerle beslenirler. Yani saprofitler. Bazıları ise yüksek omurgalılar gibi çevresindeki diğer organizmalarla beslenen, heterotrof canlılardır. Arıtma sistemlerinde önemli rol oynarlar. Atıksularda rastlanan başlıca protozoon türleri; Giardia lamblia, Entamoeba histolytica, Cryptosporidium'dur [9].

BÖLÜM 3. BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDE GİDERİM ŞEKİLLERİ VE MİKROBİYOLOJİK GİDERİM

3.1. Atıksuların Biyolojik Arıtımı.

Atıksu arıtımı, sudaki kirleticileri uzaklaştırmak amacı ile geliştirilmiş, işlem ve prosesler dizisidir. Biyolojik arıtım ise atıksulardaki çözülmüş ve çözünmemiş organik maddelerin, çeşitli azot ve fosforlu bileşiklerin uzaklaştırılması için kullanılmaktadır. Bu işlemde çöktürmek, yerleşik olmayan asılı parçaları uzaklaştırmak ve organik maddeleri stabilize etmek esastır. Tarıma dönen atıksular için amaç proteinleri özellikle azot ve fosforu uzaklaştırmaktır. Çünkü bu proteinler su bitkilerinin büyümesini stimule ederler. Endüstriyel atıksular için amaç organik ve inorganik bileşiklerin konsantrasyonunu azaltmak veya ortadan kaldırmaktır. Düzenli analiz ve çevre kontrolü ile neredeyse bütün atıksuların biyolojik olarak temizlenmesi mümkündür. Bu yüzden her bir biyolojik prosesin ihtiyaçlarını anlamak ve düzenli çevrenin oluşturulmasını sağlamak, etkili olarak kontrol edilmesini temin etmek çevre mühendisliğinin sorumluluğundadır [9]. Atıksuların arıtımında kullanılan Biyolojik prosesler aşağıda sıralanmıştır.

- Aerobic prosesler** : Oksijen varlığında oluşur, sadece çözülmüş oksijen varlığında yaşayan bakteriler kullanılır. Bu bakterilere zorunlu aerob adı verilir.
- Anaerob prosesler** : Oksijen yokluğunda oluşan biyolojik muamele prosesleridir. Bakteri, çözülmüş oksijen olmayan ortamda yaşayabiliyorsa anaerob bakteri olarak adlandırılır.
- Anaerobik denitrifikasyon** : Nitrat azotunun, oksijen yokluğunda azot gazına, biyolojik olarak dönüştüğü procestir.

- Fakültatif prosesler** : Mikroorganizmaların oksijen varlığında veya oksijen yokluğunda faaliyet gösterebildiği proseslerdir.
- Karbonlu BOİ giderimi** : Organik maddelerin, atıksuda hücre dokusuna ve değişik gaz ürünlerine biyolojik dönüşüdür.
- Nitrifikasyon** : İki basamaklı biyolojik prosestir. İlk olarak amonyak nitrite sonra nitrata dönüşür.
- Denitrifikasyon** : Nitratın azota ve diğer gazlara dönüştüğü biyolojik prosestir.
- Stabilizasyon** : Çamurdaki organik maddenin ve atıksuyun biyolojik muamelesinin gazlara ve hücre dokusuna dönüşümü ile stabilize olan bir biyolojik prosestir.
- Asılı - Büyüme Prosesleri** : Organik maddenin ve atıksulardaki diğer maddelerin gazlara ve hücre dokularına dönüşmesinden sorumlu olan mikroorganizmaların sıvı içindeki süspansiyonunun devam ettirmesini içeren biyolojik artım prosesidir.
- Bağlı - Büyüme Prosesi** : Organik maddenin ve atıksulardaki diğer yapıların gazlara ve hücre oluşumlarına dönüşmesinden sorumlu olan mikroorganizmaların kaya, çamur, seramik, plastik materyal gibi bazı ortamlara bağlanmasını içeren biyolojik arıtma prosesidir.

Görüldüğü gibi biyolojik proseslerinin hepsi mikroorganizmaların varlığına bağlıdır. Mikroorganizmaların metabolizmaları, kendilerini çevreleyen fiziksel ortamın özelliklerine geniş ölçüde bağımlıdır.

Biyolojik arıtımı gerçekleştiren mikroorganizmaların görevlerini yapabilmeleri için, optimum çevre şartlarının sağlanması gerekir. Bu şartlar **oksijen, sıcaklık, pH ve toksisitedir** [11].

Karbonlu BOİ giderimi, yerleşik olmayan koloidal katıların koagülasyonu ve organik maddenin stabilizasyonu, özellikle bakteriler ve diğer mikroorganizmaların kullanılması ile başarılıdır.

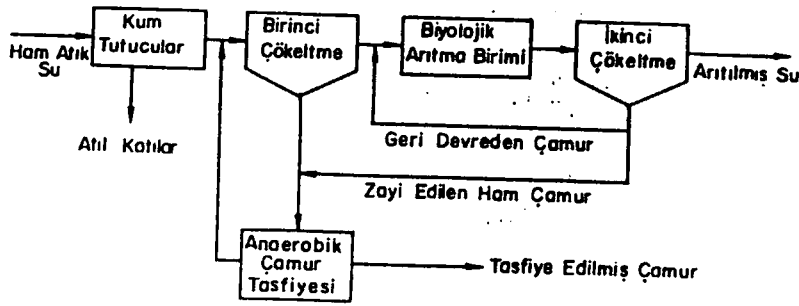
3.2. Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri

3.2.1. Aktif Çamur Sistemi

Aktif çamur sisteminde, atıksularda bulunan organiklerin büyükbir kısmını daha az zararlı organik maddelere ve mikrobik maddelere, kontrollü bir şekilde dönüştürmek mümkündür.

Aktif çamur arıtım sistemlerindeki, biyolojik arıtım birimlerinde bulunan heterojen mikrobik kültür; bakteri, protozoa, rotiferler ve fungi türlerini ihtiva eder. Ancak organik madde asimilasyonunu bunlardan yalnızca bakteri gerçekleştirir.

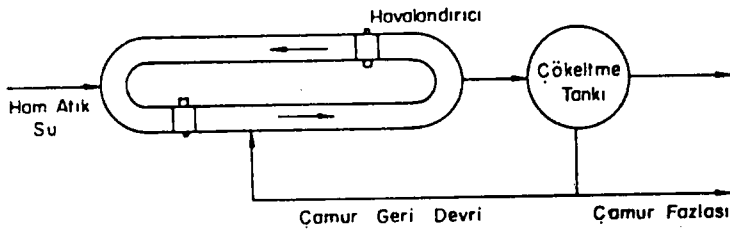
Aktif çamur sistemi bütün dünyada yaygın şekilde kullanılan havalı (aerobik) tasfiye sistemidir. Klasik aktif çamur sistemindeki 2. kademe ve biyolojik tasfiye öncesinde; ızgara, kum tutucu ve ilk çöktürme birimlerini birimlerini ihtiva eden bir mekanik tasfiye uygulanır. Bu şekilde BOİ'de % 25-35'lik bir azalma temin edilir. Daha sonra bu atıksuların aktif çamur sistemi ile biyolojik arıtımı sonunda akarsu, deniz veya araziye deşarj edilecek kalitede bir arıtım sağlanır [12].



Şekil 3.1. Aktif çamur artım tesisi için tipik Akım şeması

3.2.2. Havalandırma Havuzları

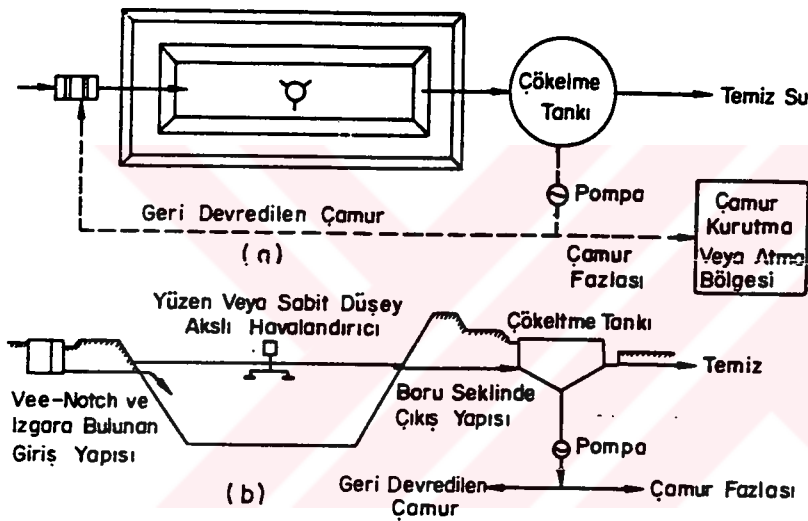
Havalandırılmalı havuzları; mekanik havalandırıcılar vasıtası ile havalandırılan ve derinlikleri 2,5 - 5 m olan toprak havuzlardır. Bu sistemin alan ihtiyacı stabilizasyon havuzlarına nazaran % 10-20 daha azdır ve hidrolik bekletme süresi de daha kısadır. Mekanik ekipman olarak havalandırıcılara ihtiyaç vardır. Havalandırmanın gücüne bağlı olarak katı maddeler çökelir ve sistemi terkeder [12].



Şekil 3.2. Aerobik - çökeltmesiz Mekanik havalandırılmalı havuz

3.2.3. Stabilizasyon Havuzları

Bu havuzlar düşük ilk yatırım maliyeti ve işletme gideri olan bir atıksu tasfiye yöntemidir. Bundan dolayı nüfusu az olan yerleşim merkezi ve endüstriler için tavsiye edilmektedir. Oksidasyon havuzları, biyolojik faaliyetin türüne göre aerobik, fakültatif ve anaerobik olarak adlandırılabilir [12].

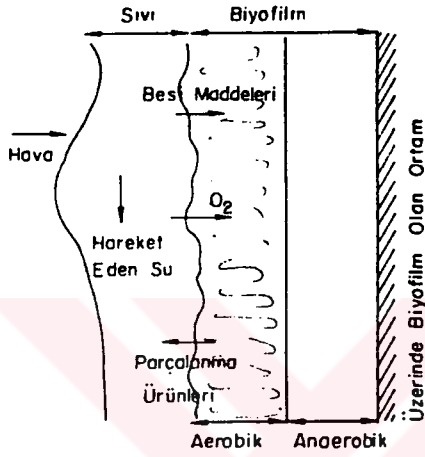


Şekil 3.3. Stabilizasyon havuzları için tipik akım şeması A) Plan, b) Kesit

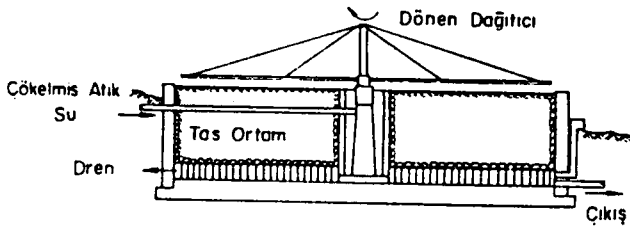
3.2.4. Damlatmalı Filtreler

Evsel atıksuların arıtımında, aktif çamur arıtım sistemleri yerine alternatif olarak kullanılmaktadır. Birinci çökeltme tankını takiben atık su; biyofilm ile kaplı, kırılmış kaya ve diğer uygun plastik yüzeyleri ihtiva eden ortama verilmektedir. Bu tip ortamlarda bir film tabakası oluşur. Bu film tabakasının yüzeyinde aerobik bir tabaka, onun altında da anaerobik bir tabaka bulunur. Atıksu mikrobik film üzerinde hareket ettikçe, çözülmüş organikler çabucak parçalanmakta ve kolloidal organikler ise

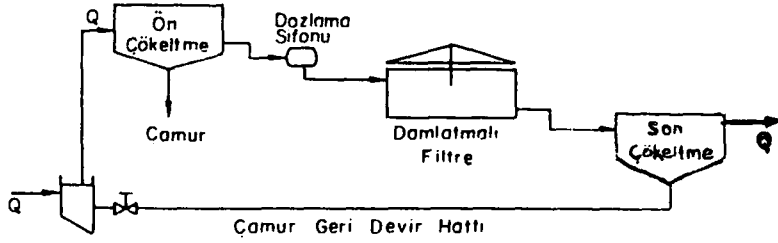
yüze absorbe olmaktadır. Filmdeki oksijen ise yüzeydeki havadan filme doğru kütle hareketi ile yenilenmektedir. Geçirimli dolgu malzemesinin üzerindeki biyofilm tabakası bu şekilde tedricen kalınlığını artırır. Belirli bir kalınlığa ulaşan biyofilm, filtreden süzülen suyun yol açtığı hidrolik kesme kuvveti tesiri ile koparak sürüklenir ve son çöktürme havuzunda çöktürülüp biyokütle halinde sistemden uzaklaştırılır[12].



Şekil 3.4a Damlatmalı filtre üzerinde bulunan biyofilmden kesit



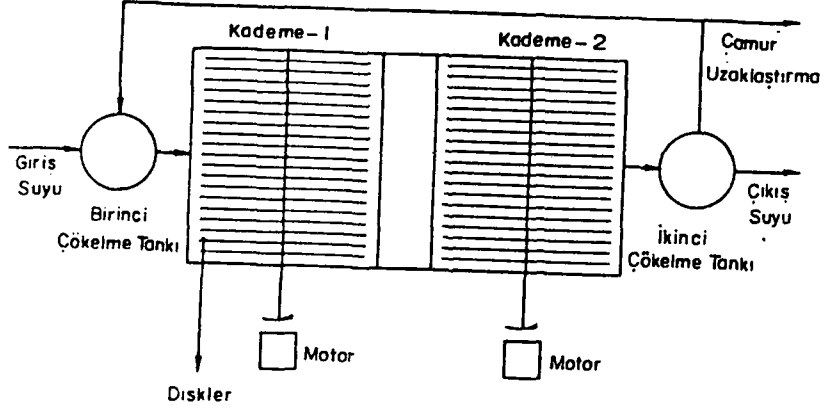
Şekil 3.4b Damlatmalı filtre



Şekil 3.4c Damlatmalı filtre akım şeması

3.2.5. Biyodiskler

Dönen biyolojik reaktör sistemi; suda biyolojik oksijen ihtiyacı yaratan organik maddeleri uzaklaştırmada kullanılan bir biyolojik arıtma yöntemidir. Arazi ve enerji ihtiyacının az olması, işletim kolaylığı sistemi cazip kılmaktadır. Bu tip sistemler, çapları 2-3 m arasında olabilen, düşük özgül ağırlığa sahip polystren veya PVC disklerin paralel olarak, yatay miller üzerine monte edilmesiyle oluşur. Diskler suya yarı batık halde döndürülür. Sistemin işletmeye alınmasından hemen sonra, atık suda tabii olarak bulunan mikroorganizmalar dönen yüzeye yapışmakta, üremekte ve biyofilm tabakası oluşturmaktadır. Dönme esnasında münavebeli olarak atmosfer ve sıvı ile temas eden biyofilm tabakası, biyolojik ayrışma ve büyüme ile daha da kalınlaşır. Belirli kalınlığa ulaşan biyofilm, sıvı ile disk arasındaki kayma gerilimlerinin tesiri ile koparak uzaklaştırılır. Hidrolik ve organik yük değişimlerine daha kolay uyum sağlayabilirler. Toksik tesirlere karşı toleransları daha yüksektir [12].



Şekil 3.5. Dönen biyolojik reaktör şeması

3.3. Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerinde Mikroorganizmaların Giderimi

Biyolojik atıksu arıtma tesisinin ön çöktürme havuzunda bile, atıksuda mevcut biyolojik türlerin bir çoğunun giderilmesi mümkündür. Protozoa kistleri ve helmint yumurtaları gibi büyük ve ağır mikroorganizmaların bazıları ön çöktürmede giderilir. Parazitik yumurtalar ve kistler için ön çöktürmedeki giderim oranı % 50 - % 90 dır. Bakterilerin giderimi ise % 25 dir. Bakteri ve virüs seviyesini bu aşamada etkili olarak düşürmek mümkün değildir.

Biyolojik arıtma sistemlerinin diğer kademeleri, stabilizasyon havuzları, damlatmalı filtre, aktif çamur vb. atıksudaki biyolojik organizmaların sayısını azaltır fakat onları tam olarak gidermez. Arıtmanın mekanizması adsorbsiyon veya parçalamadır. Genel olarak damlatmalı filtrelerden ziyade, aktif çamur sistemleri bakteri ve virus popülasyonlarının azaltılmasında daha etkilidir. Damlatmalı filtrelerde bakteri ve viruslerin % 50 - % 90'ı giderilirken, aktif çamur sisteminde bakterilerin % 90'dan fazlası ve virüslerinde % 80 - 90, giderilebilmektedir.

Damlatmalı filtrelerin yassı solucan yumurtalarının % 30 ve Entamoeba - histolytica kistlerinin % 99'dan fazlasını elimine ederken, aktif çamur sistemlerinin kist ve yumurtalara karşı etkili olmadığı ortaya konmuştur. İkincil arıtma sistemlerinin hepsi indikatör koliform organizmaların % 90'ını giderebilir. Diğer patojen bakterilerin teorik olarak giderilen indikatör koliform bakteriler kadar giderildiği kabul edilir.

Gelişmiş bir arıtma tesisinin amacı, inorganik ve organik bileşenleri ayrıştırmaktır. Böylece biyolojik bileşenlerin bu sistemlerle ayrıştırılması birçok kere tesadüfen gerçekleşir [4].

Kimyasal koagülasyon, çöktürme ve filtrasyonu içeren üçüncü kademe arıtma sisteminde, virüslerin % 99,5'inin giderilmesi mümkündür. Çok etkin biçimde virüslerin giderilmesine ilaveten, bu iyileştirme zinciri atık suyun bulanıklığını çok düşük seviyelere indirmekte ve bunun sonucunda filtrasyonu izleyen, dezenfeksiyon prosesinin verimliliğini artırmaktadır. Filtrasyon aynı zamanda atıksuların iyileştirilmesinde normal olarak kullanılan ve dezenfeksiyon seviyesine dirençli olan daha büyük birçok parazit in giderilmesinde etkilidir [9].

Patojenlerin imha edilmesinde en önemli metod dezenfeksiyondur. Amerika Birleşik Devletlerinde; hem su, hem de atıksu için en çok kullanılan dezenfektan madde klorudur. Klor ile dezenfeksiyonun verimi suyun sıcaklığına, pH'sına klorlama süresine, karışma derecesine, birbiriyle etkileşen yabancı maddelerin varlığına, klorlanmış türlerin konsantrasyonuna, son olarak yok edilecek olan organizmaların yoğunluğuna bağlıdır [13].

Uygulamada, ilave edilen klorun miktarı deneysel tecrübeye dayalı olarak, sonunda kalması istenen bakiye klor miktarına ve alıcı ortama verilen atık suyun kalitesine bağlı olarak belirlenir. Atıksular bulanıklığa sahip değil ise dezenfekte edildiklerinde bakterilerden veya virüslerden tamamen arındırılması mümkündür.

Atıksu içindeki bakteri ve virüs konsantrasyonlarının oranını düşürmek, bu suları alıcı ortama vermeden önce depolayarak bekletmeklede mümkündür. İsrail'deki bu tür bir atıksu birikintisinde yapılan araştırmada, toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokokların konsantrasyonlarının kışın 73 gün, yazın ise 35 gün bekletilmesiyle logaritmik olarak 2-4 kat azaldığı görülmüştür. Virüsler ise kışın 100 ml'de 1000'den, yazın ise 100 ml. de 200'den daha aşağı seviyelere inmiştir [12].



BÖLÜM 4. MATERYAL VE METOT

4.1 Materyal

4.1.1. Düzce İlçesi Atıksularının Tanımı

4.1.1.1 Nüfus tahminleri

İller Bankası, Düzce Evsel Atıksu Arıtma Tesisi 2003 ve 2013 yıllarına göre iki kademedeki gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Arıtma tesisinin boyutlandırılması, projelendirme debileri daha kritik olduğundan 2003 yılına göre yapılmış, 2013 yılı içinde gerekli kontroller yapılmıştır. Arıtma tesisinin 2003 ve 2013 yıllarında hizmet vereceği nüfuslar için proses özel şartnamesinde verilmiş olan nüfus tahminleri esas alınmıştır.

Düzce şehrine ait son 30 yıllık sayım sonuçları incelenerek çoğalma emsali "P"

$$P = \left(\sqrt[a]{\frac{N_y}{N_e}} - 1 \right) \times 100 \text{ formülüyle hesaplanmıştır}$$

$$N_y = \text{Son nüfus sayımı} = 47163 \text{ kişi}$$

$$N_e = \text{İlk nüfus sayımı} = 10203 \text{ kişi}$$

$$a = \text{iki sayının arasındaki sene} = 30 \text{ yıl}$$

olmak üzere $P = 5,24$ bulunur

$$P_1 < 1 \Rightarrow P = 1$$

$$1 < P_1 < 3 \Rightarrow P = P_1$$

$$3 < P_1 \Rightarrow P = 3$$

P= 3 kabul edilerek.

2003 senesi nüfusu = 93080 kişi

2013 senesi nüfusu = 125092 kişi olarak bulunur.

4.1.1.2. Atıksu debilerinin hesaplanması

Arıtma tesisine şehir nüfusundan gelecek birim atıksu miktarı, İller Bankası standartlarına uyularak içme suyu ihtiyacının % 70'i olarak kabul edilmiştir.

Bu değer:

$$2003 \text{ yılı için} \quad q = 164.00 \text{ lt/kişi/gün} \times 0,70 = 114,8 \text{ lt/ kişi/ gün}$$

$$2013 \text{ yılı için ise} \quad q = 177,5 \text{ lt/kişi/ gün} \times 0,70 = 124,25 \text{ lt/ kişi/gün}$$

alınmıştır.

Endüstriden gelen debilerin ise nüfus artışı oranında artacağı kabul edilecektir.

Evlerden gelecek atıksuyun kirlilik yükü 54 gr BOİ₅/ kişi/ gün kabul edilmiştir. Ancak İller Bankasının 5.3.1985 tarih ve 1458 sayılı yazısında belirtilen istek üzerine; **arıtma tesisi giriş BOİ konsantrasyonu 350 mg/lt olarak kabul edilmiş** ve hesaplar yenilenmiştir. Düzce şehrinde süt endüstrisinden gelecek kirliliğin, evrensel kirlilik kalitesine indirgenerek kanalizasyona verileceği kabul edilmiştir. Mezbahalardan gelecek kirlilik yükünün ise evsel atık niteliğine indirgenemeyeceği İller Bankası'nın yukarıda adı geçen yazısında belirtilmiştir.

Eşdeğer nüfus hesabı

1000 lt süt için eşdeğer nüfusun 100-250 kişi olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca 100 kişi/1000 lt süt olduğu kabul edilmiştir. Buna göre 1993 yılında süt üretimi 29,4 ton/gün olduğundan eşdeğer nüfus

$$\frac{29400 \times 100}{1000} = 2940 \text{ kişi}$$

Mezbahalarda her büyük baş hayvan için 70-200 kişi her küçükbaş hayvan içinse 30-80 kişi eşdeğer nüfus verilmektedir. Halen 20 büyükbaş 70 küçükbaş hayvan kesimi yapıldığına göre $(70 \times 20) + (30 \times 70) = 3500$ kişi olur

Bu değer, nüfus artış oranına göre 1993 yılında

$$3500 \times \frac{69260}{47163} = 5140 \text{ kişi olacaktır.}$$

1993 yılı eşdeğer nüfusu

$$69260 + 2940 + 5140 = 77340 \text{ kişi olur.}$$

2003 yılında

süt üretimi nüfus artışına oranla

93080

$$(20 \times \frac{\quad}{47163}) \times 100 = 3947 \text{ kişi}$$

47163

Mezbahada ise

93080

$$3500 \times \frac{\quad}{47163} = 6908 \text{ kişi olur}$$

47163

Buna göre 2003 yılının eşdeğer nüfusu

$$93080 + 3947 + 6908 = 103935 \text{ kişidir}$$

2013 yılında

Süt üretiminin eşdeğer nüfusunu

125092

$$(20 \times \frac{\quad}{47163}) \times 100 = 5305 \text{ kişi}$$

47163

Mezbahada

125.092

$$3500 \times \frac{\quad}{47163} = 9283 \text{ kişi}$$

47163

$$125092 + 5305 + 9283 = 139680 \text{ kişi olacaktır.}$$

Düzce atıksu arıtma tesisinin boyutlandırılmasında proses özel şartnamesinde verilmiş olan debilere, projelendirme sırasında gündemde olmayan et kombinası atık sularından oluşan fark debisi ilave edilmiştir.

Bu bilgilere göre; avan projede, projelendirme debileri kapsamında olan 70 küçükbaş ve 20 büyükbaş kapasiteli mezbaha atık suları ile 150 küçükbaş ve 100 büyükbaş kapasiteli et kombinasının atık suları yer değiştirilerek debi hesaplamaları aşağıdaki gibi yapılmıştır.

2003 ve 2013 yıllarında projelendirme debilerini arttıracak endüstriyel fark debisi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

2003 yılında mezbaha debisi: $74 \text{ m}^3 / \text{gün}$

2013 yılında mezbaha debisi: $100 \text{ m}^3 / \text{gün}$

2003 yılında et kombinası atık su debisi: $102,2 \text{ m}^3 / \text{gün}$

2013 yılında et kombinası atık su debisi: $137,5 \text{ m}^3 / \text{gün}$

Buna göre 2003 ve 2013 yıllarında projelendirme debilerine ilave edilecek fark debisi

$$\text{Fark debisi} = Q_{\text{et}} - Q_{\text{mez}}$$

2003 yılı için

$$\text{Fark debisi} = 102,2 - 74 = 28,2 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

2013 yılı için

$$\text{Fark debisi} = 137.5 - 100 = 37,5 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

Buna göre saatlik projelendirme debileri Tablo. 4.1. de verilmiştir.

Tablo 4.1. Saatlik Projelendirme debileri [14].

Yıllar	2003	2013
Proje debisi (lt/sn)	242	348
Max. debi (lt/sn)	277	400
Min. debi (lt/sn)	98	140
Ort. debi (lt/sn)	153	220

Yukarıda hesaplanmış olan fark debileri ile saatlik projelendirme debileri aşağıdaki

2013 yılı için

$$Q_{\max} = 1440 + \frac{37,5}{8} = 1444,69 \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$Q_{\max} = 401,3 \text{ lt/sn}$$

$$Q_{\text{proje}} = 1252,8 + \frac{37,5}{8} = 1257,49 \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$Q_{\text{Proje}} = 349,3 \text{ lt/sn}$$

$$Q_{\text{ort}} = 792 + \frac{37,5}{8} = 793,56 \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$Q_{\text{ort}} = 220,4 \text{ lt/sn}$$

minimum debide herhangi bir artış olmamaktadır. Buna göre arıtma tesisindeki ünitelerin boyutlandırılması Tablo 4.2. de verilen debilere göre yapılmıştır.

Tablo 4.2. Projelendirme debileri [14].

Yıllar	2003	2013
Proje debisi (lt/sn)	243	349,3
Max debisi (lt/sn)	278	401,3
Min debisi (lt/sn)	98	140
Ort. debi (lt/sn)	153	220,4

4.1.1.3. Kirlilik yükü

Evsel atıksuların getireceği organik madde kirliliği hesabında BOİ₅ miktarının, nüfus başına günlük BOİ₅ atımı değerleri olan 40-60 gr/ gün den yola çıkarak 2003 yılı için nüfus başına 43 gr/ gün, 2013 yılı için 46 gr/ gün esas alınmıştır. Buna göre sistemin organik yükü aşağıdaki şekilde olmaktadır.

Tablo 4.3. Düzce ilçesi evsel atıksularının organik yükü [14].

Yıllar	2003	2013
Nüfus (kişi)	93080	125052
kg BOİ ₅ /kişigün	0,043	0,046
Organik yük (kg BOİ ₅ /gün)	4002,4	5754,3
Ortalama debi ml/gün	13245.12	19042.56
BOİ ₅ (mg/lt)	302.18	302.18

Endüstriyel Organik Yük

Düzce ilçesinin kanalizasyon sistemine atıksularını verecek olan endüstrilerin kirlilik yükleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Süt endüstrileri kirletici yük olarak peynir üretimi hariç endüstrilerde; 1000 lt süt için 80 kişi. Peynir üretimi dahil endüstriler için ise; 1000 lt süt için 45-230 kişi olarak alınır. Buna göre süt endüstrisinden gelecek kirletici yükün hesabında eşdeğer nüfus üzerinden ve avan projede verilmiş olan beher 1000 lt üretilen süt için 100 kişilik eşdeğer nüfus kabul edilmiştir.

Avan projelendirme aşamasında süt endüstrilerinin günde 20 ton süt üretimi yaptığı ve son nüfus sayımını 47163 kişi olduğu belirtilmiştir. Buna göre 2003 ve 2013 yıllarında tahmini süt üretiminin nüfuslar arasındaki artış hızı ile doğru orantılı olarak artacağı kabul edilerek 2003 ve 2013 yıllarındaki süt üretimleri ve organik yükleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$2003 \text{ yılı süt üretimi} = 20 \text{ ton/gün} \times \frac{93.080}{47163} \\ = 39,47 \text{ ton /gün}$$

1000 lt süt için 100 kişi eşdeğeri kabul edildiğinde;

$$2003 \text{ yılı süt endüstrisi eşdeğer nüfusu} = 39,47 \times 100 = 3947 \text{ kişi}$$

2003 yılında kişi başına 0,043 kg/gün BOİ₅ atıldığı kabul edilerek 2003 yılı

BOİ₅ yükü

$$\text{BOİ}_5(\text{süt}) = 3947 \times 0,043 = 159,72 \text{ kg/gün}$$

$$2013 \text{ yılı süt üretimi} = 20 \text{ ton/gün} \times \frac{125092}{47163}$$

$$2013 \text{ yılı süt üretimi} = 53.05 \text{ ton/gün}$$

1000 lt süt için 100 kişi eşdeğer kabul edildiğinden

$$2013 \text{ yılı için süt endüstrisi eşdeğer nüfusu} = 53.05 \times 100 \\ = 53.05 \text{ kişi}$$

2013 yılında kişi başına 0,046 kg/gün BOİ₅ atıldığı kabul edilerek 2013 yılı BOİ₅ yükü

$$\text{BOİ}_5(\text{süt}) = 5305 \times 0,046 = 244,03 \text{ kg/gün olarak hesaplanmıştır.}$$

İller Bankası yetkilileri ile yapılan görüşmelerde 2013 yılı için et kombinasyonunun, arıtma tesisine yaklaşık 2000-2500 mg/lt BOİ₅ konsantrasyonunda atıksu vereceği kabul edilerek Düzce için bu miktar 2100 mg/lt BOİ₅ olarak alınmıştır.

2003 yılında et kombinasyonundan gelecek atıksuların BOİ₅ konsantrasyonu yine aynı şekilde 2100 mg/lt olarak alınmıştır.

İller Bankası yetkilileri ile yapılan görüşmelerde et kombinasyonunda 2013 yılında 100 adet büyükbaş ve 150 adet küçükbaş hayvan kesimi yapılacağı kabul edilmiştir. Avan projede beher büyük baş hayvan kesimi için günde 1 m³, beher küçükbaş hayvan kesimi için ise günde 0,25 m³ su kullanıldığı kabul edilmiştir. Avan projedeki su kullanımları ile 2013 yılında arıtma tesisine et kombinasyonundan gelecek atıksu miktarı aşağıdaki gibi olacaktır.

$$Q_{(\text{et kombinasyonu})} = (100 \times 1) + (150 \times 0,25) = 137,5 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Nüfus artışı ile 2003 yılında et kombinasyonundan gelecek atıksu debisi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$Q_{(\text{et kom})} = \frac{93080}{125092} \times 137,5 = 102,31 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Bu hesaplara göre Düzce atıksu arıtma tesisine gelecek olan endüstriyel BOİ₅ yükü Tablo 4.4. de gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Endüstriyel BOİ₅ yükü [14].

ENDÜSTRİ	EŞDEĞER NÜFUS KİŞİ		BOİ ₅ kg/gün	
	2003	2013	2003	2013
Süt Endüstrisi	3947	5305	169.72	244.03
Et Kombinasyonu Atıksuyu	4997	6277	214.35	288.75
TOPLAM	8944	11582	384.57	532.78

Toplam Organik Yük Tablo 4.5. de verilmiştir.

Tablo 4.5. Toplam organik yük [14].

Yıllar	2003	2013
Evsel organik yük kg BOİ ₅ /gün	4002.4	5754,3
Endüstriyel Organik Yük kg BOİ ₅ / gün	384.57	532.76
TOPLAM kg/gün	4387	6287

BOİ Konsantrasyonu Tablo 4.6. da verilmiştir.

Tablo : 4.6. BOİ konsantrasyonu [14].

Yıllar	2003	2013
Toplam organik yük kg BOİ ₅ /gün	4387	6287
Ortalama debi m ³ /gün	13245,12	19042,56
BOİ ₅ konsantrasyonu mg/lt	331.22	33016

olarak hesaplanmıştır. Tesisin çıkış suyu standartları İller Bankasının 5.3.1985 tarih ve 1458 sayılı yazısıyla 50 mg BOİ₅/lt olarak istenmiştir [14].

4.1.2. Düzce İlçesi Atıksu Arıtma Tesisi

Düzce şehri atıksu arıtma tesisi; ızgara, kum tutucu, ön çökeltmeden oluşan bir ön arıtma bölümü ile İller Bankası'nın isteği üzerine tek kademe olarak düzenlenen damlatmalı filtre ve son çökeltme havuzundan oluşmaktadır.

Düzce şehri kanalizasyon sistemi ile toplanan atıksular önce ızgara yapısına gelir. Burada içindeki kaba parçacıklar tutulduktan sonra, atıksular kum tutucuya geçer. Kum tutucuda sabit hızlı akış sırasında; atıksuda bulunan inorganik çökebilir maddeler sudan ayrılır. Bu adımdan sonra sular, ön çökeltim havuzlarına geçer. Bu havuzlarda ızgaradan geçebilen çökebilir maddeler gravite ile çöker. Ön çökeltimden geçen sular Damlatmalı filtre yatağı üzerine bir dağıtıcı sistem yardımıyla eşit bir şekilde püskürtülür. Bu işlem sırasında suyun içinde bulunan bakteriler, dolgu maddesi üzerinde ince bir film tabakası oluşturur. Bu şekilde oluşan bakteri filmi organik maddeleri oksitleyerek BOİ giderimini sağlar. Zaman zaman kalınlaşan bu film tabakası atıksu ile dışarıya atılarak yeni bir tabaka oluşur.

Damlatmalı filtrelerde dolgu malzemesi olarak kırmataş veya plastik madde kullanılmaktadır. Ancak birim hacimdeki filtre malzemesi yüzeyi; plastik dolguda, kırmataştan daha büyük olduğundan ve bu nedenle daha fazla biyofilm teşekkül etmesine ortam sağladığından, Düzce arıtma tesisinde plastik dolgu kullanılmıştır.

Damlatmalı filtreden çıkan mikroorganizmalarla karışık su son çökeltim havuzuna gelir içindeki bakteri flokları çöker. Bu arıtma işlemlerinin sonucu çıkan çamurlar önce çamur yoğunlaştırıcılarda yoğunlaştırıldıktan sonra, anaerobik çürütücülerde stabilize hale gelir. Çamur çürütme havuzlarında yaklaşık olarak %7 katı madde konsantrasyonunda alınan çürütülmüş çamur, Belt filtre tesislerinde %25 katı konsantrasyonuna kadar susuzlaştırılır. Paket belt filtre pres ünitesi; çamur besleme pompaları, poli elektrolit hazırlama ünitesi ve belt filtre preslerinden oluşan komple mekanik bir ekipmandır. Çamur çürütme havuzlarında besleme pompaları ile alınan çamur, belt filtre prese girerken içersine polielektrolit dozlanır ve burada döner silindirlere sarılı sentetik bant arasında sıkıştırılarak suyu alınır ve %25 katı konsantrasyonunda çıkarılır.

Son çökeltme havuzundan çıkan arıtılmış sular ortak 1 m. genişliğinde betonarme bir kanalla toplanarak Küçük Melen çayına deşarj edilmektedir. Kanal, havuzların suyunu topladıktan sonra 3 m. daha devam etmekte sonra bir rögar ile düşü yapılarak zeminin altına inmektedir. Kanalın tesis çıkışındaki yolu kesmemesi için zeminin altından devam etmesi uygun görülmüştür [14].

4.2. Metot

4.2.1. Örneklerin Alınması ve Analize Hazırlanması

Örneklerin steril şartlarda alınabilmesi için R.S.H.M.B.'lığı Mikrobiyoloji Laboratuvarlarından steril 1 litrelik koyurenkli şişeler temin edildi. Düzce ilçesi atıksu arıtma tesisindeki hidrolik bekleme süresinin 2 saat olduğu göz önüne alınarak; atıksu arıtma tesisi girişinden numune alındıktan 2 saat sonra atıksu arıtma tesisi çıkışından tekrar numune alındı [14]. Böylece giren atıksuyun, mikrobiyolojik yönden ne kadar artıldığı belirlenmesine çalışıldı. Alınan örnekler; uygun büyüklükteki strafor kutular içerisine yerleştirilerek aralarına yeteri kadar buz aküleri konuldu. Numuneler analizin yapılacağı R.S.H.M.B.'lığına 6 saat içerisinde ulaştırıldı. Laboratuvara ulaştırılan numunelerin, ondalık dilüsyon serileri hazırlanarak aynı gün analize alındı. Numuneler 1997 Mart ayından itibaren her ay olmak üzere 1997 Aralık ayına kadar 10 defa alındı. Bu şekilde yılın değişik mevsimlerinde arıtma tesisindeki mikrobiyolojik yük değişimleri ve mikrobiyolojik giderimin değişimleri gözlenmeye çalışıldı.

4.2.2. Yöntem Seçimi ve Yöntem Esasları

Atıksuların standart analiz metodlarında bulunan iki yöntem incelendi. Bunlardan biri "Çoklu tüp" metodu, diğeri ise "Membran Filtrasyon" metodudur[15].

Çoklu tüp metodunda belirli bir hacimdeki numune veya numunenin ondalık dilüsyonları, aranacak mikroorganizma türüne özgü, ayırıcı besiyerlerine inkübe edilir. İnkübe edilen bu tüplerde, eğer bakteri mevcutsa; üreyerek besiyerinde ayırıcı reaksiyon meydana getirir. Orijinal numunedeki mikroorganizmaların sayısı, pozitif reaksiyon gösteren tüplerin sayısına göre, Kuvvetle Muhtemel Sayı (KMS) tabloları kullanılarak hesap edilir. Çoklu tüp metodu içme suları, göl suları, akarsular için uygundur.

Membran filtrasyon metodunda ise belirli hacimdeki numune veya numunenin ondalık dilüsyonları, sellüloz esterlerinden oluşan bir zardan süzülür. Numunede bakteri mevcutsa membran zar yüzeyinde toplanırlar. Membran zar üst kısmı yukarı gelecek şekilde seçici bir besiyerine yerleştirilerek inkübe edilir. İnkübasyon sonunda üreyen koloniler değerlendirilir [15].

Membran filtrasyon yöntemi ile:

1- Sonuçlar kısa sürede elde edilir. Koliform sayımı 24 saatte değerlendirilir, çoklu tüp metodunda ise enaz 48 saat gereklidir.

2- Sayımlar doğrudan yapılmaktadır. KMS tablolarına ihtiyaç yoktur.

3- Laboratuvarda kullanılan malzeme ve personel açısından tasarruf sağlanmaktadır.

4- Çoklu tüp metodunda aerobik ve anaerobik sporlu bakterilerin üremesi ile yanlış pozitif reaksiyonlar meydana gelirken, membran filtrasyon metodunda bunlar önlenmektedir.

Bütün bu avantajları nedeni ile çalışmalarda membran filtrasyon yöntemi tercih edildi.

4.2.3. Deneyin Yapılışı

4-10°C 'de 6 saat içerisinde laboratuara ulaştırılan su örnekleri derhal incelemeye alındı. Arıtma tesisine giren ve çıkan atıksu örneklerinden dilüsyonlar hazırlandı. 90 ml. fosfat tampon besiyerine 10 ml. iyice çalkalanmış atıksu örneği ilave edilerek 1/10'luk dilüsyon elde edildi. Aynı şekilde devam edilerek 1/100, 1/1000, 1/10.000, 1/100.000 'lik ondalık dilüsyon serileri hazırlandı [16].

Atık suların aranan bakterilerin izolasyonu ve koloni sayımı için membran filtrasyon tekniği kullanıldı. Bakterilerin homojen dağılımlarını sağlamak için dilüsyonlar çalkalandı. Daha sonra bu 100 ml. lik dilüsyonlar 0,45 µm. por çaplı sellüloz asetat membran filtrelerden (Sartorius, GERMANY) geçirildi. Membran filtreler her bir bakteri için seçici besiyerlerine, üst kısmı yukarı gelecek filtre ve besiyeri arasında hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirildi ve plaklar ters olarak 24 saat aerobik etüve kaldırıldı [17].



Şekil 4.1. Atıksuların membran filtreden süzülmesi

4.2.3.1. Membran filtrasyon yöntemiyle *Esherichia coli* analizi

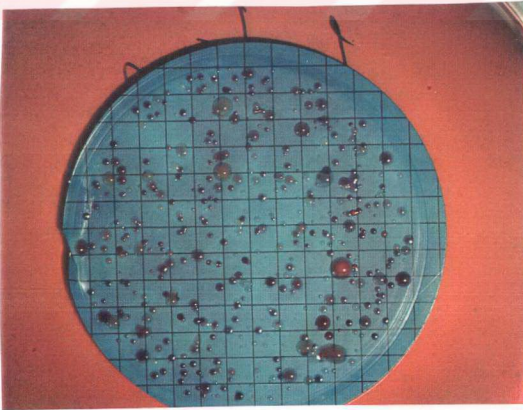
Deneyin yapılışı bölümünde anlatılan metot ile atık suların geçirildiği 0,45 µm por çaplı sellüloz asetat membran filtreler; Eozin Metilen Blue Agar (E.M.B.) üzerine yerleştirildi.

Tablo 4.7. EMB Agar terkiibi [18]

Eozin Metilen Blue agar (OXOİD)	
Pepton	10,0 g/l
Laktoz	10.0 g/l
Dipotasyum hidrojen fosfat	2.0 g/l
Eozin yeşili	0,4 g/l
Metilen mavisi	0,065 g/l
Agar	15 g/l
pH	6,8 ± 0,2

1 litre suda 37,5 gr. hazır besiyeri eritildi. Isıtılarak tamamen erimesi sağlandı. Otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edildi. Çalkalanarak 60°C 'ye kadar soğutuldu ve plaklara döküldü.

24 saat 37°C de enkübe edilen E.M.B. plaklarında üreyen laktozu fermente etmiş kırmızı, metalik röfle veren koloniler koliform grubun üyeleri olarak düşünöldü ve sayımları yapılarak kaydedildi [19].



Şekil 4.2. EMB besiyerine yerleştirilen membran filtre üzerinde üreyen koloniler

$$\text{Koliform koloni sayısı} \times 100$$

$$\text{Koliform koloniler} / 100 \text{ ml.} = \frac{\text{Koliform koloni sayısı} \times 100}{\text{Filtre edilen örnek miktarı (ml)}}$$

[16]

Her plaktaki tipik ve atipik kolonilerin %10'u incelemeye alındı. Koloniler pasajlanarak saf kültür olarak elde edildi. Sitokrom oksidaz ve ONPG reaksiyonları değerlendirildi. ONPG testi pozitif, Sitokrom oksidaz negatif koloniler, koliform bakteri olarak kabul edildi. ONPG = Ortho-nitrophenyl-beta-d-galactosidase deneyi: mikroorganizmanın laktozu fermente edip etmediğini çabuk ortaya koymak için kullanılan bir testtir [17].

4.2.3.2. Membran filtrasyon yöntemiyle Fekal Streptekok analizi

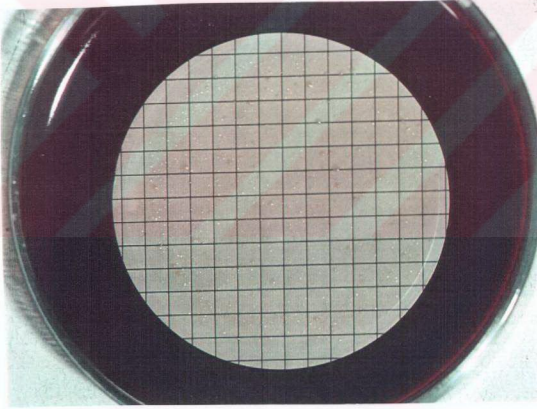
Fekal Streptetokların aranması amacıyla deneyin yapıış bölümünde anlatılan metot izlenerek atık suyun süzldüğü membran filtre, Fekal Streptekokların tespit ve izolasyonu için seçici bir besiyeri olan Azid Blood Agar Base besiyeri üzerine yerleştirildi.

Tablo 4.8. Azid Blood Agar Base terkibi [18]

Azid Blood Agar Base (OXOİD)	
Triptose	10,0 gr/l.
“Lab-Lemco” powder	3.0 gr/l
Sodyum klorür	5.0 gr/l.
Sodyum azid.	0,2 gr/l.
Agar	12.0 gr/l.
pH 7,2 ± 0,2	

1 litre distile suda 30 gr. hazır besiyeri süspanse edilerek, tamamen eriyinceye kadar kaynatıldı. Otoklavda 121°C'de 15 dk. sterilize edildi. 45-50°C ye kadar soğutulan besiyerine %5 steril kan ilave edilerek plaklara döküldü.

Membran filtreler, besiyerine yerleştirilerek 24 saat 35°C 'de inkübe edildi [15]. Bu besiyerinde hemolizli, küçük kolonilerin sayımları yapılarak kaydedildi. Daha sonra Brain Heart infüzyon (BHI) agara pasajlanarak saf kültür olarak elde edildi. (35°C 'de 24-48 saat). Katalaz testi negatif kolonilerden Gram boyama yapıldı. Gram pozitif, ovoid, kısa zincirler yapan bakterilerin gözleendiği koloniler, Bile Escülin Agar (35°C de 48 saat) ve BHI buyyon'a (45°C de 48 saat) ekilerek, inkübasyon sonunda değerlendirildi. Katalaz negatif, Gram pozitif, Bile Escülin Agarda ve 45°C de BHI buyyonda üreyen bakteriler Fekal Streptekok olarak değerlendirildi [19].



Şekil 4.3. Azid Blood Agare Base besiyerine yerleştirilen membran filtre üzerinde üreyen koloniler

Daha önce kaydedilen koloni sayıları, aşağıdaki formüle göre bakteri sayısına dönüştürüldü.

$$\text{Fekal Streptokok} / 100 \text{ ml.} = \frac{\text{Streptokok kolonilerinin sayısı} \times 100}{\text{Filtre edilen örnek miktarı (ml)}}$$

[16]

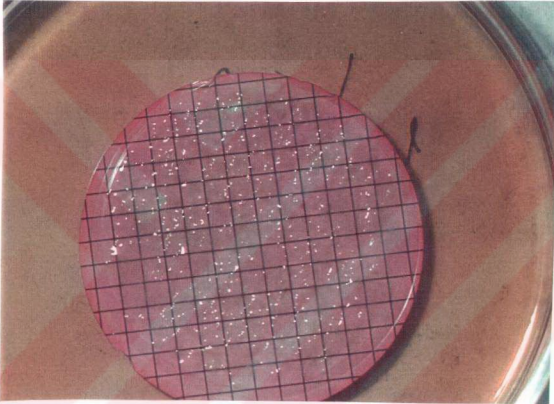
4.2.3.3. Membran filtrasyon yöntemiyle Salmonella ve Shigella analizi

Salmonella spp ve Shigella spp 'nin aranması için deneyin yapıldığı bölümünde anlatılan metot izlenerek, atık su numunesi membran filtreden süzülür. Bu membran filtre, Salmonella ve Shigella türlerinin tespit ve izolasyonu için seçici besiyeri olan SS - Agar üzerine yerleştirilir.

Tablo 4.9. Salmonella - Shigella Agar Terkibi [18].

SS. Salmonella - Shigella Agar (OXOİD)	
“ Lab lemco” Powder	5.0 g/l
Pepton	5.0 g/l
Laktoz	10.0 g/l
Safra tuzları	8,5 g/l
Sodyum sitrat	10.0 g/l
Sodyum fiyosülfat	8,5 g/l
Ferrik Sitrat	1.0 g/l
Brillant yeşili	0.00033 g/l
Nötral kırmızısı	0,025 g/l
Agar	15.0 g/l
pH 7.0 ± 0,2	

1 litre distile suda 63 gr. hazır besiyeri süspansiyonu edildi. Sık sık karıştırarak ve hafifçe kaynatılarak agarın erimesi sağlandı. Otaklavlanmadı ve 50°C'ye soğutulmuş plaklara döküldü. Atıksu numunelerinden filtre edilerek membran filtre üzerinde süzülmesinin kalması sağlandıktan sonra membran filtreler besiyeri üzerine yerleştirildi. 35°C 'de 24 saat inkübasyondan sonra laktozu fermente etmeyen, H₂S üreten veya üretmeyen koloniler kalitatif olarak değerlendirildi. Bu kolonilerden BHI agara pasajlar yapılarak saf kültürler elde edildi.



Şekil 4.4. SS Agar besiyerine yerleştirilen membran filtre üzerinde üreyen koloniler

Fenil Alanin Deaminaz aktivitesi gösteren, Kligler Iron Agar (KIA) besiyerinde fermentatif, metil red reaksiyonu pozitif ve hareketli bakterilerin Salmonella türlerine ait olabileceği düşünülerek serolojik identifikasyon yapıldı. Lam aglutinasyonu tekniğine göre test edilecek kolonilerin serum fizyolojik ile yoğun süspansiyonları hazırlandı. Üzerlerine birer damla Salmonella polivalan antiserumu (Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkez Başkanlığı) ilave edildi. Bu antiserumlarla pozitif reaksiyon veren izolatlar "Salmonella spp" olarak identifiye edildi [20]. Bu çalışmada Salmonella türlerine sadece 1997 mart ayında alınan numunede rastlandı. Diğer aylarda izole edilemedi.

SS Agarda laktozu fermente etmeyen, H₂S üretmeyen kolonilerin biyokimyasal reaksiyonları değerlendirildi.

Fenil alanini deamine etmeyen, KIA 'da fermentatif ancak H₂S üretmeyen hareketsiz kolonilerin Shigella türlerine ait olabileceği düşünüldü. Bu kolonilerden; serum fizyolojik ile lam üzerinde hazırlanan yoğun süspansiyonların üzerine, Shigella polivalan ve tip spesifik Shigella antiserumları (R.S.H.M.B) ilave edildi. Shigella türlerinin biyokimyasal özelliklerini gösteren ve polivalan antiserumlarla pozitif reaksiyon veren izolatların Shigella spp. olarak değerlendirilmesi düşünüldü. Ancak bu çalışmada Shigella türlerine rastlanılmadı [21].

BÖLÜM 5. SONUÇLAR

Mart 1997 , Aralık 1997 ayları arasında düzenli olarak alınan atıksu numunelerinin analizler neticesinde Tablo 5.1 , Tablo 5.2 , Tablo 5.3 , Tablo 5.4 de verilen sonuçlar elde edildi.

Tablo 5.1 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi giriş ve çıkışında ölçülen Fekal Escherichia coli sayısı

100 ml.deki bakteri sayısı		
AYLAR	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Mart	6×10^7	$1,6 \times 10^4$
Nisan	5×10^7	$1,5 \times 10^4$
Mayıs	$6,5 \times 10^7$	$1,7 \times 10^4$
Haziran	$4,5 \times 10^7$	$1,4 \times 10^4$
Temmuz	8×10^7	$2,5 \times 10^4$
Ağustos	1×10^8	3×10^4
Eylül	$9,5 \times 10^7$	3×10^4
Ekim	7×10^7	$1,7 \times 10^4$
Kasım	$6,5 \times 10^7$	$1,8 \times 10^4$
Aralık	9×10^7	$2,8 \times 10^4$

Tablo 5.2. Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi giriş ve çıkışında ölçülen Fekal Streptokok sayısı

100 ml. deki bakteri sayısı		
AYLAR	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Mart	6×10^6	7×10^3
Nisan	4×10^6	3×10^3
Mayıs	$4,5 \times 10^6$	$2,5 \times 10^3$
Haziran	$3,5 \times 10^6$	$1,3 \times 10^3$
Temmuz	3×10^6	1×10^3
Ağustos	1×10^6	$1,1 \times 10^3$
Eylül	4×10^6	2×10^3
Ekim	8×10^6	10×10^4
Kasım	6×10^6	5×10^3
Aralık	1×10^7	8×10^3

Tablo 5.3 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi giriş ve çıkışında ölçülen Salmonella spp. sayısı

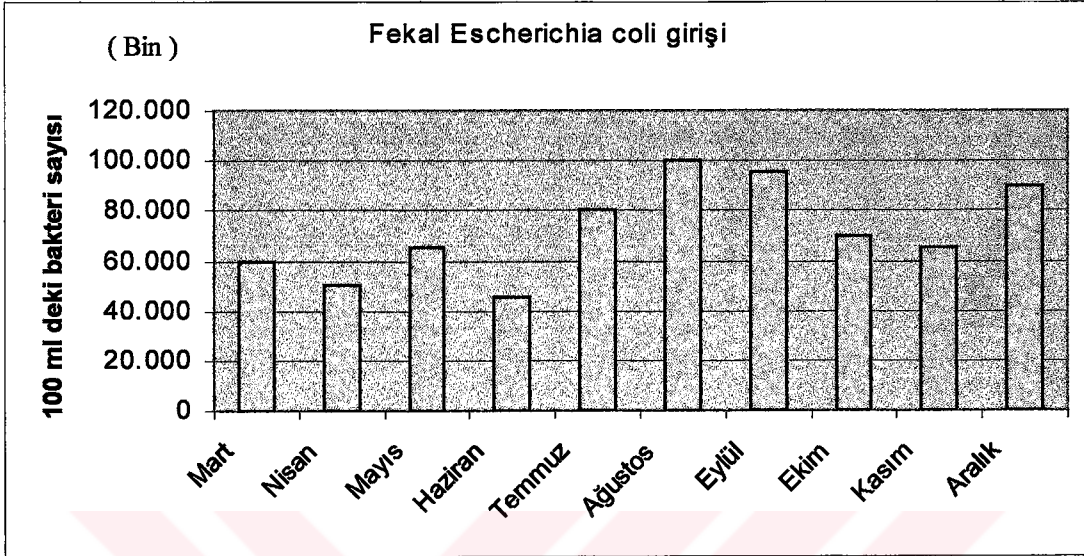
100 ml.deki bakteri sayısı		
AYLAR	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Mart	30	0
Nisan	0	0
Mayıs	0	0
Haziran	0	0
Temmuz	0	0
Ağustos	0	0
Eylül	0	0
Ekim	0	0
Kasım	0	0
Aralık	0	0

Tablo 5.4 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi giriş ve çıkışında ölçülen Shigella spp. sayısı

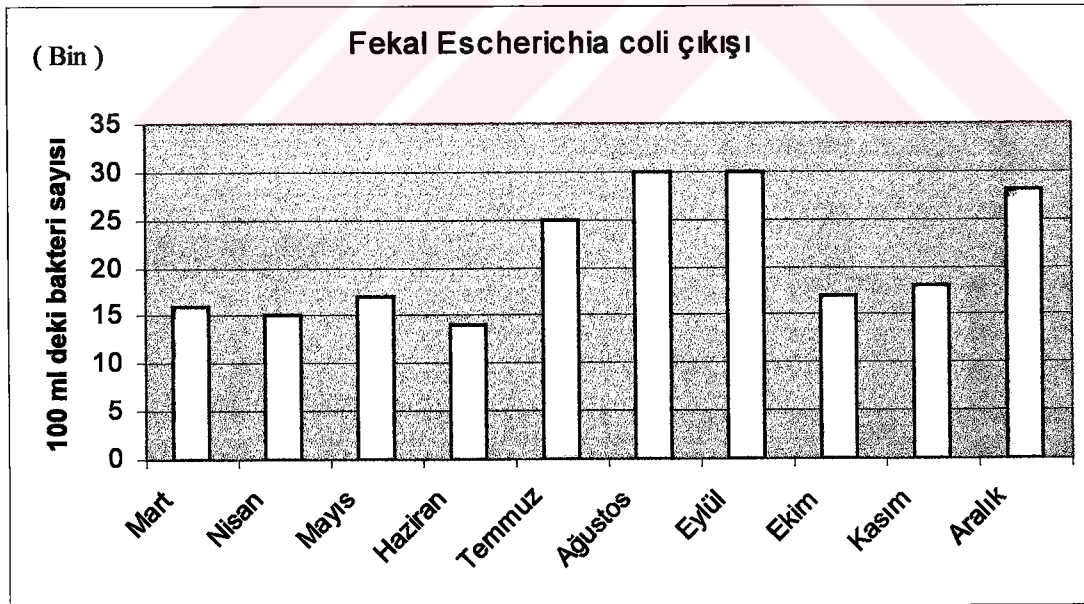
100 ml.deki bakteri sayısı		
AYLAR	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Mart	0	0
Nisan	0	0
Mayıs	0	0
Haziran	0	0
Temmuz	0	0
Ağustos	0	0
Eylül	0	0
Ekim	0	0
Kasım	0	0
Aralık	0	0

Tablo 5.3. ve tablo 5.4 de görüldüğü gibi atık sulardan izole edilmesi oldukça güç olan, ancak bir epidemiyoloji esnasında izole edilmesi mümkün olan; Shigella ve Salmonella türü bakterilerden, on ay müddetle alınan numunelerin analizleri sonucunda Shigella türü bakterilere rastlanmadı. Salmonella türü bakterilere ise ; 1997 mart ayında arıtma tesisi girişinden alınan numunenin analizi sonucunda rastlanmasına karşılık, arıtma tesisinin çıkışından alınan numunenin analizi sonucunda rastlanmadı. Bu nedenle Salmonella türü için, mart ayında ölçülen değer dikkate alınmadı.

Tablo 5.1 de verilen sonuçlar incelendiğinde arıtma tesisi girişinden alınan atıksu numunesinin 100 ml.'sinde bulunan Fekal Escherichia coli sayısı ortalama 7.2×10^7 seviyesinde iken, arıtma tesisi çıkışından alınan atıksu numunesinin 100 ml.'sinde ortalama 2.1×10^4 seviyesine düşmüştür. Tablo 5.2 de verilen sonuçlar incelendiğinde arıtma tesisi girişinden alınan atıksu numunesinin 100 ml.'sinde bulunan Fekal Streptokok sayısı ortalama 5×10^6 seviyesinde iken, arıtma tesisinin çıkışından alınan atıksu numunesinin 100ml.'sinde ortalama 4×10^3 seviyesine düşmüştür.



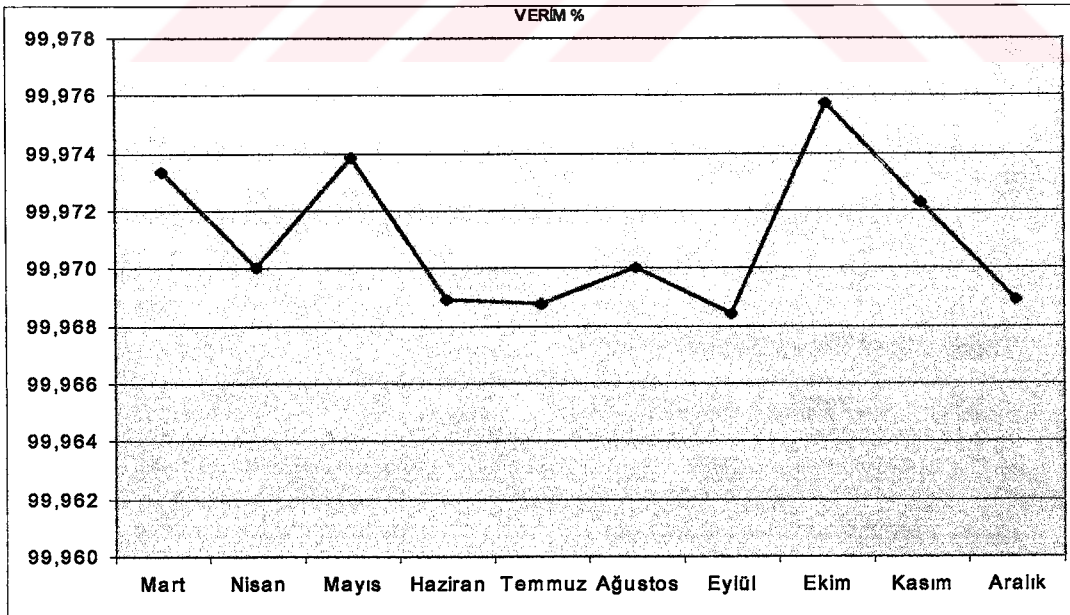
Şekil 5.1a Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma tesisine giren Fekal Escherichia coli sayısı



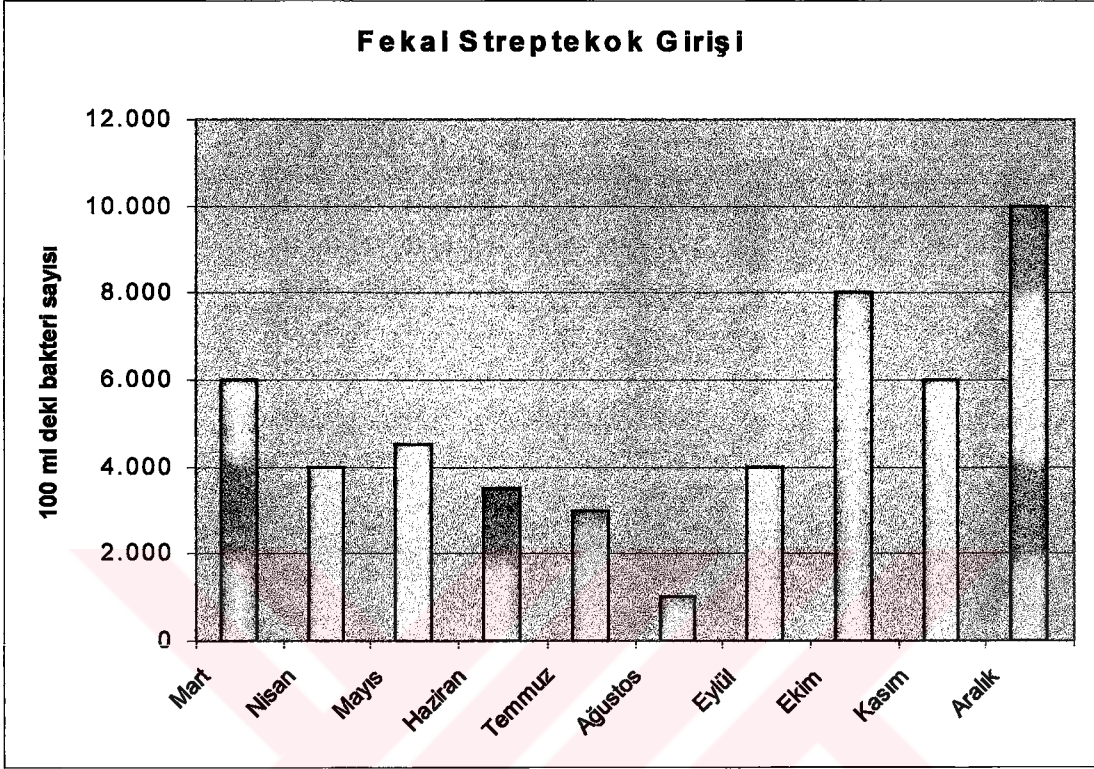
Şekil 5.1b Düzce Biyolojik Atıksu arıtma tesisinden çıkan Fekal Escherichia coli sayısı

Tablo 5.5 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde *Escherichia coli* giderme veriminin aylara göre değişimi.

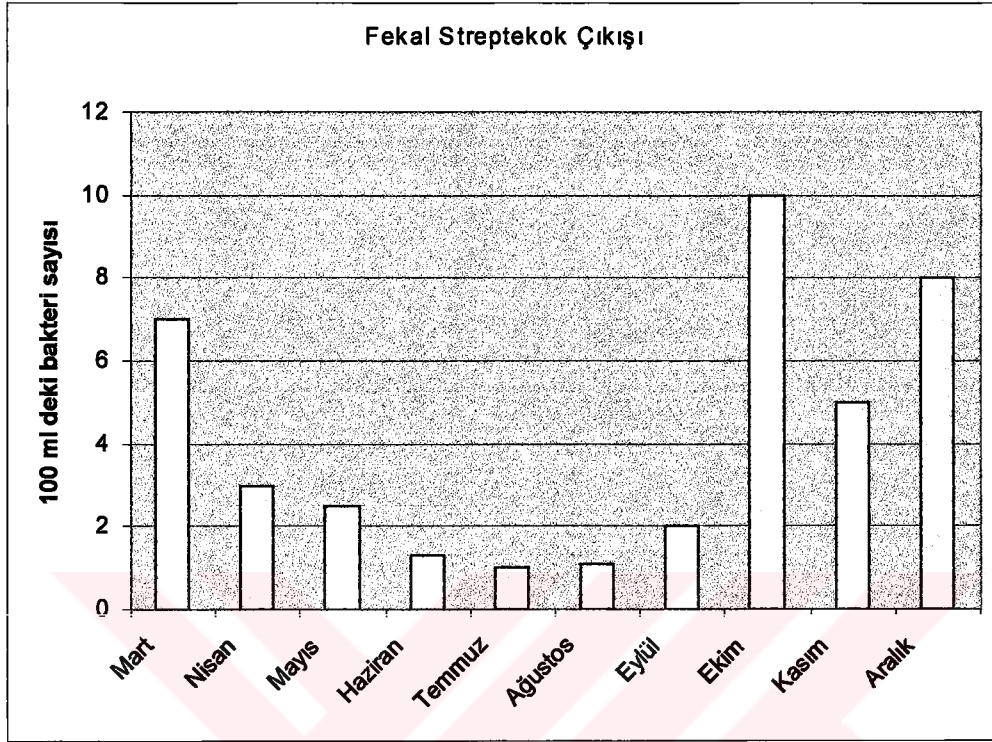
Aylar	Verim (%)
Mart	99,973
Nisan	99,970
Mayıs	99,974
Haziran	99,969
Temmuz	99,969
Ağustos	99,970
Eylül	99,968
Ekim	99,976
Kasım	99,972
Aralık	99,969



Şekil 5.2 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde *Escherichia coli* giderme veriminin aylara göre değişimi.



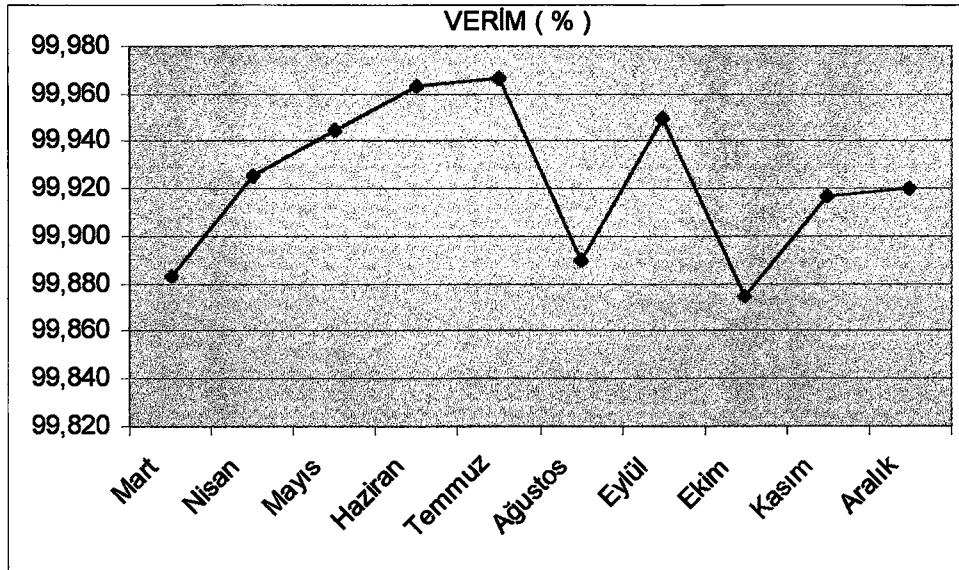
Şekil 5.3a Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine giren Fekal Streptokok sayısı



Şekil 5.3b Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinden çıkan Fekal Streptekok sayısı

Tablo 5.6 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde Fekal Streptekok giderme veriminin aylara göre değişimi.

Aylar	Verim (%)
Mart	99,883
Nisan	99,925
Mayıs	99,944
Haziran	99,963
Temmuz	99,967
Ağustos	99,890
Eylül	99,950
Ekim	99,875
Kasım	99,917
Aralık	99,920



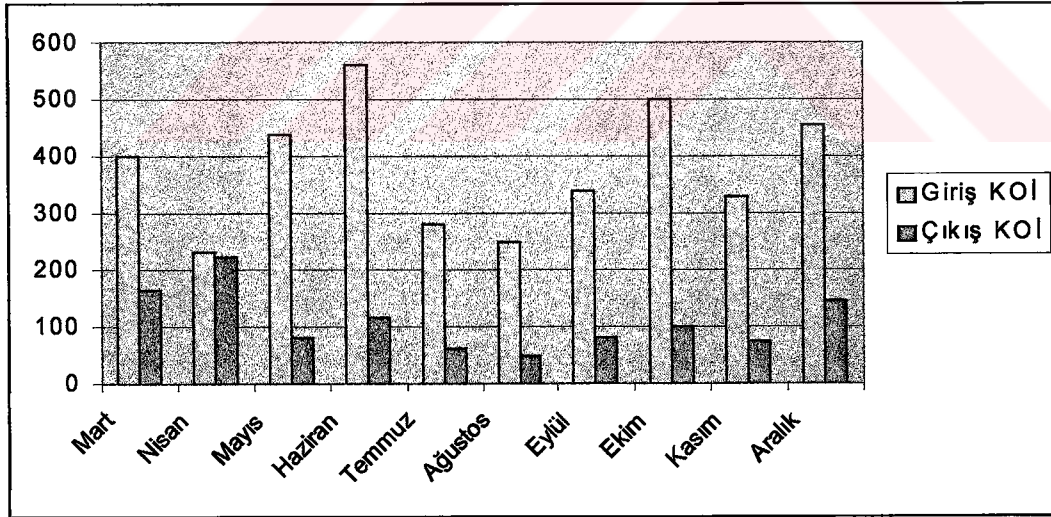
Şekil 5.4 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde Fekal Streptokok giderme veriminin aylara göre değişimi.

Tablo 5.5 de Fekal Escherichia coli giderme veriminin on aylık ortalamasının % 99.9 olduğu görülmektedir. Tablo 5.6 da fekal streptokok giderme veriminin on aylık ortalamasının % 99.8 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre Düzce biyolojik atıksu arıtma tesisinin mikrobiyolojik giderme verimi ortalama % 99.9 dur.

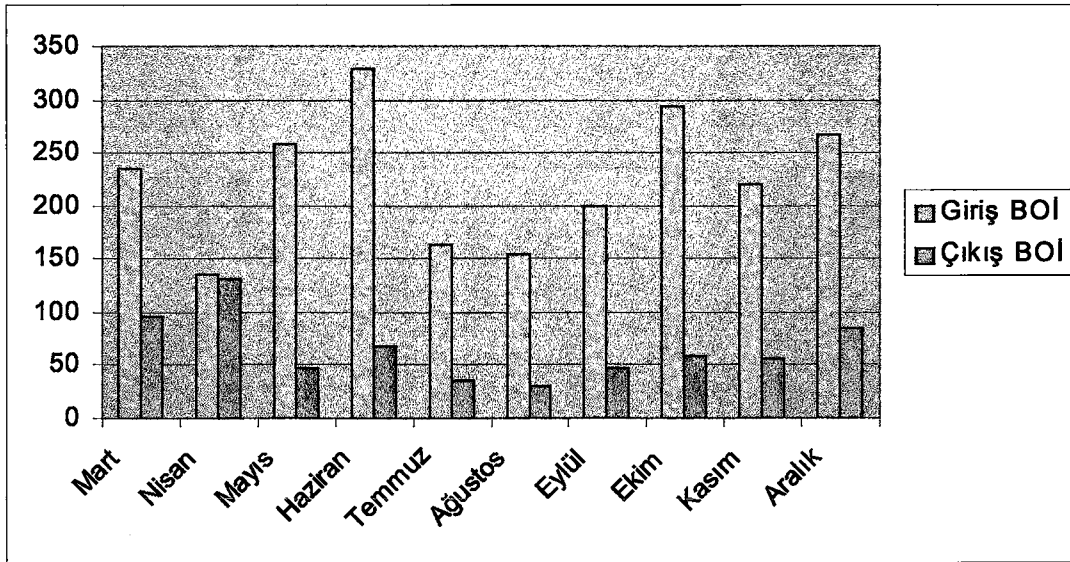
Numunelerin alındığı aylar itibariyle, Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinin laboratuvarlarında ölçülen BOİ , KOİ ve AKM ölçüm sonuçları, tesis laboratuvarından temin edildi [22] . Bu ölçüm sonuçları Tablo 5.7 , Şekil 5.5 Şekil 5.6 ve Şekil 5.7 de gösterilmiştir. Tablo 5.8 de ise Evsel Nitelikli Atıksuların Alıcı Ortama Deşarj Standartları ile Tablo 5.9 da eşdeğer nüfusun ne olduğuna bakılmaksızın stabilizasyon havuzları sistemi ile Biyolojik arıtma yapan kentsel atıksu arıtma tesislerinden çıkan Evsel Atıksuların Alıcı Ortama Deşarj Standartları verilmiştir [23] Arıtma tesisinden alınan BOİ , KOİ , AKM , ölçümlerine bakıldığında , sonuçların ölçüm yapılan aylar itibariyle alıcı ortama deşarj standartlarını yakaladığı , yılın bir iki ayında ise standartların üzerine çıktığı görülmektedir.

Tablo 5.7 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Giriş ve Çıkışında Ölçülen KOİ , BOİ, AKM Değerleri [22]

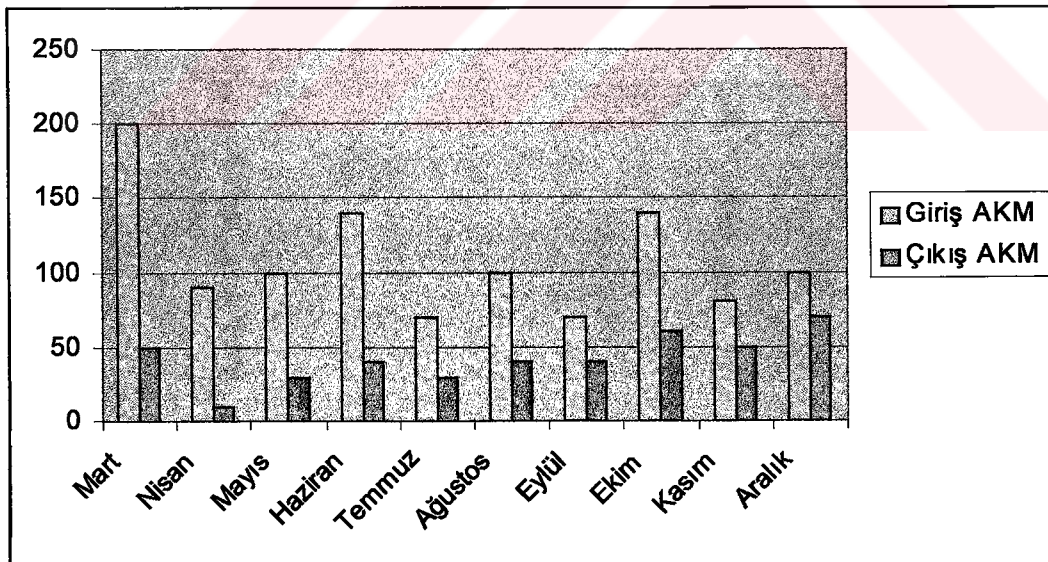
AYLAR	Giriş KOİ	Çıkış KOİ	Giriş BOİ	Çıkış BOİ	Giriş AKM	Çıkış AKM
Mart	400	164	235	96	200	50
Nisan	232	224	136	131	90	10
Mayıs	440	80	258	47	100	30
Haziran	560	116	329	68	140	40
Temmuz	280	60	164	35	70	30
Ağustos	250	50	154	30	100	40
Eylül	340	80	200	47	70	40
Ekim	500	100	294	58	140	60
Kasım	330	74	220	56	80	50
Aralık	456	144	268	84	100	70



Şekil 5.5 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine Giren ve Çıkan KOİ



Şekil 5.6 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine Giren ve Çıkan BOİ



Şekil 5.7 Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine Giren ve Çıkan AKM

Tablo : 5.8 Evsel Nitelikli Atıksuların Alıcı Ortama Deşarj Standartları [23].

Sınıf	BOİ ₅ (mg/lt)		KOİ (mg/lt)		AKM (mg/lt)		pH	
	Kompozit Numune 2 saatlik	Kompozit Numune 24 saatlik	Kompozit Numune 2 saatlik	Kompozit Numune 24 saatlik	Kompozit Numune 2 saatlik	Kompozit Numune 24 saatlik	Kompozit Numune 2 saatlik	Kompozit Numune 24 saatlik
Sınıf 1 < 60 kg BOİ ₅ /gün N< 1000	50	45	180	120	70	45	6 - 9	6 - 9
Sınıf 2 60-600 kg BOİ ₅ /gün N= 1000 - 10.000	50	45	160	110	60	30	6 - 9	6 - 9
Sınıf 3 > 600 kg BOİ ₅ /gün N> 10000	50	45	140	100	45	30	6 - 9	6 - 9

Tablo : 5.9 Evsel Nitelikli Atıksuların Alıcı Ortama Deşarj Standartları (Arıtma Prosesinin Stabilizasyon Havuzu Olması Halinde)[23].

Sınıf	BOİ ₅ (mg/lt)		KOİ (mg/lt)		AKM (mg/lt)		pH	
	Kompozit Numune 2 saatlik	Kompozit Numune 24 saatlik	Kompozit Numune 2 saatlik	Kompozit Numune 24 saatlik	Kompozit Numune 2 saatlik	Kompozit Numune 24 saatlik	Kompozit Numune 2 saatlik	Kompozit Numune 24 saatlik
Eşdeğer nüfusdan bağımsız	75	50	150	100	200	160	6 - 9	6 - 9

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Evsel atıksuların; biyolojik atıksu arıtma tesislerinde arıtılarak alıcı ortama verilmeleri alıcı ortamlarda meydana gelebilecek çevre kirliliğini önlemektedir. Böylece, alıcı ortamlardaki her türlü canlı varlığın yaşamlarını sürdürmeleri sağlanmış olacaktır. Bu sayede; insanların içme suyu olarak veya tarımsal amaçlı kullandığı su kaynakları arzu edilen kriterleri taşımaya devam edecektir.

Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde yapılan bu çalışma arıtma tesisi girişinde yüksek olan mikrobiyolojik yükün, çok önemli oranda azaltıldığını göstermiştir. Tesisin mikrobiyolojik giderme verimi %99 'dur. Buna rağmen arıtma tesisi çıkışında belirli miktarda bakteri yükü alıcı ortama verilmektedir.

Ülkemizde Evsel atıksuların alıcı ortama deşarj standartları, "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (1988)" ile belirlenmiştir. Bu yönetmelikte deşarj kriterleri; BOİ₅, KOİ, AKM, pH parametreleri ile sınırlandırılmıştır. Alıcı ortama deşarj standartlarında mikrobiyolojik kriter bulunmamaktadır. Bu nedenle alıcı ortama deşarj edilmek üzere arıtma tesisinden çıkan arıtılmış atıksuyun taşıdığı mikrobiyolojik yükün ne kadar olması gerektiğini belirten resmi kriter bulunamamıştır.

Su kirliliği kontrol yönetmeliği; alıcı ortama deşarj standardında mikrobiyolojik parametre kullanmamasına karşılık, alıcı ortamın kendisi için mikrobiyolojik sınırlar koymuştur. Bunlar:

- Tatlı sularda ötrofikasyonu kontrol amacıyla geliştirilen,
- Rekreasyon amacıyla kullanılan kıyı ve deniz suları için önerilen standartlardır [23].

Şehir yerleşimlerinin altyapıları geliştikçe ve atıksuların arıtıldığı, atıksu arıtma tesisleri yaygınlaştıkça, bu tesislerden alıcı ortama boşaltılan suyun, mikrobiyolojik sınırlarının, standartlarda yer alması gereklidir. Ayrıca mikrobiyolojik kriterler, sadece fekal koliform sınırlarını değil, Fekal Streptokok, Salmonella, Shigella ve Vibrio türlerinin sınırlarını da belirleyecek şekilde düzenlenmelidir.

Ülkemizde; atıksuların deşarj edildiği alıcı ortamlar olan; akarsular, göller ve denizlerin kirletilmeden korunması. Yerleşim birimlerinin kanalizasyon atlyapıları ve atıksu arıtma tesislerini kurmaları ile mümkündür. Çünkü atıksu arıtma tesislerinde mikrobiyolojik giderim oldukça yüksek düzeyde gerçekleşmektedir.



KAYNAKLAR

- [1] KOR, M., N., ÖZTÜRK, İ., BORAT, M., “Çevre kirlenmesinin tarihi gelişimi” Çevre ve İnsan Dergisi Yıl: 5, Sayfa: 14, Mayıs 1991.
- [2] “Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı” UNCED. TC. Çevre Bakanlığı 1995
- [3] “2872 sayılı Çevre Kanunu” 11.8.1983 tarih ve 18132 sayılı Resmi Gazete
- [4] USLU, O., TÜRKMAN, A., “Su Kirliliği ve Kontrolü” Ankara 1987
- [5] HİLL, Mc, G., “Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, Reuse” New Delhi 1979
- [6] KARGI, F., “Çevre Mühendisliğinde Biyoprosesler” İzmir 1993
- [7] AKAN, E., “Tıbbi Mikrobiyoloji” İzmir 1993
- [8] BİLGEHAN, H., “Özel Bakteriyoloji ve Bakteri Enfeksiyonları” İzmir 1993
- [9] PETTYGROVE, G, S., ASANO, T., “Irrigation With Reclaimed Municipal Wastewater - Aquidance Manuel” California 1985
- [10] MERDİVENCİ, A., “Medikal Protozooloji” İstanbul 1981
- [11] BENEFİELD, L. D., CLİFFORD, W, R., “Biological Process Design for Wastewater Treatment” Virginia 1980
- [12] SOYUPAK, S.,”Biyolojik arıtma ve Biyolojik Arıtma Sistemleri” Ankara 1987
- [13] KARPUZCU, M., “Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü” İstanbul 1994
- [14] “Düzce Kasabası Pissu Arıtma Tesisi Kesin Proje Raporu” İller Bankası Genel Müdürlüğünün 25.10.1985 tarihinde onayladığı rapor.
- [15] APHA; AWWA, WPCF, “Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater”, NewYork 1985
- [16] ÇOŞKUN,Ş.,“Deniz Sularının Mikrobiyolojik Analiz Yöntemleri”İzmir 1993

- [17] "Membran Filtrasyon Methods Guidelines For Drinking-Water Quality" Volum:3, World Health organization Geneva 1985
- [18] "The OXOID Manuel of Culture media" OXOID Limited. Hampshire 1982
- [19] PEZZLO, M., "Aerobic Bacteriology. in: Isenberg HD, ed. Clinical Microbiology Handbook" Volum 1 Washington 1992
- [20] "İsolation/Enumeration of Salmonella from Seawater and Sewage" in WHO/UNEP, Environmental Programme 1994
- [21] ŞENGÜL, F., SPONZA, D., "Atıksu Stabilizasyon Havuzları" Çevre ve insan Dergisi
- [22] Düzce Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Laboratuvarı Analiz sonuçlarının kayıtları 1997
- [23] "Su kirliliği ve Kontrolü" yönetmeliği 04.09.1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete.

ÖZGEÇMİŞ

Kadir BAŞAR, 1960 yılında Sakarya'da doğdu. İlk, ortaokul ve liseyi yurdun muhtelif yerlerinde tamamladı. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Lisans bölümünden Şubat 1985 yılında mezun oldu. Aynı yıl Sağlık Bakanlığı İstanbul Bölge Hıfzıssıhha Müdürlüğünde Biyolog olarak göreve başladı. 1987-1988 yıllarında askerlik görevini yaptı. 1993-1996 yılları arasında Sakarya Halk Sağlığı Laboratuvarında görev yaptı. 1996 yılında Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkez Başkanlığına Başkan Yardımcısı olarak atandı. Halen bu göreve devam etmektedir.