

**HASTANE LABORATUVAR ATIKSULARINDAKİ PATOJEN
MİKROORGANİZMA DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Gökçem ÇELEBİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2012

ANKARA

Gökçem ÇELEBİ tarafından hazırlanan “HASTANE LABORATUVAR ATIKSULARINDAKİ PATOJEN MİKROORGANİZMA DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Beril SALMAN AKIN

.....

Tez Danışmanı, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Feriha YILDIRIM

.....

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Beril SALMAN AKIN

.....

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Hikmet TÜRK KATIRCIOĞLU

.....

Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 04/07/2012

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

GÖKÇEM ÇELEBİ

**HASTANE LABORATUVAR ATIKSULARINDAKİ PATOJEN
MİKROORGANİZMA DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Gökçem ÇELEBİ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2012**

ÖZET

Bu çalışma, hastane laboratuvar atıksularındaki patojen mikroorganizmaların tür ve miktarlarının belirlenmesi ve organizmaların dezenfeksiyon-nötralizasyon sistemlerindeki giderim kapasitelerinin belirlenmesi için yapılmıştır. Pilot ölçek de yapılan bu çalışmada Ankara’da bulunan Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Hastane laboratuvarında kurulu bulunan Tıbbi Atık Nötralizasyon ve Dezenfeksiyon Sisteminde 5 aylık bir periyotta aylık olarak giriş ve çıkış suyundaki patojen mikroorganizma düzeylerine bakılmıştır. Alınan örneklerde patojen özellikteki bakteri (*Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Acinetobacter baumannii*, KNS) ve virüs (Anti-HCV, Anti-HIV, HBsAg, HAV-IgM, Toxoplazma-IgM, Rubella-IgM ve CMV-IgM) teşhisleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda bazı örneklerin giriş sularında bakteriyolojik faaliyet ve hastalık yapıcı virüsler tespit edilirken, çıkış suyu analizleri neticesinde bakteriyolojik ve hastalık yapıcı virüslere rastlanmamıştır. Bu çalışmanın sonucunda kullanılan paket arıtım sisteminin patojen giderimi açısından verimli bir şekilde çalıştığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonuçları özellikle ülkemizdeki deşarj yönetmeliklerinde patojen mikroorganizmalara ait herhangi bir standart olmaması açısından oldukça dikkat çekicidir.

Herhangi bir arıtma işleminin yapılmadığı hastane laboratuvar atıksularında ciddi anlamda patojen organizmaların mevcut olabileceğinin görülmesi de çevre ve halk sağlığı açısından dikkat çekici diğer bir noktadır.

Bilim Kodu : 912.1.080

Anahtar Kelimeler : Patojen mikroorganizma, hastane laboratuvar atıksuları, dezenfeksiyon, nötralizasyon

Sayfa Adedi : 96

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Beril SALMAN AKIN

**DETERMINATION OF PATHOGEN MICROORGANISM LEVELS IN
WASTE WATERS OF HOSPITAL LABAROTORIES**

(M.Sc. Thesis)

Gökçem ÇELEBİ

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

July 2012

ABSTRACT

This study is made to see the types and amounts of pathogen microorganisms in the waste water of hospital labarotories and also the removal capacity in thr disinfection – neutralization systems of these organisms. In this pilot study, Keçiören Training and Research Hospital was chosen as study field. Pathogen microorganism levels in the monthly inlet and outlet waters in the Medical Waste Neutralization and Disinfection System of the hospital labarotory were checked on 5-month periods. Findings led by the samples were pathogen bacteria (*Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Acineto baumanii*, CNS) and viruses (Anti-HCV, Anti-HIV, HBsAg, HAV-IgM, Toxoplazma-IgM, Rubella-IgM and CMV-IgM). As a resutl of these analyses, no bacteriological or pathogen viruses were detected in outlet waters whereas some were detected in the inlet waters of some samples. Another conclusion is that the package treatment system works efficiently with regards to pathogen removal. The results of the study are especially important in revealing that there are no standards for pathogen microorganisms in the discharde regulations in our country.

The fact that in the waste waters of hospitals where no treatment process is followed can contain seriously pathogenic organisms is another remarkable result with regards to environmental and public health.

Bilim Kodu : 912.1.080
**Anahtar Kelimeler : Pathogenic microorganisms, The hospital laboratory
wastewaters, disinfection, neutralization**
Sayfa Adedi : 96
Tez Yöneticisi : Assoc. Dr. Beril SALMAN AKIN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, tez konumu öneren, bilgi birikimi ile çalışmalarımın her aşamasında yardımcı olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Beril SALMAN AKIN 'a, çalışmalarımızı gerçekleştirmemizde desteklerini esirgemeyen Keçiöğren Eğitim ve Araştırma Hastanesi başhekim yardımcısı Doç. Dr. Okhan AKIN ve Uzm. Dr. Zeynep ÇİZMECİ'ye, çalışmaya desteklerinden dolayı Bergama Tıp firmasına, hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve tez sürecince manevi desteklerinden dolayı eşime sonsuz minnetlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1.Tıbbi Atıklar.....	4
2.1.1.Tıbbi atıkların tanımı.....	4
2.2.Hastanelerden Kaynaklanan Tıbbi Atıkların Sınıflandırılması.....	5
2.1.1.Hastane atıklarının niteliği ve bileşimi.....	6
2.3.Hastane Atık suları ve İçerikleri.....	10
2.3.1.Hastane atıksularının çevresel etkileri.....	11
2.4.Hastane Laboratuar Atıksularının Patojen Mikroorganizma İçeriği.....	12
2.4.1.Patojen mikroorganizmalar.....	13
2.5.Patojen Mikroorganizmaların Çevresel Etkileri.....	36

Sayfa

2.6. Hastane Laboratuar Atıksularının Bertaraf Edilmesinde Ülkemizdeki Uygulamalar.....	37
2.7. Nötralizasyon İşlemi.....	38
2.7.1. Alkali atıkların asitlerle nötralizasyonu.....	40
2.8. Membran Filtreler.....	41
2.8.1. Membran biyoreaktör sistemlerinin avantaj ve dezavantajları.....	43
2.8.2. Membran biyoreaktörlerde kullanılan membran modülleri.....	43
2.9. Aktif Karbon Filtreleri.....	46
3. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	47
3.1. Atıksulardaki Patojen Mikroorganizmalar Üzerine Yapılan Araştırmalar.....	47
4. MATERYAL VE METHOD.....	55
4.1. Çalışma Alanı.....	55
4.2. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi.....	56
4.3. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi Çalışma Prensibi.....	57
4.4. Örnek Alımı.....	61
4.5. Örnek Hazırlanması.....	62
4.6. Örneklerin Ekimlerinin Yapılması.....	62
4.7. Üreme Saptanan Besiyerlerinin Değerlendirilmesi.....	67
4.8. Üreyen Bakterilerin İdentifikasyonu.....	68
4.9. ELISA Testleri.....	69
4.9.1. Rubella IgM, CMV IgM, Toksoplasma IgM.....	69
4.9.2. HBsAg (Hepatitis B yüzey antijeni).....	70

Sayfa

4.9.3. HAV IgM (Hepatitis A virus).....	70
4.9.4. Anti-HIV.....	71
4.9.5. Anti-HCV.....	71
5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA.....	73
5.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	73
5.2. ELISA Analizleri.....	82
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	96

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Hastane atık kategorileri.....	5
Çizelge 4.1. Koyun kanlı agar kullanılan madde ve miktarı	63
Çizelge 4.2. Eozine metilene blue agar kullanılan madde ve miktarı.....	64
Çizelge 4.3. Safra esculin agar kullanılan madde ve miktarı.....	65
Çizelge 4.4. Hektoen enterik agar kullanılan madde ve miktarı.....	66
Çizelge 4.5. Saboraaud dextroz agar kullanılan madde ve miktarı.....	67
Çizelge 5.1. Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	70
Çizelge 5.2. ELISA analiz sonuçları.....	79

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Hastane atıksuyunun toplanması ve çevredeki yayılımı.....	12
Şekil 2.2. Bir boşluklu fiber membran modülünün şematik gösterimi.....	44
Şekil 2.3. Dikey bir şekilde düzenlenmiş batık plaka membran modülünün şematik gösterimi.....	45
Şekil 2.4. Tüp şeklindeki bir membran modülünün (yan-akış modülü) şematik gösterimi.....	45
Şekil 4.1. Sıvı tıbbi atık mikrobiyolojik dezenfeksiyon ve nötralizasyon akış şeması.....	59
Şekil.5.1. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> bakterisinin örneklerdeki miktarı.....	71
Şekil 5.2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> bakterisinin giriş atıksuyundan alınan örneklerde yüzdelik dağılımı.....	72
Şekil 5.3. <i>E. coli</i> bakterisinin örneklerdeki miktarı.....	73
Şekil 5.4. <i>E. coli</i> bakterisinin giriş atıksuyundan alınan örneklerde yüzdelik dağılımı.....	74
Şekil 5.5. <i>Acineto baumanii</i> bakterisinin örneklerdeki miktarı.....	76
Şekil 5.6. <i>Acineto baumanii</i> bakterisinin giriş atıksuyundan alınan örneklerde yüzdelik dağılımı.....	76
Şekil 5.7. KNS bakterisinin örneklerdeki miktarı.....	77
Şekil 5.8. KNS bakterisinin giriş atıksuyundan alınan örneklerdeki yüzdelik dağılımı.....	78

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> bakterisi.....	14
Resim 2.2. <i>Escherichia coli</i> bakterisi.....	17
Resim 2.3. <i>Acineto Baumanı</i> bakterisi.....	19
Resim 2.4. <i>Koagülaz negatif stafilokoklar</i>	21
Resim 2.5. Hepatit C virüsü.....	23
Resim 2.5. Hepatit B virüsü mikroskopik görünümü.....	27
Resim 2.6. Hepatit A virüsü mikroskopik görünümü	29
Resim 2.7. <i>Toxoplasma gondii</i> paraziti mikroskopik görünümü	31
Resim 2.8. <i>Rubella</i> virüsü (kızamıkçık) mikroskopik görünümü	34
Resim 2.9. <i>CMV (Cytomegalovirus)</i> mikroskopik görünümü	35
Resim 2.10. Membran Filtrenin elektron mikroskobu görüntüsü.....	41
Resim 4.1. S.B. Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi.....	55
Resim 4.2. Keçiöğren Eğitim ve Araştırma Merkezi Laboratuvarı.....	56
Resim 4.3. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi	56
Resim 4.4. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi ara toplama tankı.....	57
Resim 4.5. Laboratuvar sıvı atıklarını toplayarak sisteme veren giriş boruları.....	58
Resim 4.6. Laboratuvar sıvı atıklarını toplayarak sisteme veren çıkış boruları.....	58
Resim 4.7. Enfekte sıvı atık ana toplama tankı.....	60
Resim 4.8. Asit-baz solüsyonu tankları.....	60
Resim 4.9. pH ve sistem kontrol ekranı.....	61
Resim 4.10. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi bakteri filtreleri...	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
$^{\circ}\text{C}$	Derece Santigrat
CaCO_3	Kalsiyum Karbonat
CaSO_4	Kalsiyum Sülfat
CO_2	Karbondioksit
Cr	Krom
FeCl_3	Demir(III) Klorür
H_2O_2	Hidrojen Peroksit
L	Litre
ml	Mililitre
μm	Mikrometre
Na	Sodyum
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
$\%$	Yüzde

Kısaltmalar**Açıklama****AKM**

Askıda Katı Madde

ALT

Alanin aminotransferaz

AOX

Adsorblanabilen Organik Bileşikler

ASKİ

Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi

BOİ₅

Biyolojik Oksijen İhtiyacı

CFT

Kompleman Fiksasyon Testi

CFU

Koloni Oluşturma Birimi

CLIA

Kemilüminesans Immunoassay

CMV

Sitomegalovirus

CNS

Koagülaz Negatif Stafilokoklar

DBPs

Dezenfeksiyon Yan Ürünleri

E. coli

Escherichia Coli

EIA

Enzyme Immunoassay

ELISA

Enzyme Linked Immuna Assay

EPA

A.B.D. Çevre Koruma Ajansı

GP

Gram Pozitif

GN

Gram Negatif

HBsAg

Hepatit B virüsü

HAV

Hepatit A virüsü

HBV

Hepatit B virüsü

HCV

Hepatit C virüsü

HIV

İnsan Bağışıklık Yetmezlik Virüsü

IFA

Immunoflorescence Assay

IFAT

İndirekt Floresan Antikor Testi

IHA

İndirekt Hemaglutinasyon

KHC

Kronik hepatit C

KKA

Koyun Kanlı Agar

KOİ

Kimyasal Oksijen İhtiyacı

LAT

Latex Aglutinasyon Test

Kısaltmalar**MAT****MBR****NPP****PPCPs****RIA****Rubella****SFDT****TKN****TP****WB****WHO****EMB****YBÜ****Açıklama**

Modifiye Aglutinasyon Test

Membran Biyoreaktör

Net Birincil Üretim

İçme Suyu farmasötik Etken Maddeleri

Radioimmunoassay

Kızamıkçık virüsü

Sabin-Feldman Dye Test

Toplam Kjeldahl Azotu

Toplam Fosfor

Western Blot

Dünya Sağlık Örgütü

Eozin Metilen Mavisi

Yoğun Bakım Üniteleri

1.GİRİŞ

Kirleticiler genel olarak katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç ana başlık altında toplanabilir. Bu kirleticiler noktasal veya hareketli bir kaynaktan meydana gelebilir. İnsanların sağlık sorunlarının çözümü için kurulmuş olan hastaneler de noktasal kirlilik kaynaklarından bir tanesidir. Bu mekanlar, hastalık riski oldukça fazla olan katı ve sıvı atıkları çevreye vermektedir. Enfekte özellikler genellikle hastaların su kullanımı, idrar, dışkı ve kan numunelerinin analizleri sonucunda atıksuya bulaşmaktadır.

Günümüzde bakteriyel ve parazitel nedenli bulaşıcı hastalıklardan ziyade viral hastalıklar ön plandadır. Bu viral hastalıkların başında da viral hepatitlerin neden olduğu viral enfeksiyonlar gelmektedir. Daha çok kan yoluyla insandan insana kontamine olan Hepatit B, Hepatit C ve HIV enfeksiyonları artık günümüzün korkulması gereken ancak önlem alındığında önlenmesi çok kolay olan enfeksiyonlardır. Resmi ve özel hastane laboratuvarları ile diğer özel ve resmi laboratuvarlar, resmi ve özel diyaliz merkezlerindeki tıbbi atıkların büyük bir kısmında viral hepatit enfeksiyon amili bulunur. Kan örneklerinin bulaştığı araç ve gereçlerin kontrol altına alınması ve imhası çoğunlukla çok ilkel şartlarda da olsa mümkün olmasına rağmen, resmi ve özel kurum laboratuvarlarında hastalardan alınan kan örneklerinin biyokimyasal, hematolojik, hormon-elisa ve diğer tetkiklerinin yapılmasında kullanılan cihazların çalışması sonrasında, cihazlarda kullanılan su ile beraber karışmış hasta kan serumlarının direkt olarak kanalizasyon hattına boşaltılması sonucu o bölgenin su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır [Tokat Halk Sağlığı Laboratuvar Müd., 2011].

Kanalizasyon hattının sonlandığı bölgelerde eğer atıksu arıtım tesisleri kurulmuşsa bunun çevreye sorun olmayacağı, ancak bu tesislerin olmadığı yerleşim merkezlerinde ise onlarca hastane laboratuvarları ile diyaliz merkezlerinden kanalizasyona verilen su + kan ve kan serumu atığının ne kadar tehlikeli olacağı düşünülmelidir. İşte bu nedenle laboratuvarlarda yapılan tetkikler neticesinde açığa

ıkan biyolojik sıvı atıkların direkt olarak kanalizasyona verilmeden önce bu atıkların nötralize edilmesi için nötralizasyon sistemleri faaliyete geçirilmiştir.

Nötralizasyon; atıksuların kanalizasyon sistemine, fiziksel veya biyolojik arıtma birimlerine veya alıcı ortama deşarjından önce pH'ının nötr pH'a (pH 7 civarında) getirilmesidir. Genellikle endüstrilerden gelen atıksuların pek çoğunun pH'ı 7'den farklıdır. Bu suların doğrudan alıcı ortama verilmeleri, canlı hayatında olumsuz etkiler yaratacağından sakıncalıdır. Ayrıca bu sular, biyolojik arıtma tesislerinin yapısına zarar verirler ve biyolojik arıtma olanağını ortadan kaldırırılar. Bu sebeplerden dolayı atıksuların nötrleştirilmesi gerekir [Büyükgüngör, 2008].

Hastane atıksuları bünyesinde bulunduğu zehirli kimyasal maddeler açısından da oldukça önemlidir. Özellikle aletlerin sterilizasyonu ve dezenfeksiyonunda kullanılan dezenfektanlar ve laboratuvar atıksularında bulunan diğer metal ve ağır metal iyonları en önemli kirletici unsurlar arasında yer almaktadır. Bu kirleticilerin büyük çoğunluğu arıtma sistemlerindeki biyolojik aktiviteyi rahatlıkla inhibe edebilecek kabiliyete sahiptir [Altın ve diğ., 1999]. Hastane atıksularına özellikle kan, vücut atıkları, ilaçlar, kimyasallar, tıbbi cihaz atıkları, radyoaktif maddeler gibi kaynakların karışması sonucu birçok bakteri ve hastalık yapıcı virüsler alıcı ortamlara karışmakta ve bunun sonucunda atıksular yüksek miktarda genotoksisite oranına sahip olmaktadır [Atasoy, 2009]. Hastane atıksuları bu özellikleri nedeniyle evsel atıksulardan ayrılmaktadır. Hastane atıksuları içeriğinde bulunan zehirli kimyasal maddeler ve patojen (hastalık yapıcı) mikroorganizmalar nedeniyle tehlikeli atık grubunda yer almaktadır.

Ülkemizde hastane atıksularına ait bir yönetmelik bulunmamaktadır. Ayrıca Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında sıvı tıbbi atıklar ayrı bir kategoride sınıflandırılmamaktadır. ASKİ Atıksuların Kanalizasyon şebekesine Desarj Yönetmeliği kapsamında patojen mikroorganizmalar ait herhangi bir standart yer almamaktadır.

Bugüne kadar hastane atıkları üzerinde yapılan çalışmalar çoğunlukla katı atık konusunda yoğunlaşmıştır. Özellikle enfekte atıkların toplanması, özelliklerinin belirlenmesi ve bertarafı gibi konular hakkında oldukça ayrıntılı çalışmalar mevcuttur. Ancak hastanelerden meydana gelen atıksular hakkında detaylı çalışmalar oldukça sınırlı sayıda kalmıştır. Bu çalışma ile ülkemizde çok az hastanede kullanılan nötralizasyon prosesinin mikroorganizma giderim verimi tartışılmaya çalışılacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tıbbi Atıklar

2.1.1. Tıbbi atıkların tanımı

Türkiye’de Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre, her türlü sağlık kuruluşundan, veteriner klinikleri, özel muayenahanelerden kaynaklanan enfeksiyöz, patolojik ve kesici delici atıklar tıbbi atıkları oluşturmaktadır [Uysal, 2004].

Tıbbi atıklar; tıbbi tesislerde (hastaneler, sağlık ocakları, vb.), araştırma birimlerinde ve laboratuvarlarda oluşan tüm atıkları içermektedir. Bunlara ilave olarak, “küçük” veya “dağılmış” kaynaklar olarak görülen, örneğin evlerdeki tıbbi faaliyetler sonrasında oluşan atıkları da (diyaliz, insülin iğneleri, vb.) kapsamaktadır. Tıbbi tesislerde ortaya çıkan atıkların % 75-% 90 kadarı, evsel atıklarla mukayese edildiğinde, risk taşımayan, diğer bir deyimle “genel” tıbbi atıklarıdır. Bunlar genelde tıbbi kuruluşlarının yönetsel/idari işlevlerinden kaynaklanmakta olup tıbbi tesislerin; bina ve müştemilatlarının bakımları esnasında açığa çıkan atıkları içermektedir. Geriye kalan % 10-25 oranındaki tıbbi atıklar ise tehlikeli atık olarak nitelendirilmektedir ve bunlar sağlık için çeşitli riskler yaratmaktadır [WHO, 1999].

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı’nın tıbbi atık tanımına göre; insanların ya da hayvanların tanı tedavi ve aşılama işlemlerinden, tıbbi araştırmalardan biyolojik materyallerin incelenmesinden oluşan herhangi bir katı atık olarak tanımlanmaktadır [EPA, 1998].

Ancak hastane atığı kavramı ile tıbbi atık kavramı birbirine karıştırılabilmektedir. Hastane atığı sağlık kuruluşlarından kaynaklanan tıbbi atıklar, evsel atıklar, ambalaj ve kağıt atıklar, kimyasal atıklar ve radyoaktif atıklar gibi birçok atık türünü içermektedir. Tıbbi atıklar hastane atıklarından sadece bir parçasını oluşturmaktadır [Ege, 2009].

2.2. Hastanelerden Kaynaklanan Tıbbi Atıkların Sınıflandırılması

Dünya Sağlık Örgütü tarafından hastanelerdeki atıklar dokuz kategoride sınıflandırılmıştır. Bu kategoriler Çizelge 2.12’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Hastane atık kategorileri [WHO, 2000].

Kategori	Tanımlama
Enfekte atık	Yeterli konsantrasyonlarda veya miktarda hastalığa sebep olabilecek bakteri, virüs, parazit, mantar gibi patojenlerle temas ettiğinden şüphelenilen atıklardır. (ör; laboratuvar kültürleri, izolasyon odalarının)
Patolojik atık	Atıkları, enfeksiyon taşıyan hastalarla temas etmiş olan ekipmanlar yada materyallerdir. İnsan dokusu ya da sıvıları, muayene, biyopsi, otopsi, hayvan leşleri, organlar ve diğer benzer atıklar. (ör; insan beden parçaları, insan fetüsleri, kan, diğer beden sıvıları)
Kesici delici atıklar	Kesici ve delici atıklardır. (ör; enjektör iğneleri, damara sıvı veren iğneler, bistüri uçları, bıçaklar, ameliyat testere uçları, kirlenmiş cam şişeler, kan tüpleri)
Farmasotik atıklar	İlaç atıklarıdır. (ör; kullanılmayan ya da kullanım süresi dolmuş ilaçlar, ilaçların hazırlanmasında kullanılmış maddelerin atıkları ki bunlar şişeler kutular, eldiven, maske, taşıyıcı borular ve ilaçlardır.)
Genotoksik atıklar	Genotoksik özellik taşıyan tıklar. (ör; sitostatik ilaç taşıyıcıları,(kanser tedavisinde sık olarak kullanılmaktadır) kusmukları, idrarları, genotoksik kimyasallar)
Kimyasal atıklar	Tehlikeli korozif, yanıcı reaktif ve genotoksik kimyasal madde taşıyan toksik atıklardır, (ör; laboratuvar ayraçları, film banyo suları, süresi dolmuş dezenfektanlar ve çözücüler)
Ağır metal taşıyan atıklar	Cıva ve kadminyum taşıyan atıklardır. (ör; kırılmış ateş ölçerler, piller, tansiyon aletleri)
Basınçlı konteynırlar	(gaz silindirleri, gaz kasetleri, sprey kutuları)
Radyoaktif atıklar	Radyoaktif madde taşıyan atıklardır. (ör; radyoterapi ve laboratuvar çalışmalarından kullanılmayan akışkanları; temas etmiş cam eşyalar, paketler, emici kağıtlar, radyonükleit kullanımıyla tedavi veya teşhis edilmiş hasta idrarları)

Çizelge 2.1’de gösterildiği gibi laboratuvar atıkları Dünya Sağlık Örgütünün atık kategorilerinde kimyasal atık sınıfına girmektedir.

2.2.1. Hastane atıklarının niteliği ve bileşimi

Tıbbi atıklar, 27 Ağustos 1995 tarih ve 22387 sayılı Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde "özel atıklar" başlığı altında değerlendirilmektedir. Yani yasal olarak evsel katı atık sınıfı dışında kalan; ancak atıklara göre farklı yöntemlerle toplanması, taşınması, işlenmesi bertaraf edilmesi gereken atıklardır.

Tıbbi atıklar, tıbbi tesislerde (hastaneler, sağlık ocakları gibi) araştırma birimlerinde ve laboratuvarlarda oluşan tüm atıkları içermektedir. Bunlara ilave olarak "dağıtılmış kaynaklar" olarak görülen, örneğin evlerdeki tıbbi faaliyetler sonrasında oluşan atıkları da kapsamaktadır. Ayrıca "bu atıklar özellikle tıbbi atıklarla uğraşan sağlık personeli açısından tehlikelidir ve enfekte materyalle bulaşık olma olasılığına sahip atıklardır" [Güler ve diğ., 1994].

Tıbbi tesislerde ortaya çıkan atıkların % 75-90 kadarı, evsel atıklarla karşılaştırıldığında, risk taşımayan, diğer bir deyimle genel tıbbi atıklardır. Bunlar genelde tıbbi kuruluşların yönetsel işlevlerinden kaynaklanmaktadır. Geriye kalan % 10-25 oranındaki atıklar ise tehlikeli tıbbi atıklardır. Bunlar; hastane, laboratuvar, sağlık ocağı, muayehane, tıbbi eğitim birimleri, kan merkezleri, veteriner birimleri, eczane, ilaç deposu, diş klinikleri, sağlık merkezleri v.b. gibi yerlerde oluşan evsel atıklardan farklı olarak patolojik, enfekte, zararlı, zehirli, radyoaktif, kimyevi, farmösatik, delici, kesici v.b. özellikleri sebebiyle çevre, canlılar ve insanlar için doğrudan veya dolaylı tehlikeler oluşturan atıklardır. Tıbbi atıklar içinde "enfekte atıklar" hacim ve önem bakımından önceliklidir. Hastane atıkları içinde;

Genel atıklar

Evsel nitelikli atıkları, çevre ve insan sağlığı için tehlike oluşturmeyen maddeleri içerir.

Patolojik atıklar

Hücresel dokular, organlar, insan ceninleri, hayvan leşlerini, kanlı vücut sıvılarını içerir.

Kimyasal atıklar

Teşhis ve deney laboratuvarlarından çıkan katı, sıvı ve gaz bazındaki kimyasallar, temizlik, bina koruyucu malzemeler, dezenfeksiyon işlemleri sonucunda oluşan atıklar olup tehlikeli veya tehlikesiz olabilirler.

Tehlikeli kimyasal atıklar

Toksit, korozyon tepkime özelliğine göre patlayıcı, genotoksik (kanserojen, mutajen, teratojen ya da başka suretlerle diğer genetik materyalleri değiştirebilme özelliği) olabilir. Tehlikesiz kimyasal atıklar şeker, aminoasit ve bazı organik ve inorganik tuzlar gibi kimyasalları içerir.

Kontamine olmuş (hastalık etkenleri bulaşmış) atıklar ve aletler

Önemli miktarda veya konsantrasyonlar da patojen içerir. Pek çok hastalığın nedeni olabilirler. Ameliyat sırasında bulaşıcı hastalık taşıyan hastalarla temas etmiş aletler bu gruptadır. Ayrıca bunlar kesici de olabilirler. Bakteri kültürleri, intanite ve acil servis atıkları, bakteri ve virüs tutucu filtreler, dışkı bulaşmış aletler bu gruptadır. Enfeksiyonlu hastalarda yapılan otopsiler ve incelemeler sonucu oluşan atıklar bu sınıfa girer.

Ecza atıkları

Ecza atıkları, kullanma günü geçmiş, kullanılmayan, dökülmüş ve kirlenmiş ecza ürünlerini, ilaçları, serum ve aşıları içerir. Ayrıca ilaç şişeleri, kutular, eldivenler, maskeler, bağlantı tüpleri yer alır.

Yüksek miktarda ağır metal içeren hastane atıkları

Yüksek miktarda ağır metaller içeren atıklar, tehlikeli kimyasal atıkların alt sınıfını oluşturmaktadır ve bunlar genellikle yüksek derecede zehirlidirler. Cıvalı atıklar, tipik olarak, kırılan klinik cihazlardan (alet ve cihazlar) oluşturmaktadır. Dökülen cıva damlları mümkün olduğunca çabuk toplanmalıdır. Diş bakımları sırasında da ortaya çıkan atıklarda yüksek miktarlarda cıva bulunabilir. Kadmiyum içeren atıklar genelde bitmiş pillerden oluşur. Kurşun içeren “takviyeli paneller” halen x-ışınlarının radyasyonlarından korunmada ve teşhis/tanı bölümlerinde kullanılmaktadır. Bazı ilaçlar da arsenik içermektedir.

Diyaliz atıkları

Hemodiyalize bağlı hastalarla ilişkiden doğan (filtreler, gereğinde kullanılan havlular, önlükler, laboratuvar eşyaları, diyaliz gereçleri) atıklardır.

Basınçlı kaplar

Gazlar genellikle basınçlı silolarda, kartuşlarda ve aerosol kutularda depolanmakta ve saklanmaktadır. Kazayla yakıldıklarında ya da delindiklerinde patlayabilirler. Tıpta en çok kullanılan gazlar; anestezi gazları, etilen oksit, oksijen, sıkıştırılmış havadır.

Radyoaktif atıklar

İyonlar halindeki radyasyon hiçbir duyu ile hissedilemez. Bunlara maruz kalan bölgelerde oluşan yanıklardan başka genellikle çok yüksek dozda radyasyona maruz kalmadıkça ani etkileri yoktur. Tıbbın ilerlediği iyonlaşmış radyasyon, radyoaktif maddelerden yayılan x ışınları, α (alfa) ve β (beta) partikülleri ve gama-ışınları içerir. Bu tip radyasyonlardaki en önemli fark x-ışınlarının x-ışınları tüplerinden ancak bu cihazların açık olmaları zamanlarda yayılabilir olması, oysa

radyonüklidlerden yayılan diğer ışınlamaların hiçbir şekilde durmaması ve bunlardan ancak bir siperle korunabilmesidir. Bunların kaynakları:

Klinik laboratuvarlar

Radyoaktif maddelerle bağışıklık tahlil işlemleriyle (düşük radyoaktiviteli) nispeten küçük miktarlarda hacimleri oluşturan atıklardır. Örneğin tüberkülozlu hastaların deri lezyonlarına radyum uygulamaları, kan dolaşım hızını ölçmek için kullanılan damar içine radon enjekte edilmesi gibi işlemler sonucu oluşan atıklardır [WHO, 1983].

Nükleer tıp laboratuvarları daha yüksek radyoaktiviteli, fakat nispeten düşük miktarlardaki atıkları üreten nükleer tıp laboratuvarlarında radyoaktif materyallerin teşhiste uygulanmasıyla ve buna takiben radyoaktif tedaviyle sonuçlanan atıklardır. Radyo farmasötikler (radyoaktif bir maddeyle işaretli bileşik) organların anatomileri ile hücre düzeyinde fonksiyonları hakkında bilgi verirler [WHO, 1983].

Hastane atıklarının ve benzer tıbbi çalışma yapan tüm kuruluşların atıklarının halk sağlığı açısından oluşturduğu potansiyel tehlikelerden en önemlilerinden biri de HIV (*Human Immunaeficiency Virüs*) ve HBV (Hepatit B Virüsü) gibi kanla bulaşan hastalıkların yayılım riskini artırmasıdır. Bu da hastane atık yönetiminin önemini artırır [EPA, 1986].

Hastanelerdeki servislere göre atık özellikleri belirlenir. Hastanelerdeki atıklar genellikle evsel nitelikli ve enfekte atıklar olarak tanımlanır. Enfekte atıklar özellikle yoğun bakım, ameliyathane, jinekoloji (kadın - doğum), hematoloji (kan hastalıkları) gibi servislerden çıkar [EPA, 1986]. Evsel atıklar ve enfekte atıklar birbirine karıştırılmadan ayrı ayrı toplanması gerekir. Ayrı toplanmıyorsa hastanenin tüm atıklarının enfekte özellikte olduğu kabul edilir [EPA, 1990].

Hastanelerden çıkan atığın miktarı ülkenin gelişmişlik durumu ile paralellik göstermektedir. Tıbbi atıkların oluşumundan (nihai olarak) bertaraf edilmelerine

kadar geçen sürede risk altında bulunan kişiler; başta sağlık personeli tıbbi atıkları toplamakla görevli temizlik personeli, belediyede tıbbi atıkların taşınması ile görevli personel ve nihai bertaraf edilme tesisinde görevli olan personeldir. Bu kişiler her an hastalık kapma riskiyle karşı karşıyadırlar. Bunun yanı sıra tıbbi atıkların iyi yönetilmemesinden dolayı oluşacak çevresel risklerle halk sağlığı da tehdit altına girebilir. “Hastane binasının zemin katlarında meydana gelen kirlilik etkenlerinin havalandırma sistemleri aracılığıyla hastanenin tüm katlarına yayılabilmesi” buna bir örnektir. Bu nedenle hastane atıklarının kaynaktan ayrılıp toplanması, taşınması, geçici depolanması, nihai bertaraf edilme alanına taşınması ve orada bertaraf edilmesi ile ilgili kuralları vardır. Bu kurallara uyulduğu takdirde tıbbi atıkların insan ve çevresine olan etkisi en aza indirilmesi sağlanır [Bayır, 2011].

2.3. Hastane Atıksuları ve İçerikleri

Hastane atıksuları genel itibarıyla, hastane laboratuvarlarından gelebilecek ani deşarjların dikkate alınmaması durumunda, orta kuvvetli evsel atıksularına benzer niteliktedir. Hastane atıksularının bir diğer önemli özelliği ise gerek laboratuvarlarda kullanılan kimyasallar ve gerekse hastane içerisinde sıkça yapılmakta olan temizlik ve sterilizasyon işlemleri sonucunda kanalizasyona verilen dezenfektanların çokluğudur. Hastane atıksuları bünyesinde bulundurduğu zehirli kimyasal maddeler açısından da oldukça önemlidir. Özellikle hastane laboratuvarlarında yapılan tahliller, araştırmalar ve bulgular sırasında atık oluşturan kan, vücut atıkları, ilaçlar, kimyasallar, tıbbi cihaz atıkları, radyoaktif maddeler ve kitler, aletlerin sterilizasyonu ve dezenfeksiyonunda kullanılan dezenfektanlar ve laboratuvar atıksularında bulunan metal ve ağır metal iyonları çevre için en önemli kirlenici unsurlar arasında yer almaktadır. Kirlenicilerin büyük çoğunluğu arıtma sistemlerindeki biyolojik aktiviteyi rahatlıkla inhibe edebilecek kabiliyete sahip olduğu için hastane atıksularında sözü edilen bu kirlenici miktarlarının bilinmesi gerekmektedir [Altın, 1997].

2.3.1. Hastane atıksularının çevresel etkileri

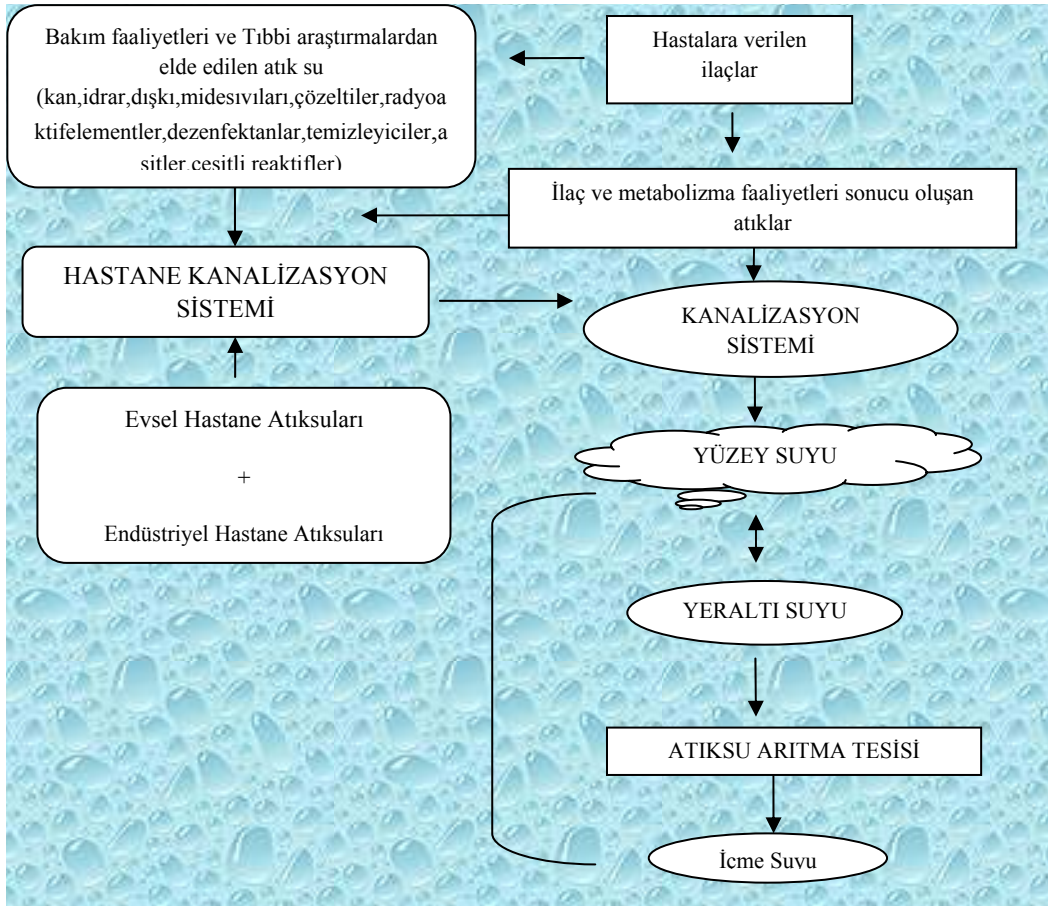
Hastane atıksularında patojenik mikroorganizmalar, radyoaktif elementler, kimyasal etkileri olan toksik maddeler, ilaç atıkları yüklü miktarda bulunur. Hastane kökenli kirleticilerde anti tümör ilaçlar, antibiyotikler gibi bazı organohalojen bileşikler herhangi bir bozulmadan çoğunlukla atıksu arıtma tesislerini terk eder. Atıksu arıtma tesisinden bırakılan bu kimyasallar biyolojik dengenin bozarak doğal çevrenin kirlenmesine neden olur. Bu durumda bu maddelerle karşı karşıya kalan canlı türlerinin üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır [Emanuel ve diğ., 2002]. Çevresel kirlenmeyi önlemek için hastane atıksuları arıtılmalıdır [Berto ve diğ., 2009].

Hastane atıksuyu, doğal sucul ekosistemler, kirlilik, çevre ve insan için önemli bir sağlık sorunudur. Dezenfektanlar, ilaç radyonüklidler ve solventler, tıbbi amaçlar ve araştırma hastanelerinde yaygın olarak kullanılırlar. Sanayileşmiş ülkelerde kullanım sonrası, bu maddelerin bazıları, hastane atıkları ile birleşip, belediye kanalizasyon şebekesine ulaşmaktadır. Bazı gelişmekte olan ülkelerde, hastane atıksuları genellikle difüzyon kuyuları ile donatılmış septik tanklarla deşarj edilmektedir. Hastane faaliyetlerden kaynaklanan kimyasal bileşiklerin doğal ortama deşarjı, su kaynaklarında kirlilik ve insan sağlığı için risklere yol açabilir [Emmanuel, 2009].

Hastane atıksuları birçok kimyasal bileşiklerin kaynağını temsil eder. Çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sebep olabilirler. Son yıllarda gözlenen kanser vakalarındaki artışa, atıksularda bulunan bazı genotoksik maddelerin neden olduğu söylenebilir. Atıksuların kontrolü, enfeksiyon ve çevresel kontrol programları düzenli bir şekilde hastaneler tarafından yapılmalıdır [Jolibois, 2006].

Şekil 2.1’de hastane atıksuyunun toplanması ve çevredeki yayılımı diyagram olarak verilmiştir. Evsel hastane atıksuları ve endüstriyel hastane atıksuları kanalizasyon sistemine verilir. Ayrıca hastalara verilen ilaçlar, bakım faaliyetleri ve tıbbi araştırmalardan elde edilen atıksular (kan, idrar, dışkı, mide sıvıları, çözeltiler, radyoaktif elementler, dezenfektanlar, temizleyiciler, asitler, çeşitli reaktifler) hastane kanalizasyon sistemine verilmektedir. Kanalizasyona verilen atıksular yüzey

suyuna oradan yeraltı sularına kadar ulaşır. Ayrıca yüzey ve yeraltı sularından içme suyu arıtma tesisine ulaşan bu tür kirleticiler arıtma tesislerinin arıtma kapasitesine etki ederek kirlilik yükü oluştururlar. Arıtılmadan sistemi terk eden ve içme sularına ulaşan bu tür kirleticiler halk sağlığı açısından önemli riskler oluşturmaktadır.



Şekil 2.1. Hastane atıksuyunun toplanması ve çevredeki yayılımı [Emmanuel ve diğ., 2002].

2.4. Hastane Laboratuvar Atıksularının Patojen Mikroorganizma İçeriği

İnsanların sağlık sorunlarının çözümü için kurulmuş olan hastaneler de noktasal kirlilik kaynaklarından bir tanesidir. Bu mekanlar, hastalık riski oldukça fazla olan katı ve sıvı atıkları çevreye vermektedir. Enfekte özellikler genellikle hastaların su kullanımı, idrar, dışkı ve kan numunelerinin analizleri sonucunda atıksuya bulaşmaktadır.

Günümüzde bakteriyel ve parazitel nedenli bulaşıcı hastalıklardan ziyade viral hastalıklar ön plandadır. Bu viral hastalıkların başında da viral hepaptitlerin neden olduğu viral enfeksiyonlar gelmektedir. Daha çok kan yoluyla insandan insana kontamine olan Hepatit B, Hepatit C ve HIV enfeksiyonları artık günümüzün korkulması gereken ancak önlem alındığında önlenmesi çok kolay olan enfeksiyonlardır. Resmi ve özel hastane laboratuvarları ile diğer özel ve resmi laboratuvarlar, resmi ve özel diyaliz merkezlerindeki tıbbi atıkların büyük bir kısmında viral hepatit enfeksiyon amili bulunur. Kan örneklerinin bulaştığı araç ve gereçlerin kontrol altına alınması ve imhası çoğunlukla çok ilkel şartlarda da olsa mümkün olmasına rağmen, resmi ve özel kurum laboratuvarlarında hastalardan alınan kan örneklerinin biyokimyasal, hematolojik, hormon-elisa ve diğer tetkiklerinin yapılmasında kullanılan cihazların çalışması sonrasında; cihazlarda kullanılan su ile beraber karışmış hasta kan serumlarının direkt olarak kanalizasyon hattına boşaltılması sonucu o bölgenin su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır [Tokat Halk Sağlığı Laboratuvar Müd., 2011].

Hastane atıksuları patojen mikroorganizmalarla dolu bir karışım olarak kabul edilir. Bu mikroorganizmaların genetik yapısı, hastane atıksu bileşenlerinin doğrudan ve dolaylı etkileri ile değiştirilebilir, antibiyotik çok dirençli bakterilerin ortaya çıkmasına yol açabilir [Berto ve diğ., 2009].

Büyük miktarda dezenfektan hastanelerde, insan derisinden ve cansız nesnelerden mikroorganizmaları ortadan kaldırmak için kullanılır. Dezenfektan kullanıldıktan sonra, bu ürünlerin atıksudaki kalıntı miktarları, hastane atıksularında hayatta kalan bakteri türleri ve miktarlarına ulaşmaktadır. Bakterilerin dezenfektanlara karşı direncinin son yıllardaki araştırmalarda arttığı gözlemlenmiştir. Özellikle dezenfektan seçiminde bakteriyel direncin, seçim sürecinde önemli olduğunu göstermektedir [Nunez, 2007].

2.4.1. Patojen mikroorganizmalar

Atıksular genelde yüksek konsantrasyonlarda patojenler içermektedir. Hastaneler,

endüstriler, bireysel bulaşmalar patojenlerin baş sorumlusudur. Evsel atıksu arıtma prosesi patojenleri evsel atıksu çamurunda konsantre ederek gidermektedir. Patojenler belli koşullarda hayatta kalabilmektedir. Bu koşulların sağlanamadığı ortamlarda yaşama olasılıkları azalmaktadır. Her patojen türü değişik koşullara karşı farklı dayanma özelliklerine sahiptir. Patojenlerin yaşam sürelerini pH, sıcaklık, güneş ışığı, nem seviyesi, mikroorganizmalar arası rekabet, ev sahibi organizmalarla temas ve yararlı nutrientler etkilerler. İnsanlarda ya da hayvanlarda enfeksiyona yol açacak patojen miktarı patojen ve konakçıya bağlıdır. Bir patojenin hastalığa yol açması için, kolay etkilenen bir konakçıya, bir bulaşma yoluna ve enfekte edici doza ihtiyaç vardır. Bu üç eleman olmadan hastalık meydana gelmez [Birden, 2006].

Hastane atıksu arıtma tesislerinde bulunan Rotavirüs A, insan adenovirüsler, norovirüs genogrup ve Hepatit A virüsleri atıksu arıtma tesislerinin arıtma kapasitesine etki ederek kirlilik yükü oluşturur [Prado ve diğ., 2010].

Pseudomonas aeruginosa

Mikroskopik özellikleri değişiklik göstermekle birlikte *P. aeruginosa* yaklaşık olarak 1,5–3 µm uzunluğunda, 0,5-1 µm genişliğinde, gram negatif bir basildir. Bir yada birden fazla polar konumlu kirpiği vardır ve bu nedenle çok hareketlidir (Şekil 2.1).



Resim 2.1. *Pseudomonas aeruginosa* bakterisi [Wikipedia, 2011a]

P. aeruginosa aerop üreme özelliği göstermektedir. Üreyebilmek için oksijene ihtiyaç duyduğundan sıvı besiyerlerinde yüzeyde zar oluşturacak biçimde üreme göstermektedir ve zarın hemen altında mavi-yeşil pigmenti ayırt edilebilir. Laboratuvarlarda, Triptik Soy agar, Koyun Kanlı Agar, Çukolata Agar, Mueller Hinton Agar, Endo ve Mac Conkey gibi besiyerlerinde 30-37 °C’de kolaylıkla üreyebilir; 42 °C’de üreyebilme özelliği diğer *Pseudomonas* türlerinden ayrılmasında önemlidir [Çelik, 2007].

P. aeruginosa’nın identifikasyonu genellikle koloni morfolojisi, Gram boyama, oksidaz testi, karakteristik pigment oluşumu, 42 °C’de üreyebilme özellikleri ve besiyerinde oluşturduğu üzüm benzeri kokuya dayanarak yapılır [Mansur, 2010].

Gram negatif basillerin % 10-%15’ini aerob nonfermenter bakteriler oluşturmaktadır. Bu grup içerisinde yer alan *P. aeruginosa*, bitkilerde hayvanlarda ve insanlarda enfeksiyonlara neden olabilen önemli bir fırsatçı patojendir.

P. aeruginosa ilk kez 1960’lı yıllarda immün sistemi baskılanmış yanıklı hastalarda ve kistik fibrozisli hastalarda enfeksiyona yol açması nedeniyle önemli bir insan patojeni olarak kabul edilmiştir. Halen akciğer, kan ve üriner sistem kaynaklı nozokomiyal bakteriyel enfeksiyonların en önemli etkenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Çoklu antibiyotik direncine sahip olabilmesi bu bakterinin önemini daha da arttırmaktadır [Çakar, 2005].

P. aeruginosa’nın yaptığı enfeksiyonların en önemlileri şunlardır:

Yara ve yanık enfeksiyonları; çeşitli yollarla bulaşan bakteriler lokal ve çoğu kez mavi renk veren enfeksiyonlara yol açmaktadır. Geniş yanıklarda ve yaralarda bakterilerin kana geçerek yayıldıkları ve sepsise yol açtıkları gözlenebilir.

İdrar yolu enfeksiyonları; çoğu kez bulaşma sonda veya sitotoskop gibi aletlerle idrar kesesine sokulan *Pseudomonas* bakterilerinin yaptığı enfeksiyon tipidir. Sistit ve

bakterilerin yukarı yollarla ulaşmaları ile piyelit, piyelonefrit tipinde ve tipik klinik hastalıklar şeklinde görülür.

Menenjitler; çoğu defa lomber anestezi ya da tanı amacı ile yapılan lomber ponksiyon esnasında bakterilerin kirli iğne veya solüsyonlarla BOS'a verilmesinden sonra oluşan ağır ve pürülan tipte menenjitlerdir.

Göz enfeksiyonları; korneada bir ülserasyon olması halinde göze damlatılan kontamine çözeltilerden, göze sıçrayan yabancı cisimlerden gelişen ve bazen körlüğe varacak gözün kaybı ile sonuçlanabilen bir enfeksiyondur. *Pseudomonas*'lar ile kontamine kontakt lens sıvılarının kullanılması ile sağlam gözde bile bu tip enfeksiyonların oluştuğu görülmüştür.

Sepsis; *P. aeruginosa* sepsislerinde ölüm oranı yüksektir. Vücut savunması düşük ve yeni doğan çocuklarda, immünosupressif ilaç alan lösemili, lenfomalı çeşitli lokalizasyonlardan (yara, yanık enfeksiyonları v.b.) kaynak bulurlar. Lökosit sayısı normal veya düşüktür. Hastalık esnasında hemorajik ve nekrotik yaralar şeklinde gelişme gösteren döküntüler görülür. Bunların oluşumu kapiller damarlardaki *Pseudomonas*'ların deriye lokalizasyonu ile olur. Ayrıca; dış kulak yolu iltihapları, orta kulak iltihapları ve küçük çocuklarda diyareler de *P. aeruginosa*'nın yaptığı enfeksiyonlar arasındadır [Bozçal, 2009].

Escherichia coli (E. coli)

E. coli bakterileri, Gram negatif, fakültatif anaerob, spor oluşturmeyen, çomak şekilli bakterilerdir. Granül içermez ve homojen boyanırlar. Logaritmik üreme fazında genellikle tek tek veya ikili duran, 2–4 µm boyunda ve 1 µm enindedir, fakat eski kültürlerde ve idrarda daha uzun çomaklar şeklinde görülebilirler. Çoğu suşunun peritrik kirpikleri vardır ve aktif hareketli bakterilerdir (Resim 2.2). Fakat hareketsiz (kirpiksiz) suşları da vardır. Hareketsiz suşlar *Shigella* bakterisine benzemektedir. *E. coli* suşlarında çoğunlukla protein yapısında olan fimbria denilen hareket organelleri bulunur. Fimbrialar birbirinden antijenik özellikleri ve morfolojilerinin farklı olması

ile ayrılırlar. Bir suşta birden fazla fimbria bulunabilir. Fimbrialar bakterinin hücrelere ve yüzeylere tutunabilmesini sağlar.



Resim 2.2. *Escherichia coli* bakterisi [Wikipedia, 2011b]

Aerob veya fakültatif anaerob ürerler. Optimal üreme ısıları 37 °C'dir. Logaritmik üreme fazında *E. coli* bakterisi 20 dakikada ikiye bölünebilir. 20–44 °C, pH 5–8 arasında yavaş da olsa üreme gözlenir. 44 °C'de laktozu fermente edebilmesi ve indol oluşturmaya diğer koliform (laktozu fermente eden) bakterilerden ayırt edilmesinde kullanılır. Kullanabildiği karbonhidrat ilave edilmiş besiyerinde üreme hızlanır. Kanlı agarda beta hemolitik koloniler oluşturabilirler. *E. coli* dış koşullara, özellikle soğuğa karşı oldukça dirençlidir. 60 °C'de 30 dakika bırakıldığında canlılığını muhafaza edebilir. Malasit yeşili, brillant yeşili, fuksin gibi boyalara bağırsak patojeni olan *Salmonella* ve *Shigella* cinsi bakterilerden daha duyarlıdır. Dolayısıyla bu maddelerin belirli oranlarda katıldığı besiyerine ekilen dışkı örneklerinde *Salmonella* ve *Shigella* cinsi bakterilerin izolasyonu daha kolaydır. Sıvı besiyerlerinde homojen bulanıklık meydana getirirler. Katı besiyerlerinde 18 saatte 3–4 mm çaplı, düzgün kenarlı, ortası kalkık koloniler oluştururlar.

E. coli en iyi Mac Conkey ve Eozin Metilen Mavis (EMB) agar gibi seçici besiyerlerinde ürer. Mac Conkeyde laktozu fermente ettiğinden kırmızı-pembe renkte ve safrayı presipite ettiğinden etrafında zon olan koloniler oluşturur. Mac Conkeyde laktoz negatif koloniler ise şeffaf görünümündedir. EMB agar üzerinde *E. coli* suşları genellikle karakteristik olarak metalik refle veren yeşil siyah koloniler oluştururlar. Fakat EMB agarda metalik refle vermeyen *E. coli* suşları da vardır. Laktozu fermente

etmeyen *E. coli* suşları EMB agarda yeşilimsi koloniler oluştururlar. Kanlı agarda ise beta hemolitik koloniler oluştururlar.

Escherichia coli'nin neden olduğu infeksiyonlar:

E. coli, klinik mikrobiyoloji laboratuvarında hem en sık izole edilen hem de hemen her doku ve organda infeksiyon oluşturabilen bir patojendir. *E. coli*, insan ve hayvanların normal bağırsak florasında bulunmakla birlikte, birçok hastalık vakasında primer veya sekonder etmen olarak izole edilmektedir. Bakteri sahip olduğu flagella, kapsül, hücre duvarı, fimbria antijenleri, sentezlediği kolisinler, enterotoksinler, sitotoksinler, hemolizinler ve aerobaktin gibi virulans faktörleriyle hastalıklara neden olmaktadır. *E. coli*'nin bazı patojenik tipleri insan ve hayvanlarda sonucu ölüme kadar giden diyareye, yara infeksiyonlarına, solunum yolları infeksiyonlarına, menenjit, sepsis, arteriosklerosis, hemolitik üremik sendrom, safra ve idrar yolları infeksiyonları, karaciğer absesi ve çeşitli immünolojik hastalıklara neden olur [Kalkan, 2008].

E. coli'nin neden olduğu bakteriyemi daha çok hastane infeksiyonlarında ortaya çıkmaktadır. Bakterinin kana ulaşması; damar içi veya endotrakeal kateter uygulanması, solunum yollarında kolonize olması, idrar yolu infeksiyonlarına neden olmaktadır. Nosokomiyal kökenli olduğu için kana karışan suşlar çoğu antibiyotiklere dirençlidir ve tedavisi güçtür. Dolayısı ile ölüm riski vardır.

E. coli'nin neden olduğu solunum yolları infeksiyonları da genellikle hastane kaynaklıdır. Fakat kronik akciğer rahatsızlığı olanlarda, yaşlılarda ve diyabetlilerde toplum kaynaklı olarak da gözlenebilir. Çünkü bu hastaların vücut dirençleri düşüktür.

E. coli hastane ortamında kolay yayılabilen önemli bir potansiyel patojendir. Özellikle cerrahi girişimler sırasında ameliyat yarası infeksiyonu olarak kendini gösterir. Çeşitli organlarda oluşan abselerden, septik artrit, osteomyelit, endokardit ve sinüzite yol açabilir [Söyletir ve diğ., 1996].

Günümüzde hastane ve toplum kökenli olabilen üriner sistem infeksiyonlarının en sık etkeni *Escherichia coli* olduğu bilinmektedir [Kalkan, 2008].

Acineto baumanni

A. baumannii, yaklaşık 1-1,5 µm x 1,5-2,5 µm boyutlarında Gram negatif kök, ilk izolasyonda ve bir günlük taze kültürlerinde kokobasil formunda olup, subkültürlerinde veya penisilinli ortamda ürediklerinde basil şeklinde görülür (Resim 2.3) [Tetik, 2008].



Resim 2.3. *Acineto baumanni* bakterisi

Karbon ve enerji kaynakları çeşitlidir. Basit besi yerlerinde ürerler, genellikle Mac Conkey agar besiyerinde renksiz koloniler oluştururlar. Kolonileri 1-2 mm opak, pigmentsiz, S tipindedir. Oksidaz negatif, katalaz pozitif, indol negatif, nitratları redükte etmeyen, kesin aerob üreyen mikroorganizmalardır. 35-37 °C’de ve pH 7’de üremeyi sever. Üç sekerli demirli (TSI) besiyeri ve oksidatif fermentatif besiyerlerinde asit oluşturmazlar. Arginin, lizin, ornitin üzerine etkisizdir. Hemolitik aktivite, glukoz asidifikasyonu, 44 °C’de üreme, karbon kaynağı çeşitliliği, fenotipik özelliklerin birkaçı *Acinetobacter* türlerini ayırt etmede kullanılır [Erbay, 2009].

Acinetobacter genel olarak virulansı düşük patojenlerdir. Konak savunma mekanizması normal olan bireylerde infeksiyon oluşturmaları oldukça güçtür. Genellikle hastane kaynaklı fırsatçı infeksiyonlara neden olurlar. *Acinetobacter* cinsi bakteriler

fırsatçı patojenler olup, sıklıkla genitoüriner sistem, solunum sistemi, yumuşak doku enfeksiyonları ve intrakraniyel enfeksiyonlara neden olurlar [Türkdağı ve diğ., 2011].

Klinik örneklerden en sık *A. baumannii* izole edilmektedir. *A. baumannii*, nozokomiyal enfeksiyonlarda geniş bir spektrumda etken olarak karşımıza çıkar. *Acinetobacter*'ler hemen her organda süpüratif enfeksiyonlara yol açabilir. Bu enfeksiyonlar; bakteriyemi, menenjitler, üriner sistem enfeksiyonları ve hastane kökenli pnömonidir [Erbay, 2009].

Acinetobacter türlerinin neden olduğu hastane enfeksiyonları:

Solunum sistemi *Acinetobacter* enfeksiyonlarının en sık görüldüğü yerdir. Nozokomiyal pnömoni etkeni olarak *Acinetobacter* önemli bir yere sahiptir, 20 özellikle ventilatör ilişkili pnömonilerde sık rastlanır. *Acinetobacter* ile gelişen nozokomiyal pnömonilerde predispozan faktörler endotrakeal entübasyon ya da trakeostomi, önceden antibiyotik kullanımı, yoğun bakımda kalış, önceki cerrahi girişim ve eşlik eden akciğer hastalığıdır.

A. baumannii bakteriyemilerinde en sık kaynak intravasküler ve respiratuvar sistem kateterleridir. Cerrahi yaralar, yanıklar ve üriner sistem daha az sıklıkla kaynak oluşturmaktadır. *A. baumannii* bakteriyemilerinin % 21-71'inde kaynak bilinmemektedir. Primer bakteriyemilerin bir kısmı bağırsak orijinli olarak bakteriyel translokasyona bağlı olabilir.

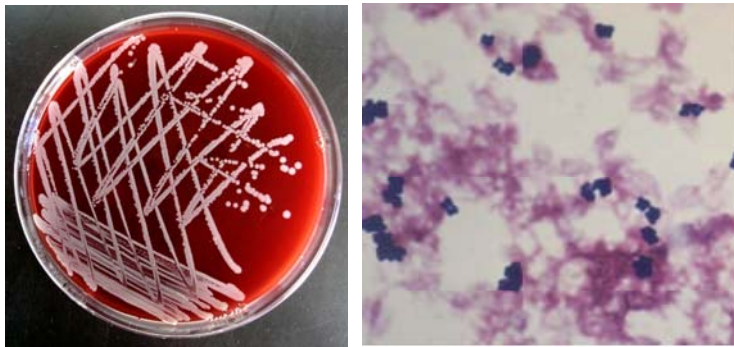
Doğada yaygın olarak görülmekte ve insan deri florasında da bulunabildiğinden klinik örneklerden sıklıkla izole edilmektedir. *Acinetobacter* türleri özellikle vücudun nemli bölgeleri başta olmak üzere normal deri florasında yer alabilmektedirler. Normal sağlıklı bireylerin yaklaşık % 25'inin derilerinde *Acinetobacter* türlerini taşıdıkları gösterilmiştir [Tetik, 2008].

Acinetobacter baumannii son üç on yılda tüm dünyada hastanelerde önem kazanmış gram negatif kokobasildir [Erbay, 2009].

A. baumannii'de çoklu ilaç direnci; antipseudomonal penisilinlere, antipseudomonal sefalosporinlere, antipseudomonal kinolonlara, aminoglikozitlere veya trimethoprim sulfamethoksazole direnç bulunması ancak karbapemlere duyarlılık olarak tanımlanmaktadır. Imipenem dirençli *A. baumannii* izolatları genellikle çoklu ilaca dirençlidir. *A. baumannii*'nin antimikrobiyal ajanlara direnç geliştirmesi durdurulamaz görünmektedir. Etkin olmayan antibiyotik tedavisi ile mortalite artmakta olduğundan, direnç verileri oldukça rahatsız edicidir [Erbay, 2009].

KNS (Koagülaz negatif stafilokoklar)

Stafilokoklar; 0,5-1,5 µm çapında, hareketsiz, spor oluşturmeyen, fakültatif anaerop, katalaz oluşturan Gram pozitif boyanan koklardır. Genellikle 24 saatlik inkübasyonda 1-2 mm çaplı düz, hafif konveks koloniler oluştururlar. Sarı/sarı-turuncu pigmentli *S.aureus* kolonilerinin aksine, KNS türleri beyaz-gri renkte koloniler oluştururlar (Resim 2.4). Ancak KNS kolonilerinin incelenmesinde en iyi yöntem ekim yapılan plakların 35-37 °C'de 48-72 saat tutulduktan sonra inkübasyona iki gün daha oda ısısında devam edilmesidir. Değişik kolonilerin % 90'dan fazlası 72 saatten sonra ve oda ısısında devam edilen inkübasyonlarda belirir [Peksel, 2006].



Resim 2.4. Koagülaz negatif stafilokoklar

Koagülaz negatif stafilokoklar (KNS) kateter ve prostetik cihazlar ile ilişkili infeksiyonlar başta olmak üzere özellikle hastane infeksiyonlarında artan bir öneme sahiptir. Stafilokoklar ilk tanımlandıkları 1881 yılından beri önemli infeksiyon

etkenleri olarak bilinmekte, hem immünolojik bakımdan sağlıklı hem de immün düşkün kişilerde toplum ve hastane kaynaklı infeksiyonlara neden olmaktadırlar. *Koagülaz pozitif stafilokokların* yanında son yıllarda *koagülaz negatif stafilokoklar* (KNS) da ön plana çıkmışlardır. KNS'ler, özellikle *S. epidermidis*, hastane kaynaklı sepsis, bakteremi, invaziv kateter, prostetik kalp kapağı, kardiyak “pace-maker”, eklem protezi, damar grefti, beyin omurilik sıvısı şant materyali ve peritoneal diyaliz kateteri gibi yabancı cisim infeksiyonlarında sıklıkla izole edilmektedir. Bunun yanında KNS'ler çeşitli klinik örneklerin kültürlerinde kontaminasyona da neden olmaktadır [Özgüneş ve diğ., 2000].

KNS'lerin etken olduğu infeksiyonlar:

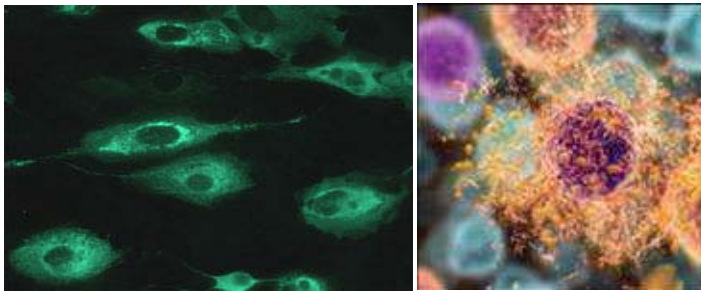
Hastaneye yatan hastaların yarısından fazlasına, yattıkları süre boyunca, damar içi araç uygulanır. KNS'ler; hastanelerde özellikle damar içi kateterlerin sıklıkla kullanıldığı birimlerde nozokomiyal bakteriyemiye en sık sebep olan bakter grubudur. Katater ve şant enfeksiyonlarının % 50'sinden fazlasına KNS'ler neden olur [Günaydın, 2009]. Kan kültürleri kontaminasyon oranının genel olarak % 1-3 olduğu bilirse de yapılan çalışmalarda KNS'lerin etken olduğu bakteriyemilerin % 25-74 oranında kontaminasyona bağlı olduğu gösterilmiştir. Tek pozitif kan kültürü; çoğu zaman kontaminasyon olduğunu düşündürmektedir. Bu nedenle gerçek bakteriyemi göstermek için; gerçek bakteriyemi tanımında belirtildiği üzere; farklı damarlardan ya da damar yollarından çoklu kan kültür alınması gerekmektedir. Flebotominin tekniğine uygun yapılması ve daha etkili deri antisepsisinin sağlanması hastanelerdeki kan kültürü kontaminasyonlarının azalmasını sağlayacaktır [Peksel, 2006].

KNS'ler özellikle damar kateterlerinin sık kullanıldığı servislerde nozokomiyal bakteriyeminin en sık nedenidir. Protez kapak endokarditinde etken genellikle *S. epidermidis*'tir. KNS'lerin neden olduğu kateter infeksiyonlarında a, β , d-lizin üretimi ve slime (glikokaliks) yapımı önemli patojenite faktörlerindendir. Şant infeksiyonlarının 2/3'ünden KNS'ler sorumludur ve etken sıklıkla *S. epidermidis*'tir. Peritonitte de en sık etken *S. epidermidis* olup bunu *S. haemolyticus* izler. KNS'ler

göğüs ve kalp cerrahisi sonrası gelişen sternal osteomyelitler, protez eklemin etrafındaki kemik infeksiyonları ve infekte hemodiyaliz şantlarından kaynaklanan hematogen osteomyelitlerin önemli etkenlerindendir. Bu grupta yer alan *S. epidermidis* göz cerrahisi sonrasında gelişen infeksiyonların en önemli nedenlerindendir. *S. saprophyticus* ise özellikle doğurgan çağıdaki sağlıklı kadınlarda komplike olmayan akut üriner sistem infeksiyonu etkenleri arasında *E. coli*'den sonra ikinci sırayı alır [Biçer, 2009].

Hepatit C Virüsü (HCV)

Hepatit C virüsü (HCV) küremsi, lipid zarflı, pozitif tek sarmallı, yaklaşık 50 nm boyutlarında bir RNA virüsüdür. Virüsün yapısı, genomik organizasyonu ve replikasyon siklusu Flaviviridae ailesinin bir üyesi olduğunu desteklemektedir ve günümüzde Hepacivirus adı altında ayrı bir genusta sınıflandırılmaktadır. Altı genotipi vardır. Bu virüsün kuluçka dönemi 2-22 hafta arasında değişmektedir. Dünyada yaklaşık 300 milyon kişide HCV infeksiyonu olduğu tahmin edilmektedir (Resim 2.5).



Resim 2.5. Hepatit C virüsü mikroskopik görünümü [Avcı, 2007]

Hepatit C virüsü, kan naklinden doğan hepatit vakalarının en az % 80'inin ve birçok dağınık akut hepatit vakasının nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Virüs en sık olarak, ortak iğne kullanan uyuşturucu bağımlıları ile hemofililer arasında yaygındır. Cinsel temasla bulaşması sık değildir. Hemodiyaliz hastaları HCV enfeksiyonuna yakalanmada önemli ölçüde risk altındadırlar. HCV enfeksiyonu riski diyaliz suresi ve kan transfüzyonu sayısı ile paralellik gösterdiğinden kan ürünleri

enfeksiyonun olası kaynağı olarak görülmektedir. Bazı araştırmacılar çevre yüzeylerinin kontaminasyonunun HCV transmisyonu için bir yol olduğunu düşünmektedir, bu da evrensel önlemler için gerekliliği kuvvetlendirmektedir. HCV'nin yaşlılarda bağışıklık sorunu olan kişilerde daha ciddi enfeksiyona yol açıyor olması, bağışıklık yanıtı sonucu enfekte hepatositlerin yıkımı ile dolaylı olarak karaciğer harabiyetine neden olan hepatit B'nin tersine, direkt sitopatik etki gösteren bir virüs olduğunu düşündürmektedir [Avcı, 2007].

Ülkemizde HCV sıklığı % 1-2,4 arasında değişmektedir [Çakır, 2009]. Hepatit C virüsü enfeksiyonu; akut hepatit, kronik hepatit, siroz ve hepatosellüler karsinoma gibi değişik klinik özellikler gösterebilir. Akut HCV enfeksiyonunda genellikle sarılık yoktur ve hastalar farkında olmadan akut enfeksiyonu geçirirler. Hepatit C virüsü enfeksiyonu en fazla kronikleşen viral hepatit nedenidir. Hastaların yaklaşık % 50'sinde tekrarlayan karaciğer enzim yüksekliği ile seyreden kronik karaciğer hastalığı gelişir. Kronik karaciğer hastalığının ilerlemesi oldukça yavaştır ve hastaların çoğunda siroz veya hepatosellüler karsinoma gelişmesi için gerekli süre en az 10-15 yıldır [Avcı, 2007].

Anti-HCV antikorları birinci ve ikinci kuşak ELISA testleriyle araştırılabilir. Birinci kuşak ELISA testlerinin duyarlılığı ve özgüllüğü düşüktür. Bu testlerin duyarlılığı ALT'si yüksek KHC hastalarında % 80-90 iken, kan donörlerinde % 60 civarında bulunmaktadır. Bekletilmiş serumlarda yalancı pozitif sonuçlar oluşabilmektedir. Romatoid artrit pozitifliğinde, hiperglobulinemili hastalarda ve paraproteinemide de yalancı pozitif sonuçlarla karşılaşılabilir. Akut HCV enfeksiyonunda bu testlerle anti-HCV tanımlaması ortalama 10. ve 15. haftalarda yapılabilir, olguların bazılarında bu süre 6-12 aya uzayabilmektedir. İkinci jenerasyon ELISA testleri 1992'de kullanıma girmiştir. Bu testte multipl rekombinan HCV antijenleri kullanılmaktadır. Klinik semptomlar ortaya çıktıktan sonra 1-6 hafta içinde bu testlerle pozitiflik saptanabilmektedir. Kan donörlerinde duyarlılığı daha fazladır. Birinci jenerasyon testlerle kıyaslandığında % 10-30 daha yüksek sıklıkta pozitif sonuca erişilmektedir. Üçüncü jenerasyon testler ise duyarlılık ve özgüllük olarak 2. jenerasyon testlerden daha duyarlı ve özgüldürler [Çakır, 2009].

HIV Virüsü (Human Immunodeficiency Virus)

İnsan İmmün Yetmezlik Virüsü (HIV), Retroviridae ailesinden Lentivirinae familyasında yer alan, Kazanılmış Bağışıklık Yetmezliği Sendromu (AIDS) hasalığına yol açan bir RNA virüsüdür. HIV/AIDS yüksek mortalite, morbitide ve ekonomik kayba yol açtığından çağımızın en yıkıcı hastalıklarından biridir. HIV epidemisi tüm coğrafyayı etkisi altına almıştır. Dünya genelinde 33,2 milyon kişinin HIV virüsü taşıdığı tahmin edilmektedir [Acar, 2008].

HIV, 110 nm boyunda lentivirüs ailesine mensup, tek sarmallı iki adet pozitif polariteli birbirinin aynı olan RNA içeren zarflı bir retrovirüstür. HIV’de dış zarf, çekirdek kabuk proteini ve iç çekirdekteki RNA ile reverse transkriptase enzimi olmak üzere 3 önemli unsur vardır. Reverse transkriptaz enzimi aracılığı ile viral RNA’yı çift sarmallı DNA’ya çevirip konakçı genetik materyaline entegre etme özelliğine sahiptir.

HIV’in; HIV₁ ve HIV₂ olmak üzere iki tipi vardır. Bu iki tip birbirine benzer genomik organizasyona sahip olup HIV₂, HIV₁’e göre daha az bulaşıcı ve daha az patojendir. HIV₂ özellikle zarf glukoproteinlerinde olmak üzere farklı antijenik komponentler gösterir. HIV₁ virüsüne karşı antikor içeren serumlar HIV₂ izolatları üzerinde nötralizan etki göstermezler. HIV₂ antikorları ise HIV₁ suşları üzerinde kros nötralizan aktiviteye sahiptirler.

İnfeksiyonun progresyon hızını belirleyen parametrelerden biri de bulaşma yoludur. HIV enfeksiyonu başlıca cinsel temas, kontamine kan ve kan ürünleri ile anneden bebeğe (perinatal) şeklinde 3 türde bulaşır. HIV ile ilk defa enfekte olan pek çok kişide herhangi bir belirti meydana gelmemektedir. Bazılarında ise ateş, baş ağrısı, yorgunluk gibi grip benzeri belirtiler görülmekte ve birkaç hafta veya ay içerisinde belirtiler kaybolmaktadır. Bu süre boyunca HIV genital sıvıda fazla miktarda bulunmaktadır. Kişiler bu dönemde oldukça bulaştırıcıdır. Bazı kişilerde anogenital bölge veya ağızda şiddetli Herpes enfeksiyonları sık olarak görülmektedir.

Çocuklarda ise infeksiyon kendisini büyüme geriliği ve sık sık hastalanma periyotlarıyla göstermektedir.

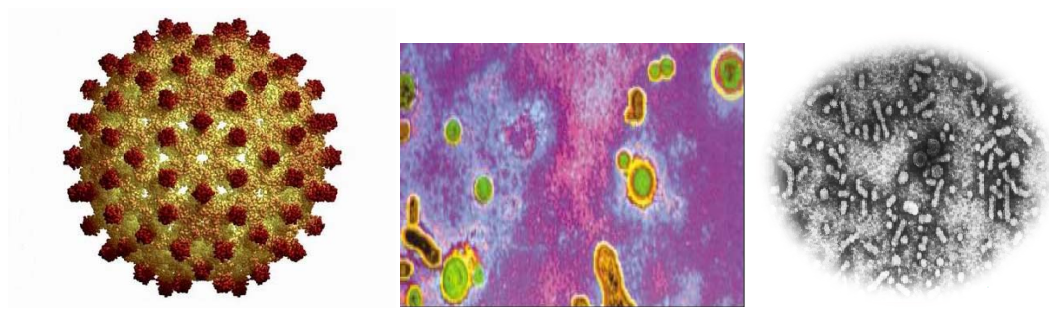
1. İştahsızlık
2. Zayıflama
3. Yorgunluk
4. Bitkinlik
5. Halsizlik
6. Ateş (3 ay ve daha fazla süren)
7. Gece terlemeleri
8. Baş ağrısı
9. İshal (Uzun süreli)
10. Öksürük (Uzun süreli)
11. Ağızda Yara, Aft, Stomatit, Özofajit
12. Deride çeşitli cilt lezyonları (Uçuk, Zona, Keratos, Alopesi, Seborreik Dermatoz, Tinea Pedis)
13. Gözde kreatit, hemoraji, retinit, konjuknctivitis
14. Nörolojik olarak (Demas, Ensefalit, Meninjit, Paralizi, Miyelopati, Nöropati, Ataxi, Distal Atrofi, Afazi, Hemiparezi, Beyin Tümörü)
15. AIDS'te spesifik bir cilt tümörü (Epidemik Kaposi Sarkoma)
16. Başka bir sebebe bağlı olmayan adenomegali. Kasık (inguanal bölge dışında), boyun, koltuk altı ve çene altında 3 ay veya daha fazla süren, çapı 1 cm'den fazla beze büyümeleri
17. Lenfoma, Dilde Squaous Kanser
18. Cilt, burun ve barsak kanamaları
19. Karaciğer ve dalak büyümesi, lökopeni ve her türlü kansızlık ileri dönemde hastalar yataktan kalkamayacak kadar halsiz, bitkin, soluk ve çökmüşdürler ve hayalet insan görünümünü andırırlar.

HIV infeksiyonun tanısı, viral antijenlere karşı geliştirilen antikorların saptanması ile konur. Günümüzde en etkin ve pratik tanı testleri; ELISA ile HIV antikorlarının saptanmasıdır. ELISA (Enzyme Linked İmmunosorbent Assay) HIV antikorlarının

saptandığı bir serolojik testtir. Test pozitif saptandığında ikinci kez tekrarlanır, bu da pozitif ise daha duyarlı ve özel bir test olan WB (Western Blot) ya da IFA (Immunoflorescence Assay) uygulanır. Ancak kollojen doku hastalıkları, kronik hepatit ve sıtma da ELISA'nın yalancı pozitif olabileceği unutulmamalıdır [Soycan, 2011].

Hepatit B Virüsü

Hepatit B virüsü; Hepadnaviridae ailesinin orthohepadna virüs ailesinde yer alan hepatotropik, zarflı ve kısmen çift sarmallı bir DNA virüsüdür. Sadece 3200 nükleotidden oluşan genomik yapısı nedeniyle, bilinen tüm hayvan DNA virüsleri içinde en küçük olanıdır. Elektron mikroskopunda HBV ile ilişkili 3 farklı partikül tespit edilmektedir. Bunlar; 42-47 nm çapında infeksiyöz özellikte küresel hepatit B virionu (Dane partikülü), 20 nm çapında içinde nükleik asit bulunmayan non infeksiyöz küresel partiküller ve 20 nm çapında fakat değişik uzunluklarda, yine içerisinde nükleik asit içermeyen non infeksiyöz tübüler partiküllerdir (Resim 2.6). Enfeksiyonun inkübasyon dönemi 60-180 gündür.



Resim 2.6. Hepatit B virüsü mikroskopik görünümü [Avcı, 2007]

Dünya nüfusunun 1/3'ünden fazlası HBV ile enfektir. Ülkemizde yıllık akut viral hepatit olgu sayısının 200.000'nin üzerinde olduğu varsayılmakta, bu olguların yarısından fazlasını B tipi hepatit oluşturmaktadır [Avcı, 2007].

Akut enfeksiyondan sonra kronikleşme riski sağlıklı erişkinde % 5 civarındadır. Akut enfeksiyon sonrası, altı aydan uzun süreli HBsAg pozitifliği kronik hepatit B'nin

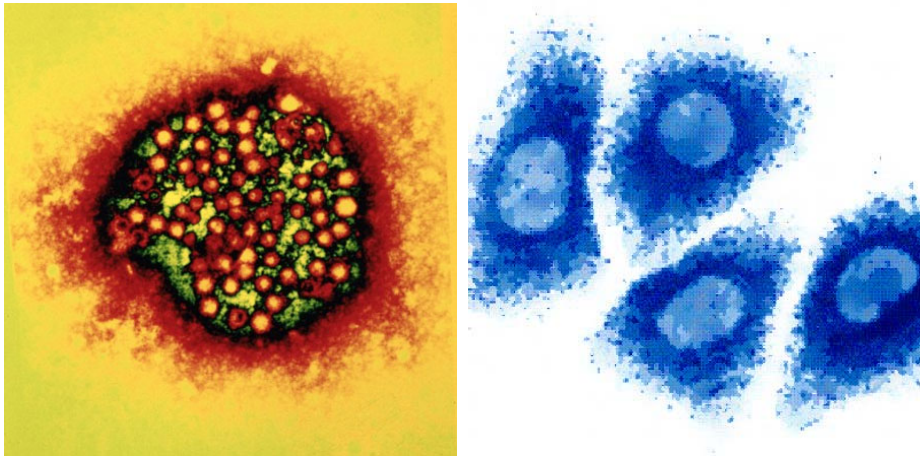
göstergesidir. HBsAg pozitifliği durumunda karaciğerde viral replikasyon ve kanda değişik titrelerde viremi devam eder. Karaciğerde hepatosit ölümüne eşlik eden inflamatuvar infiltratların varlığı kronik viral hepatit için karakteristiktir. Kronik hepatit B sıklıkla sessiz bir hastalıktır. Tanı, genelde donör olarak kan verme veya rutin kan taraması sırasında tesadüfen HBsAg pozitifliğinin bulunması veya serum transaminazlarında orta derecede yüksekliklerin araştırıldığı sırada konabilir. Kronik hepatit B’de en sık görülen genel semptom yorgunluktur. Bazı hastalarda halsizlik, bulantı, üst abdominal ağrı, kas ve eklem ağrıları gibi nonspesifik şikayetlerde bulunabilir. Ayrıca anksiyete başta olmak üzere hastalarda bir takım psikiyatrik semptomlar, endişe hali, uyku bozuklukları, kas gerginliği, depresyon görülebilir. Klinik bulgular, sarılık, nadiren örümcek nevüs, küçük veya büyük karaciğer ve splenomegalidir. Asit ve ösefagus varis kanamaları portal hipertansiyona bağlı geç ortaya çıkan belirtilerdir. Kronik hepatit B enfeksiyonunun en önemli komplikasyonları, siroz, portal hipertansiyon, asit, özofagus varis kanaması, hepatorenal sendrom ve hepatosellüler karsinomdur. Kronik hepatit B’li olguların % 15-20’sinde 5 yıl içerisinde siroza ilerleme tespit edilir, sirozlu hastaların % 20’sinde ise hepatosellüler karsinoma saptanır. Kronik HBV enfeksiyonu olan olguların her yıl % 1-10 kadarında spontan HBeAg/AntiHBe serokonversiyonu görülür ve genellikle karaciğer hastalığında alevlenme ile birlikte olur. HBsAg kaybının görülme olasılığı ise yılda % 1-2 civarındadır. HBsAg taşıyıcılığı ile kronik hepatit arasındaki ayırım karaciğerdeki kronik nekroinflamatuvar hastalığın histolojik olarak ortaya konması ile mümkün olur [Uyar, 2008].

Hepatit B virüsü ile enfeksiyon oluştuğunda organizmada virüse ait çeşitli antijenlere (HBsAg, HBcAg ve HBeAg) karşı antikorlar meydana gelmektedir. Hepatit B virüsü enfeksiyonlarının özgül tanısını yapmak amacıyla hasta serumunda bu antijenlerin ve antikorların varlığı araştırılmaktadır. Bunların saptanması için günümüzde duyarlılığı, özgüllüğü ve verimliliği yüksek serolojik yöntemlerden yararlanılmaktadır. Virüse ait antijenler (HBsAg ve HBeAg) ile antijenlere karşı gelişen antikorlar (anti-HBc IgM, total anti-HBc veya anti-HBc IgG, total anti-HBs ve anti-HBe IgG) ticari olarak bulunan birçok RIA (Radioimmunoassay) ve ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assays) kiti aracılığıyla saptanabilir. Viral HBcAg

dolaşıma katılmadığı ve sadece hepatositler içinde bulunduğu için serolojik olarak saptanamamaktadır. Bu testler; akut ve kronik enfeksiyon ayrımının yapılmasında, infektivitenin değerlendirilmesinde, bağışıklık durumunun tayininde, kan ve organ vericilerinin taranmasında rutin olarak kullanılmaktadır [Doğukan, 2007].

Hepatit A Virüsü (HAV)

Hepatit A virüsü, 27-28 nm çapında küresel, zarfsız Picornaviridae ailesi üyesi olan küçük bir RNA virüsüdür. Virion ikosahedral simetrik bir yüzey yapısına sahip olup 32 kapsomerden oluşur (Resim 2.7). Enterovirüsler gibi pH 3'te stabildir. Isıya karşı diğer picornavirüslardan daha dayanıklıdır. 60 °C'de 1 saat süreyle canlılığını korur. Kaynatma ile 5 dakikada tahrip olur. 25 °C'de, % 42 nemde inaktive edilebilmesi için en az 1 ay gereklidir. -20 °C'de yıllarca infektivitesini korur. Sularda klorlama ile (0,2 – 0,3 mg/lit konsantrasyonda) kolayca öldürülebilir. Formalinle 37 °C, 72 saat süre ile 1/4000 oranında; 25 °C'de 5 dakikada, % 3 oranında ya da 25 °C 1 dakikada % 8 oranında inaktive edilebilir. Preasetik asit hastanede dezenfektan olarak kullanılmaya uygundur.



Resim 2.7. Hepatit A virüsü mikroskopik görünümü [Hepatit, 2011]

Hepatit A virüsü, kişiler arası temasla ya da virüs ile enfekte su veya besinlerin alınmasıyla bulaşır. Özellikle kanalizasyon sistemlerinin yeterince düzenli olmaması ve su temininin uygun şekilde yapılamaması, bu yolla bulaşmayı ön plana

çıkarmaktadır. Virüs vücuda ağız yoluyla, özellikle yiyecek ve içeceklerle girer. Bu durum tuvalete gittikten sonra kişilerin ellerini yıkamaması ve diğer kişilerin yiyeceklerini ellemesiyle oluşabilir. Ayrıca, HAV ile kontamine içme suyu ve kontamine buzla içilen diğer içeceklerle de bulaşır. Vücut salgıları, tükürük, idrar ve dışkı yolu ile bulaşması ana kaynaklardır. Isıya dayanıklı olup 60 °C’de 1 saat sureyle canlılığını, -20 °C’de yıllarca bulaştırıcılığını korur. Tatlı su, deniz suyu, atıksu, toprak, canlı istiridye, sentetik yüzeyler üzerindeki kurumuş dışkı günlerce mikroorganizmayı barındırır. Gelişmiş ülkelerde ise hijyen koşullarının daha iyi olması ile bu enfeksiyonun insidansı azalmış olup, % 10 - 20’lerdedir. Ancak yine de zaman zaman bu ülkelerde de salgınlar oluşabilmektedir. Hepatit A viral hepatitlerin en sık görülen şeklidir. Özellikle hastalığın düşük dereceli formlarının erken çocukluk çağından itibaren görülmesi ile sosyal olarak dezavantajlı bölgelerde oldukça sık rastlanan bir insan virüsüdür.

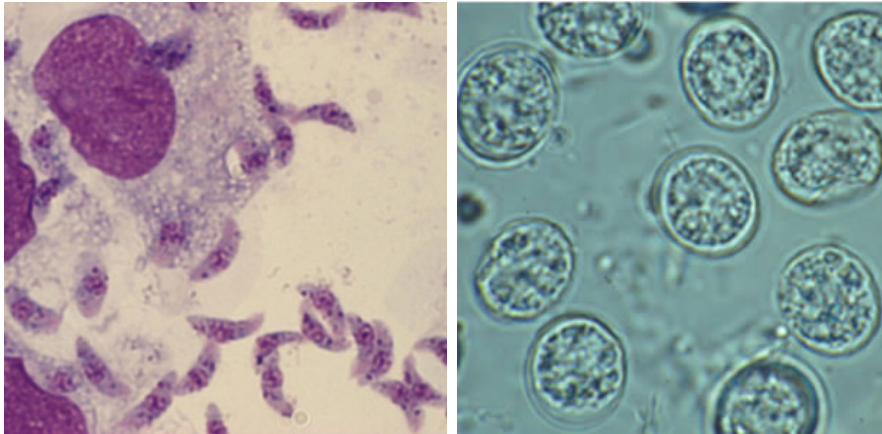
Hastalığın erken dönemlerinde ateş, kırgınlık, hafif bas ağrısı, halsizlik, yorgunluk ve iştahsızlık şikayetleri görülür. Hastalar yiyecek kokularından rahatsız olurlar ve özellikle yağlı yiyeceklerle bulantı meydana gelir. Hastalık esnasında kilo kaybı yaygındır. Hastaların sigaraya karşı tiksinti duymaları prodromal döneme ait spesifik bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Hastalık ishal, öksürük, nezle, artralji gibi atipik semptomlarla da seyredebilir. Bu tip semptomlar çocuklar arasında daha yaygındır. Hastalığın ilk spesifik bulgusu olan idrar rengindeki koyulaşmayı sıklıkla soluk veya kul rengi dışkı, skleranın sarı renk alması, cilt ve mukoz membranların sararması takip eder. Hastaların büyük bölümünde (% 50-80) hepatomegali, % 4-9’unda ise splenomagali ve lenfadenopati saptanır. Ateş varsa, genellikle sarılığın ilk birkaç gününde normale döner. Hastalığın başlangıcından 2-3 hafta sonra dışkı rengi normalleşir. Hepatit A hastaları, hastalanmadan iki hafta önce ve iyileştikten bir hafta sonrasına kadar hastalığı bulaştırırlar. Belirti göstermeden hastalığı geçiren çocuklar da, hastalığın yayılımında sessiz birer kaynak oluştururlar [Avcı, 2007].

Akut enfeksiyon tanısı için yaygın olarak IgM anti-HAV birincil belirteç olarak saptanmaktadır. IgM anti-HAV temel olarak kapsid proteinlerine karşı oluşturulur. IgM anti-HAV belirlemek amacı ile radyoimmünoassay, immünokimyasal boyama,

ELISA, immün blotlama, dot-blot immünogold filtrasyon gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. IgM anti-HAV ELISA testleri ilk olarak tasarlandıklarında enfeksiyonun ardından 4-6 hafta kadar bir süre zarfının ardından ancak saptama sağlarken, yeni testler yeni HAV aşısı olmuş bir bireyde bile IgM anti-HAV tespit edebilmektedir [Koyuncu, 2011].

Toxoplasma gondii

T. gondii kedigillerin bir paraziti olup, insan ve diğer sıcakkanlı hayvanlar ara konaktır. Doğada üç formu bulunmaktadır; sporozoit içeren ookist, bradizoit içeren doku kistleri ve takizoit. Takizoitler hilal şeklinde olup, $2-4 \times 4-8$ μm boyutlarında, tek nükleuslu, ön ucu sivri ve arka ucu daha yuvarlak yapılardır. Yaşayıp çoğalabilmesi için zorunlu hücre içi yaşam şart olup, aktif penetrasyon ile hücreleri istila ettiği gösterilmiştir. Girdikleri hücrede ilk önce parazitofor vakuol adı verilen bir vakuol oluşturarak, kendini hücrenin olası saldırılarından korudukları, endodiyogeni ile ikiye bölünerek sürekli çoğaldıkları bilinmektedir (Resim 2.8).



Resim 2.8. *Toxoplasma gondii* paraziti mikroskopik görünümü [Hastane, 2011]

T. gondii bütün dünyada kuşlar dahil çoğu hayvan ve insanda enfeksiyon oluşturabilmektedir. Toxoplasmosisin insanlara bulaşmasında ookistlerle kontamine olmuş su veya besin alımı, doku kisti içeren etlerin az pişmiş veya çiğ olarak yenmesi ve transplasental bulaş başlıca yollar olarak kabul edilmektedir [Caner, 2007]. Toprakla oynayan, el yıkama alışkanlığı olmayan ve toprak yeme alışkanlığı

olan çocuklar, toprakla uğraşan erişkinler, enfekte sebze ve meyveleri çiğ olarak yiyen kişiler sporlu ookistlerle enfekte olmaktadır. En sık rastlanan bulaşım şeklidir. Organ transplantasyonlarında da bu tür bulaşım görülür. Takizoit şekliyle bulaşım akut toksoplazmozun parazitemi döneminde salya, sümük, süt, gözyaşı, vajinal salgı, semen, dışkı ve idrar gibi tüm vücut salgılarıyla olur. Aynı şekilde çevre suları da kirlenebilir ve epidemilere neden olabilir.

Toksoplazmozis, zorunlu hücre içi paraziti olan *T. gondii*'nin neden olduğu bir hastalıktır. Tüm dokulara yayılabilme özelliğine sahip olan parazitin neden olduğu enfeksiyon % 90 asemptomatik olarak seyreder. İmmün sistemin çeşitli nedenlerle baskılandığı durumlarda ise fırsatçı sayılabilen protozoa enfeksiyonlarının en önemlisi olarak karşımıza çıkar. Son yıllarda dünyada AIDS'in yayılması, organ nakli ameliyatlarının artması, kanser tedavisinde immün sistemi baskılayıcı ilaç kullanımları sonucunda ölümcül olabilen değişik klinik tabloların görülmesi ve neden olduğu intrauterin enfeksiyon toksoplazmozun önemini artırmıştır

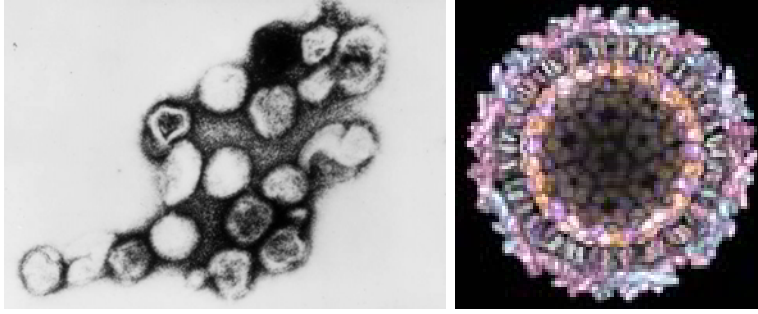
T. gondii'ye karşı etkili doğal direnç yoktur, her yaşta ve cinsten kişi karşılaşabilir ve karşılaşan her konakta enfeksiyon oluşur. Farklı klinik tablolar gelişebilir, bunu belirleyen faktör ise konağın immün durumudur. İmmünitesi normal kişilerde, genellikle asemptomatik ve selim seyirli iken, immün yetmezliği olanlarda mortal olabilecek ciddi klinik tablolar görülebilir. İmmünitesi normal kişilerde; genel durum bozukluğu, ateş, yaygın kemik, eklem ve kas ağrıları, şuur bulanıklığı ve bitkinlik gibi semptomların yanı sıra avuç içi ve ayak tabanlarında maküler veya makülopapüler döküntüler görülebilir. Bazen de akciğer, karaciğer veya kardiovasküler tutulum gelişebilir. Hastalığın seyri esnasında bu tablolardan biri ön plana çıkar, etiyolojik tanı konulması zordur. İmmün yetmezliği olanlarda; toksoplazmoz, çok ciddi seyreden, yaşamı tehdit eden, çoğu zaman yoğun bakım gerektiren bir tablodur. Enfeksiyon edinsel ya da geçirilmiş enfeksiyonun reaktivasyonu yoluyla gelişebilir. Bu olguları AIDS ve AIDS dışı olgular (maligniteler, kollajen doku hastalıkları, organ transplantasyonu yapılanlar) olarak ikiye ayırmak mümkündür, çünkü AIDS dışı olgularda, merkezi sinir sistemi, miyokard ve pulmoner tutulum sık görülürken; AIDS'li olgularda % 50 oranında *T.*

gondii ensefaliti görülür ve en önemli mortalite nedenlerinden biridir. Pulmoner tutulumu olan olgularda ise, öksürük ve dispne ile birlikte uzamış ateşli bir hastalık tablosu vardır [Doğan, 2006].

Direkt tanı, *Toxoplasma gondii*'nin gelişim evrelerinden birisinin görülmesi esasına dayanmaktadır. Direkt tanı etken izolasyonu, PCR, antijen spesifik lenfosit transformasyon, lenfosit kopyalama tekniği ve histolojik metotlar ile yapılmaktadır. İndirekt tanı yöntemleri parazite karşı canlıda oluşan antikorların tespit edilmesine yönelik rutin tanı testleridir. Hastalığın tanısında, Sabin-Feldman Dye Test (SFDT), İndirekt Floresan Antikor Testi (IFAT), İndirekt Hemaglutinasyon (IHA), Kompleman Fiksasyon Testi (CFT), Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay (ELISA) ve Latex Aglutinasyon Test (LAT), Modifiye Aglutinasyon Test (MAT) gibi farklı testler kullanılmaktadır. Sabin-Feldman Dye testi son derece duyarlı ve özgül olmasına karşın, günümüzde laboratuvarlarda ekonomik, güvenilir ve kolay bir yöntem olması sebebiyle daha çok ELISA tercih edilmektedir [Öztürk, 2011].

Rubella Virüsü (Kızamıkçık Virüsü)

Kızamıkçık virüsü 60-70 nm büyüklüğünde ikosehedral simetrili, pozitif polariteli tek sarmallı RNA içeren zarflı bir virüstür (Resim 2.9). Virüs replikasyonu hücre sitoplazmasında olur ve virüs tomurcuklanma ile olgunlaşır. Kızamıkçık virüsü ısı, yüksek ve düşük pH ve birçok kimyasal ajana ve zarf yapısındaki lipid nedeniyle lipid çözücülerine ve tripsine karşı duyarlıdır. Virüs 37 °C'de ve 56 °C'de kısa sürede aktivitesini kaybeder. Buna karşılık 40 °C'ye de 24 saat dayanıklıdır. Virüsün uzun süre saklanması için -70 °C bekletilmesi gerekir. Kızamıkçık virüsü 6,8'in altında ya da 8,1'in üzerindeki pH'larda ve ultraviyole, eter, kloroform, formalin ve b-propiolakton gibi ajanlarla da aktivitesini kaybeder.



Resim 2.9. *Rubella* virüsü (kızamıkçık) mikroskopik görünümü [Wikipedia, 2011c]

Enfeksiyon solunum yolu ile bulaşır. Döküntülerin başlamasından 1 hafta önce ve 1 hafta sonrasına kadar virüs nazofarengeal sekresyonlarda bulunur ve hastalar bulaştıracıdır. Rubella virüsü önce üst solunum yolu mukozası, lokal lenf nodülleri ve retikuloendotelyal sistemde çoğalır, sonra kana karışarak viremi oluşturur ve bütün vücuda yayılır. Deri, eklem ve plasenta gibi hedef organları infekte eder. Döküntü ve artralji, virüse karşı gelişen immün cevaptan kaynaklanır. Gebelik sırasında rubella enfeksiyonu geçirilirse rubella virüsü maternal viremi sırasında transplasental yolla fetüse bulaşır. Fetal dokularda çoğalır ve kronik enfeksiyon oluşturur. Fetal enfeksiyon özellikle gebeliğin ilk 16 haftasında olursa fetüs için yüksek risk oluşturur. Virüs konjenital olarak infekte yeni doğanlarda birkaç yıl kadar tespit edilebilir, idrarla yüksek konsantrasyonlarda çıkarılabilir veya ilk yıl boğazda tespit edilebilir. Kızamıkçık virüsü hücreleri tahrip etmemekle birlikte, hücrelerin üremesini yavaşlatarak doğum sırasında organlarda bulunması gerekenden daha az sayıda hücre bulunması yada kromozomal kırılmalar oluşması şeklinde fetüse zarar vermektedir.

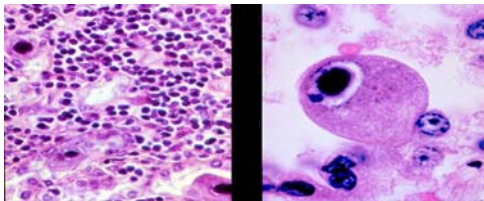
Çocuklarda hastalığın ilk belirtisi döküntüdür. Erişkinlerde düşük ateş, baş ağrısı, yorgunluk boğaz ağrısı, öksürük ve lenfadenopati gibi 1-5 gün süren prodromal dönemden sonra döküntü görülür.

ELISA testi ise antijen antikor ilişkisinin antikorlara bağlanmış bir enzimin aktivitesini inceleme esasına dayanır. Aranılan antikorları bağlayabilen antijenlerin üzerine araştırılan serum ilave edilir. Belirli bir süre beklendikten sonra yıkama yapılır. Yıkama sonunda enzimle işaretli insan antiglobulini ilave edilir. Eğer

serumda antikor varsa antijenle birleşmiş, yıkama sonunda ortamda kalmıştır ve üzerine eklenen enzimle işaretli antiglobulinleri tutmuştur. Enzimin substratı ilave edildiğinde meydana gelen renk değişiminden antikorun varlığı saptanır. ELISA testi ile aynı şekilde antijen araması da yapılır. Total rubella antikorlarının tespiti için kullanılan HI testi, spesifik IgG ve IgM antikorlarının tespiti için kullanılan ELISA, LA testi ve IFA testleri ile yer değiştirmiştir. Testlerde serum örnekleri hastalığın başlangıcından hemen sonra alınmalıdır. Akut ve iyileşme dönemine ait serumlarda rubellaya özgül IgG antikor titreleri arasında 4 kat veya daha fazla bir titre artısının gözlenmesi veya tek bir akut evre serum örneğinde IgM varlığı veya serokonversiyonun tespiti geçirilmekte olan enfeksiyonu gösterir. Özgül IgM antikorlarının saptanması için IgM antikor capture ELISA da kullanılabilir. Rubella IgG antikorlarının taranmasında en çok kullanılan test ELISA ve LA testidir. Rubella IgG antikor titresinin 3-15 IU/mL veya daha yüksek olması rubellaya karşı bağışıklık durumunu gösterir. ABD’de 10 IU/mL’nin koruyuculuk için yeterli olduğu kabul edilir. Temastan sonra rubella IgG ve IgM antikorları tespit edilmezse daha sonra tekrar serum örneği alınmalıdır. Çünkü inkübasyon periyodu 21 gün kadar uzun olabilir ve rubella antikorları hastalığın başlangıcından 10 gün sonraya kadar tespit edilmeyebilir [Şeker, 2005].

CMV (Sitomegalovirüs)

Virüsün yapısı; çift iplikli lineer DNA genomu içerir. DNA’nın çevresinde kapsid, kapsidin dışında tegument veya matrix olarak adlandırılan bir tabaka ve en dışta hepsini çevreleyen lipid zarf bulunur. Virüsün çapı 150-200 nm kadardır. Düşük pH, lipid çözücüler antikoagülanlar ve ısıya duyarlıdır. 37 derecede yarı ömrü 60 dakikadır (Resim 2.10).



Resim 2.10. CMV mikroskopik görünümü [Tahlil, 2011]

Bulaşım yollarını başlıklar halinde sunacak olursak;

1. Enfekte vücut sekresyonları ile direkt temas
2. Solunum yolu
3. Laktasyon
4. Kan ürünleri
5. Transplental yol ile olmaktadır [Doğan, 2006].

CMV orofarengeal sekresyonda, tükürükte, idrarda, servikal ve vajinal sekresyonda, spermatik sıvıda, anne sütünde, ter, feçes ve kanda rezerve olur ve bireylerin direk ya da indirek temasıyla bulaşır. CMV enfeksiyonu dünyada endemik olarak bulunmaktadır. Şimdiye kadar bu virüse bağlı bir epidemi bildirilmemiştir. Virüsün mevsimsel bulaşıcılığı olmadığı gibi iklimin enfeksiyon oranı üzerinde bir etkinliği yoktur [Erdem, 2007]. Gelişmiş ülkelerde erişkinler arasında CMV antikorlarının % 40-80 oranında bulunduğu, gelişmekte olan ülkelerde bu oranın % 90-100'e ulaştığı, yani gelişmekte olan toplumlarda CMV enfeksiyonlarının daha yaygın olduğu bildirilmiştir [Tüzün, 1991].

CMV'nin primer enfeksiyonu genellikle subklinik seyreder. Çocuklarda ve erişkinlerde virüs ile ilk temastan sonra 4-8 haftalık bir kuluçka döneminin ardından enfeksiyöz mononükleazis benzeri bir hastalık tablosu ortaya çıkmaktadır. Bu klinik şekle özel olarak CMV mononükleazis hastalığı adı verilir. Bu hastalık halsizlik, bitkinlik, kas ağrıları, ateşin yükselmesi ve karaciğer fonksiyon değerlerinde yükselme ile karakterizedir. Hastalık iyileştikten sonra virüs vücuttan uzaklaşmamakta ve diğer herpes virüsler gibi yaşam boyu vücutta kalmaktadır. CMV aynı zamanda koryoretinitis, çeşitli gastrointestinal hastalıklar, santral sinir sistemi hastalıkları ve bazı tiplerdeki ateroskleroza da neden olabilmektedir [Erdem, 2007].

2.5. Patojen Mikroorganizmaların Çevresel Etkileri

Suyun mikrobiyal kirlenmesi, sulara patojen mikro ve makro organizmaların karışması yoluyla meydana gelen bir kirlenme biçimi olup, özellikle insan ve hayvan

sağlığını tehlikeye sokar. Kanalizasyon ve endüstrinin atıksuları içerdiği toksik ağır metaller, deterjanlar ve patojen mikroorganizmalar nedeniyle çevre sağlığı için tehlikelidir. Atıksuların içerdiği ağır metaller, kanalizasyon sularının kapsadığı patojen mikroorganizmalar çeşitli çevre sağlığı problemlerine yol açmaktadır.

Sulara karışan kanalizasyon kaynaklarının yani fekal kontaminasyonunun indikatörü *E. coli*'dir. Ortamda yüksek oranda bulunan koliform ve *E. coli* bakterileri o suda patojen organizmalarının varlığına işaret eder. Bulaşık sudan tifo, dizanteri, kolera, sarılık vb. mikrobiyal hastalıkların bulaşabileceğini gösterir. Şehir atıksuları mikroskobik organizmalar olan bakterileri içerir. Atıksularda bulunan *salmonella*, *shigella*, *vibrio cholera* gibi patojen bakteriler akuatik ortamlara bulaşabilirler.

Sonuç olarak; yeterli bir arıtım ve dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmaksızın sulama amacıyla tarımda kullanılan kirli sulardaki patojen mikroorganizmalar önce toprak ve bitkiye daha sonra hayvan ve insanlara bulaşarak sağlık yönünden önemli sorunlar oluşturan kirlenmeye neden olmaktadır [Tarım Kütüphanesi, 2011].

2.6. Hastane Laboratuvar Atıksularının Bertaraf Edilmesinde Ülkemizdeki Uygulamalar

Ülkemizin laboratuvarlarının çok büyük bir bölümünde, atıklar ne yazık ki doğruca kanalizasyona verilmektedir. Atığın; sıvı ve miktarın fazla olması yanında süreklilik arz etmesi, depolanmasında ve imhasında yaşanan güçlükler çözümü zorlaştırmaktadır. Sayıları az olmakla birlikte duyarlı kullanıcılar tarafından çözüm oluşturmak için aşağıdaki yöntemler uygulanmaktadır.

Küçük miktar klor tableti uygulaması; bu yöntem genelde sağlık kuruluşlarının kalite güvence sistemlerinde prosedür haline getirilmiştir. Sakıncaları; çok küçük ölçekli (5-10 L/gün) atıklara uygulanabilir, nötralizasyon yapılamamaktadır, atığın boşaltılması işleminde sıçrama riski vardır, hata yapılma ve unutulma riski yüksektir.

Büyük miktar toplama tankı çamaşır suyu uygulaması; genellikle sağlık kuruluşunun bahçesinde veya deposuna 1-1,5 tonluk plastik bir tank yerleştirilir. Bu iş için görevli personeli mesai bitiminde talimatta yazılı miktardaki çamaşır suyunu deponun içine boşaltır. Bu şekilde bekletilen atık, mesai saatinden önce kanalizasyona boşaltılır. Sakıncaları; deponun dış şartlara maruz kalması (güneş ışığı, yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık vb.), 24 saat çalışan yerlere uygun olmaması, sadece dezenfeksiyon yapılabilmesi, deponun delinmesi, çatlaması, boru kırılması, taşma, sıçrama veya oluşabilecek herhangi bir kaza sonucu atığın çevreye ve çalışanlara potansiyel tehlike arz etmektedir.

Toplama tankı pH ayarlama uygulaması; sanayi kuruluşlarında kullanılan nötralizasyon tekniği uygulanmaktadır. Sakıncaları; atığın tıbbi olma özelliği bu uygulamada dikkate alınmamıştır, dezenfeksiyon/sterilizasyon olmaması nedeni ile toplama kapları ve ekipmanları kullanıcılar için bir potansiyel tehlike kaynağıdır. Nötralizasyon yapılması bu sistemde patojen mikroorganizmaların çoğalmasına uygun ortam hazırlar, atığın bu şekilde kanalizasyon sistemine atılması çevre ve insan sağlığı için daha büyük tehdit oluşturmaktadır. Görüleceği üzere mevcut yöntemler, sorunu daha da büyütmede, kullanıcıları ve çevreyi riske sokmaktadır [Neutralab, 2011].

2.7. Nötralizasyon İşlemi

Nötralizasyon, su ve atıksuların pH değerinin ayarlanması işlemidir. Suların pH değerinin ayarlanması çeşitli amaçlarla istenebilir. Bunlar arasında atıksuyun alıcı ortama veya kanalizasyona deşarjından önce deşarj standartlarını sağlamak üzere pH değerinin nötr civarına getirilmesi, arıtma tesislerinde arıtmaya girişten önce pH ayarlanması ve kimyasal çöktürme için uygun pH değerini sağlamak üzere ayar yapılması sayılabilir. Endüstriyel atıksuların çoğu alıcı ortama veya arıtma tesisine verilmeden önce nötralize edilmelerini gerektiren asidik veya alkali maddeleri içerirler. Nötralizasyon aşırı asidite veya alkalitenin giderilmesi için kullanılan bir süreçtir. Nötralizasyonun uygulaması kimyasal arıtmadan önce, biyolojik arıtmadan önce veya alıcı su ortamlarına deşarjından önce yapılabilir.

Nötralizasyon işleminin yer alabileceği dört grup proses bulunmaktadır.

- 1- Doygunluk derişimlerinde çok az süspanse veya çözünmüş katı madde içeren proseslerdir. Bu tipe örnek olarak hidroklorik asit, nitrik asit veya asetik asit kullanarak yapılan nötralizasyon verilebilir. Bu prosesler basit bir pH ayarlamadan ibarettir.
- 2- Süspanse katı maddelerin olmadığı ancak nötralize edilmiş karışımda kalsiyum sülfat gibi çözünmüş katı maddelerin mevcut olduğu proseslerdir. Bu tipe örnek olarak asidik maden drenajlarında bulunan CaSO_4 'ın kireç ilavesi ile çöktürülmesi verilebilir.
- 3- Nötralizasyonu takiben metalik olmayan reaksiyon ürünlerinin çökeldiği proseslerdir. Bu durum kalsiyum esaslı alkalilerin nötralizasyonu sırasında düşük çözünürlüğe sahip son ürünlerin oluşması sonucu ortaya çıkar. Bu prosesler katı madde ayrılması ve çamur alınmasını da gerektirir. Kireç ile arıtılmış suyun nötralizasyonunda CO_2 kullanılarak CaCO_3 halinde kirecin fazlası çöktürülür.
- 4- Nötralizasyonla birlikte metalik iyonlar gibi çözünmüş safsızlıkların çökeltildiği proseslerdir. Bu prosesler kimyasal çökeltme ve nötralizasyonu birlikte içerir.

Nötralizasyon sistemlerinin tasarımında göz önüne alınan faktörler;

- 1-Reaktif miktarı ve kontrol edilen değişken pH arasındaki ilişki lineer değildir.
- 2-Giriş pH'ı kısa sürede değişken olabilir.
- 3-pH değişirken debi de değişebilir ve iki değişken ortaya çıkar.

4-Çıkış pH'ı bazı noktalarda reaktif ilavesine karşı çok hassastır. Çok az reaktif artışı büyük pH salınımlarına neden olabilir.

5-Ölçüm elektrotlarını kaplayan materyal zamanla pH ölçümünü etkilediğinden zaman zaman kontrol edilmesi gerekir.

6-Atığın tamponlama kapasitesi: Reaktif beslemesi ve sabit kalmayabilen pH arasındaki ilişki üzerinde temel etkiye sahiptir.

7-Reaktif farklılığı reaktifin reaksiyona giriş hızı üzerinde değişimlere neden olabilir. Örneğin aynı reaktif yaş halde satın alınırsa bir kullanımdan diğerine reaktif derişimlerinde farklılıklar olabilir.

8-Nötralizasyon için seçilen reaktifin fiyatı besleme düzeneğinin fiyatı ve saklama sistemi fiyatı reaktif seçiminde göz önüne alınması gereken faktörlerdir.

9-Nötralizasyon giderleri: Nötralizasyon giderleri sadece kimyasal madde fiyatlarına ve kullanma potansiyeline bağlı değildir. Buna ayrıca oluşan çamurun uzaklaştırılması, gerekli araç giderleri de eklenmelidir. Eğer nötralizasyon sırasında çamur oluşuyor ise çamur toplama ve uzaklaştırma masrafları da eklenerek toplam nötralizasyon masrafına katılmalıdır.

Debi ve pH'ın nötralizasyondan önce dengelenmesi kimyasal madde kullanımındaki salınımları önleyecek ve kimyasal madde kullanımında ekonomi sağlayacaktır [Büyükgüngör, 2008].

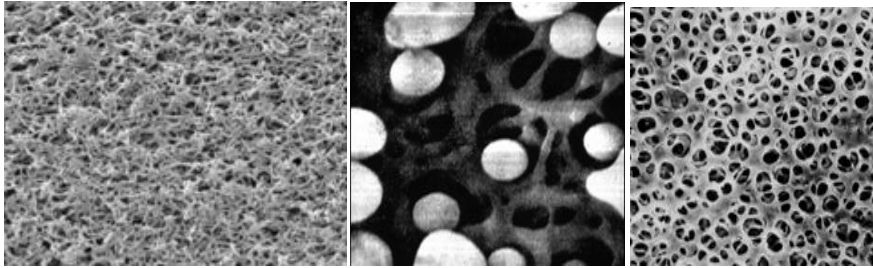
2.7.1. Alkali atıkların asitlerle nötralizasyonu

Alkali atıksuları etkili bir şekilde nötralize etmek üzere herhangi bir kuvvetli asit kullanılabilir. Fakat ekonomik koşullar genellikle karbondioksit, sülfürik veya hidroklorik asit kullanımı ile sınırlıdır. Reaksiyon hızları yüksektir. Eğer % 14 veya

daha fazla karbondioksit içeren baca gazları temin edilebiliyorsa bunlar alkali atıkların nötralizasyonu için etkili bir şekilde kullanılabilir. Gaz tanecikleri suda dağıldığında karbondioksit, karbonik asidi oluşturur ve bu madde de alkalilerle reaksiyona girer. Bağlı reaksiyon hızı kuvvetli asitlere kıyasla daha yavaştır fakat pH'ın 7-8 arasında ayarlanması isteniyorsa çoğunlukla yeterlidir [Büyükgüngör, 2008].

2.8. Membran Filtreler

Membran filtre belirlenmiş büyüklükte gözenek çapına sahip ve bu gözenek çapından büyük partikül ve mikroorganizmaları geçirmeyen mutlak (absolut) filtrelerdir. Membran filtre, elektron mikroskobu altında incelenecek olursa; bir sünger görüntüsünü andıran gözeneklerden meydana geldiği görülecektir (Resim 2.11).



Resim 2.11. Membran Filtrenin elektron mikroskobu görüntüsü

Membran filtrelerin yapısı, basınca ve vakuma dayanıklı, gözenek büyüklükleri mikron seviyesine indirilmiş, çok sık gözeneklerden oluşmuş elek gibidir. Bu tanımlamadan da anlaşılacağı üzere; membran filtrelerin, filtrasyonu yapılan sıvılar üzerinde sadece fiziksel bir işlemi vardır.

Membran filtrelerin en önemli özellikleri istenildiğinde kullanıcı tarafından da, filtreye zarar vermeden test edilebilmeleridir. Membran filtreler 0,1 μm ile 10 μm arasında değişen gözenek çaplarında üretilirler.

Membran filtreler, kullanım alanlarına göre farklı materyallerden ve farklı gözenek çaplarında üretilirler. Örneğin; selüloz asetat, rejenere selüloz, Nylon, PTFE (teflon), v.b., filtre edilecek sıvının yapısına bağlı olarak seçilebilecek değişik özelliklerdeki materyallerden yapılmışlardır.

Membran filtreler, üretildikleri materyalin özelliğine bağlı olarak, hidrofobik (su ile geçimsiz) veya hidrofilik (su ile geçimli) özellik taşırlar. Hidrofilik membran filtreler su bazlı ve çok agresif olmayan sıvıların filtrasyonunda, hidrofobik filtreler ise hava-gaz filtrasyonu ve çok agresif (kuvvetli asit ve baz) sıvıların filtrasyon işleminde kullanılırlar.

Laboratuvarlardaki aşılama kabinlerinde ya da temiz odalarda havanın sterilizasyonu için kullanılan ve yaygın olarak kullanılan ifadesi ile “Hepa” filtreler de kavram olarak havadaki mikroorganizmaları fiziksel bir ayırım ile arındırır. Ancak, üretim teknolojisi ve kullanım prensipleri açısından membran filtreler ile ilgisi yoktur [Su Mikrobiyolojisi, 2011].

Membran biyoreaktör (MBR) arıtım sistemleri biyolojik arıtım metotlarından biri olan aktif çamur prosesini membran ayırma prosesiyle birleştiren sistemlerdir. Reaktör, konvansiyonel bir aktif çamur prosesine benzer şekilde işletilmekte olup, bu arıtma tekniğinde son çöktürme tankına ve kum filtrasyonu gibi üçüncül arıtma işlemlerine gerek duyulmamaktadır. MBR prosesi hidrolik ve çamur alıkonma sürelerinin birbirinden farklı olmasını olanaklı kılmaktadır. Böylece tüm çamur MBR içinde tutulabilmekte ve çamur yaşının yeterince uzun olması sağlanabilmektedir. Bu sistemlerde, arıtılmış çıkış suyu kalitesinin reaktör içerisindeki biyokütlenin çökebilme özelliklerinden etkilenmesi de olanaksız hale gelmektedir. Ayrıca biyolojik arıtımın biyokütle kaybından ve şişmeden dolayı başarısızlıkla sonuçlanması da bu sistemlerde söz konusu olmamaktadır. MBR’de kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) üzerine kurulan madde dengesi giriş suyu KOİ’sinin yaklaşık olarak % 90’ının karbondioksit oksitlendiğini ve reaktördeki askıda katı madde konsantrasyonunun çamur atılmaksızın neredeyse sabit kaldığını göstermektedir [Güler ve diğ., 2011].

2.8.1. Membran biyoreaktör sistemlerinin avantaj ve dezavantajları

Membran biyoreaktör sisteminin avantajları arasında; organik madde gideriminde yüksek verimliliğe sahip olması, geliştirilmiş besi maddesi giderim stabilitesi, arıtımı zor olan atıklara uygulanabilmesi, düşük çamur üretimi, çıkış suyunun yüksek kalitede dezenfeksiyonu, yüksek yükleme hızı, daha az kirlenmiş çamur oluşumu ve reaktör için ihtiyaç duyulan alanın küçük olması sayılabilir.

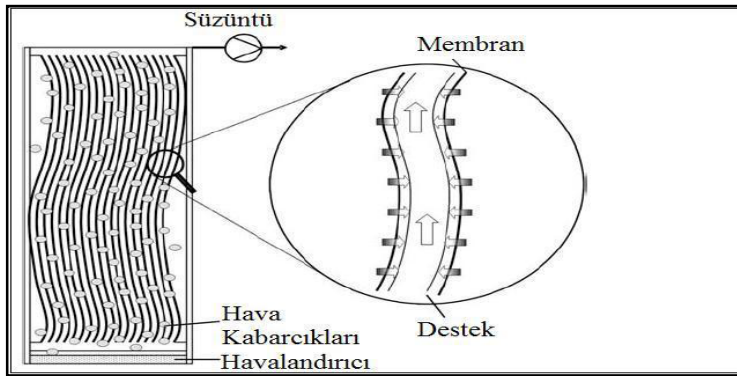
Bunun yanı sıra, membran sistemlerinin bir takım dezavantajları da bulunmaktadır. MBR sistemlerinin uygulanmasına özgü kısıtlamalar, tesislerin ilk yatırım maliyetleriyle ve değişken maliyetleriyle (elektrik tüketimi ve membranların işletme süresi gibi) ilişkilidir. Bu durum bu teknolojinin özellikle büyük miktarlardaki atıkların arıtımı için uygulanması hususunda bir dezavantaj oluşturmaktadır. Diğer taraftan, MBR'nin kullanımı, çok daha katı deşarj kuralları söz konusu olduğunda veya suyun ıslah edilmesi gerektiğinde daha yerinde olacaktır. Özellikle bu teknoloji membran ve membran prosesi maliyetlerinin düşmeye devam ettiği sürece daha da uygun maliyetli bir hal alacaktır [Güler ve diğ., 2011].

2.8.2. Membran biyoreaktörlerde kullanılan membran modülleri

Membran biyoreaktörlerde ya mikrofiltrasyon amaçlı (gözenek boyutu 0,05-5 μm arasında) ya da ultrafiltrasyon amaçlı (gözenek boyutu 0.005-0,1 μm arasında) membranlar kullanım alanı bulmaktadır. Biyokütle ayrımı için membran modülleri birtakım özelliklere sahip olmalıdır. Çamurun birikebileceği ölü bölgeler bulunmamalı, kütle transferini artırmak ve kirlenmeyi azaltmak için besleme kısmında yüksek miktarda türbülans olmalı, mekanik, kimyasal ve termal stabilizeye sahip olmalı, düşük basınç düşüşleri ortaya koymalı (50-250 mbar arasında düşük trans-membran basıncı), yüksek paketleme yoğunluğuna sahip olmalı (modülün birim m^3 hacmi başına düşen birim m^2 membran alanı), kurulması ve membranın yenilenmesi kolay olmalı, modüler olmalı ve ileri ekipman ile modifiye edilebilmeli, temizliği kolay olmalı, arıtılmış suyun birim hacmi başına enerji gereksinimi düşük olmalıdır.

Hiçbir konfigürasyon yukarıda sıralanan tüm gereksinimleri karşılayamamakla birlikte atıksu arıtım uygulamalarında üç tip modül kullanım alanı bulmuştur. Bunlar, boşluklu fiber modülleri, düzlemsel modüller (plaka ve çerçeve modülleri gibi) ve tüp şeklindeki modüllerdir.

Boşluklu fiberlerin çapı birkaç yüz mikrometreden birkaç milimetreye kadar değişebilir. Modüller ya yatay bir şekilde ya da dikey bir şekilde kurulur. Bu modüller yüksek bir paketlenme yoğunluğu sunar ve biyokütle içinde batık halledirler. Kirlenme kontrolü çoğunlukla membran modülünün altına yerleştirilen havalandırıcılar ile sağlanır. Sıklıkla kaba kabarcıklı havalandırma membran yüzeyindeki temizleme işleminde rol oynar, fakat aynı zamanda ince kabarcıklı havalandırıcılar da kullanılmaktadır. Boşluklu fiber modülünün şematik bir gösterimi Şekil 2.2’de gösterilmektedir.

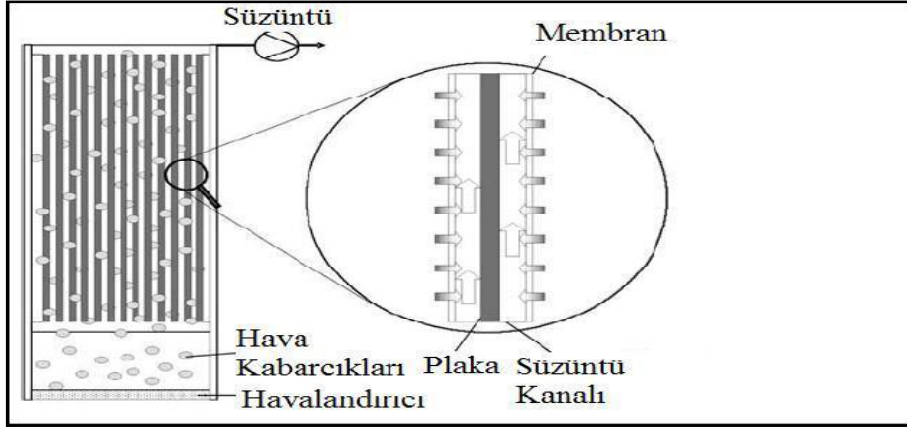


Şekil 2.2. Bir boşluklu fiber membran modülünün şematik gösterimi

Membran işletimi, periyodik gevşetme ve geri yıkama gibi membran yüzeyinde biriken kirlenme tabakasını yüzeyden uzaklaştırma işlemlerini de içerebilir. Plaka ve çerçeve membran modüllerinde, düzlemsel membranlar paralel bir şekilde düzenlenir ve bir plaka ile desteklenir. Modüllerdeki düz membranların farklı uygulamaları arasında; batık dikey bir şekilde düzenlenmiş dikdörtgen plakalar, batık dönen plaka modülleri ve havalandırma tankının dışında yer alan düz membranlar sayılabilir.

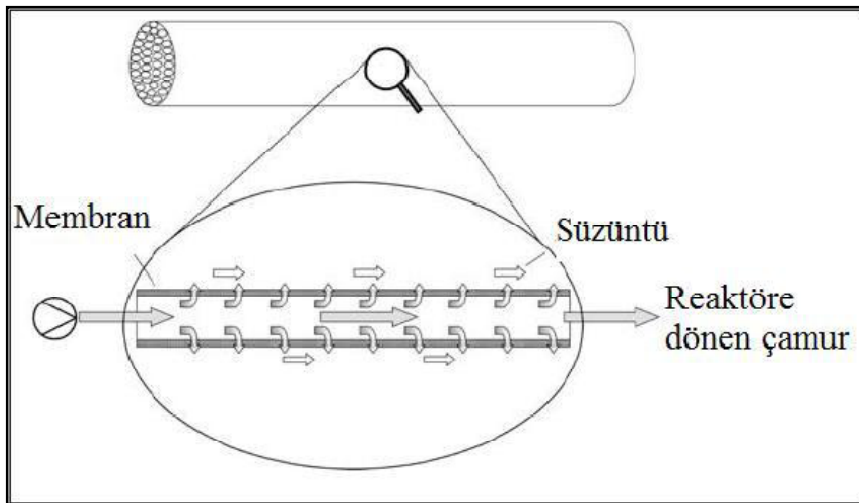
Batık modüllerdeki kirlenmenin kontrolü kaba kabarcıklı havalandırma ile elde edilir. (Dış) dikey modüller yan akış modunda işletilir. Birçok sistem periyodik

olarak gevşetilir; bazıları ise geri darbeye maruz bırakılır (çok düşük basınçta). Şematik bir gösterim Şekil 2.3’de gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Dikey bir şekilde düzenlenmiş batık plaka membran modülünün şematik gösterimi

Tüp şeklindeki modülün şematik bir gösterimi ise Şekil 2.4’te verilmektedir. Ticari olarak mevcut olan tüp şeklindeki modüller çoğunlukla yan akış modunda işletilir. Tüp şeklindeki modüller 6 m’ye kadar olan uzunluklara sahiptirler. Bu yan akışlı modüller 1-4 m/s’lik akış hızlarında işletilirler. Düzenleme dikey veya yatay olabilir. Bazı sistemler kirlenme kontrolü için ilave havalandırma ile işletilir.



Şekil 2.4. Tüp şeklindeki bir membran modülünün (yan-akış modülü) şematik gösterimi

Tüp şeklindeki modüller membran yüzeyinde daha doğrudan hidrodinamik kontrol sağlarlar. Batık modüller ile karşılaştırıldığında, yüzey alanı başına düşen akı yüksektir fakat yüksek spesifik enerji ihtiyacına (kW. saat/m³) sahiptirler.

2.9. Aktif Karbon Filtreleri

Aktif karbon filtreler, suda bulunan, tad, koku, renk, klor ve klor bileşikleri, THM'ler, deterjan, petrol ve sanayi atıkları, tarımsal zehirler, taninler, asbest ve bütün organik maddeleri gideren, adsorbsiyon prensibi ile çalışan fiziko-kimyasal arıtım üniteleridir. Aktif karbon minerali, grift yapısı sayesinde çok geniş yüzey alanına (1000-1500 m²/gr) sahiptir. Geniş yüzey alanı, arıtılacak suyun aktif karbon yüzeyi ile temasını artırır, yüksek verimde arıtım sağlar. Aktif karbon filtreler, insan müdahalesine gerek olmadan tam otomatik olarak çalışır. İçerisinden geçen suyun kirlilik derecesine ve geçen su miktarına bağlı olarak, bir süre sonra aktif karbon filtre yatağı adsorbsiyon özelliğini kaybeder ve geri yıkama ile temizlenmesi gerekir.

Bunun için otomasyon valfi, belirli periyotlarda filtre yatağını basınçlı su ile 15-20 dakika ters yıkamaya alır. Aktif karbon yüzeyine tutunan kirlleticileri sökerek filtre yatağına yeniden adsorbsiyon özelliği kazandırır. Geri yıkama işlemi, filtrasyon sürecinde oluşması muhtemel su kanallarını da dağıtır ve arıtılacak suyun filtre yatağından homojen bir akış ile geçmesini sağlar, filtre bu sayede yüksek verimle çalışır. Aktif karbon filtre uygulamalarında dikkat edilmesi gereken bir husus da; aktif karbon yatağının, bakteri üremesi için uygun bir ortam oluşturma riskidir. Aktif karbon, suda bulunan organik maddeleri tutar ve bu organik maddeler bakteriler için besin kaynağıdır. Organik maddeler ile beslenen bakteriler hızla çoğalır ve “bakteri kaçağı” oluşmasına sebep olurlar. Bu sebeple, aktif karbon filtre uygulamalarından önce ve sonra dezenfeksiyon yapılması tavsiye edilir [Dinamik Arıtma, 2012].

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

3.1. Atıksulardaki Patojen Mikroorganizmalar Üzerine Yapılan Araştırmalar

Bu çalışmada Muğla Üniversitesi atıksu arıtma tesisi bakteriyolojik (toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok, protozoolojik (protozoa), helmint, alg ve mantar) ve fizikokimyasal (nitrit, nitrat, fosfat, pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık ve BOI_5) çalışma yapılmıştır. Arıtma tesisi girişinden alınan atıksu numunesinde bulunan toplam koliform sayısı $1.3 \times 10^8/100$ ml iken, arıtma çıkışından alınan atıksu numunesinde $2.3 \times 10^6/100$ ml seviyesine düşmüştür. Fekal koliform sayısı ise tesis girişinde $2.6 \times 10^6/100$ ml iken tesis çıkışında $2.0 \times 10^4/100$ ml olarak saptanmıştır. Fekal streptokok sayısı da $1.2 \times 10^5/100$ ml'den $8.2 \times 10^4/100$ ml'ye düşmüştür. Yapılan bu çalışma arıtma tesisi girişindeki bakteriyolojik yükün tesis çıkışında azaldığını göstermiştir. Ancak arıtma tesisi çıkışında belirli miktarda bakteri yükü alıcı ortamlara verilmektedir. Muğla Üniversitesi atıksu arıtma tesisinde yapılan çalışma sonucunda tesisin oldukça iyi performans gösterdiği saptanmıştır. Ancak anlık numune incelendiğinden bu tip bir çalışmanın periyodik olarak uzun vadede yapılması gerekmektedir. Ayrıca bu tip tesislerin küçük yerleşim yerleri ve kurumlar için yaygınlaştırılmasının, çevre kirliliği ve sağlığı açısından faydalı olacağı söylenebilir [Uğur ve diğ., 2000].

Bu çalışma Elazığ Belediyesi atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış suyu ile arıtma çamurunda çevre ve halk sağlığını tehdit eden ve tarımsal amaçlı kullanımı sınırlandıran parazit helmit yumurta tipleri ile yoğunluk düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla Haziran 2004–Mayıs 2005 tarihleri arasında her ay 10 kez alınan kompozit çıkış suyu ile arıtma çamur örnekleri bir yıl boyunca incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre örneklerden çıkış suyunun % 45,83'ünde, çamur kurutma yatağı çamurunun % 73,33'ünde ve nihai alan çamurunun ise % 27,5'inde parazit (helmit) yumurtası bulunmuştur. Bu çalışmaya göre gerek su ve gerekse çamur örneklerinde belirlenen parazit (helmit) yumurta düzeylerinin tarımsal amaçlı kullanılacak atıklar için belirlenen uluslararası yönetmeliklerdeki deşarj kriterlerinin üstünde olduğu saptanmıştır [Tepe ve diğ., 2006].

İki hastanenin atıksularında belirlenmiş bağırsak virüsleri ve atıksuyun moleküler karakterizasyonunu ölçülmüştür. Hastane atıksularından patojenik mikroorganizmaların çevredeki yayılım kaynaklarını anlatmıştır. Bu çalışmanın amacı akut gastroenterit virüslerin bulaşması ve hastane atıksu arıtma tesislerinde bulunan hepatitleri araştırmaktadır. Rotavirüs A insan adenovirüsler, norovirüs genogrup ve Hepatit A virüsleri iki kanalizasyon örneğinde de tespit edilmiştir. Bu virüslerin atıksu arıtma tesislerinin arıtma kapasitesine etki ederek kirlilik yükü oluşturduğu gözlenmiştir [Prado ve diğ., 2010].

Hastane atıksularının su ortamına etkilerini araştırmıştır. Literatür çalışmaları sonucunda hastane atıksularında patojenik mikroorganizmalara, radyoaktif elementlere, kimyasal etkileri olan toksik maddelere, ilaç atıklarına yüklü miktarda rastlanmıştır ve bu bileşiklerin bozulmadan atıksu arıtma tesislerini terk ettiği gözlenmiştir. Bu çalışmayla kanalizasyon sistemlerinde tespit edilen biyolojik, fizikokimyasal, ekotoksikolojik değerler ve bunların çevreye olan etkileri belirlenmiştir [Emanuel ve diğ., 2002].

Tayland'daki hastane atıksularının mikrobiyal ve ağır metal konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Bu çalışma ile birlikte hastane atıksuyundaki riskleri değerlendirmek için hastaneden atıksuyunda mikrobik ve ağır metal kirliliği üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma 2002 yılında 72 hastanede yapılmıştır. Aktif çamur ve oksidasyon hendeği atıksu arıtımında yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Hastanelerin üçte ikisinde bakterilerin standart değerlerini aşan patojen bakteri ve parazitler tespit edilmiştir. Hastane atıksularındaki ağır metallerden kurşun, krom ve kadmiyumun standart değerleri aşmadığı gözlenmiştir. Hastanelerin üçte ikisinin arıtılmış atıksularında standart seviyeleri aşan mikroorganizmalar bulunmuştur. Hastane atık sularındaki kurşun, krom ve kadmiyum seviyeleri kabul edilebilir bir aralıkta olduğu tespit edilmiştir [Danchaivijitr ve diğ., 2005].

Bu çalışmada Ordu da bulunan Gaga Gölünde mikrobiyolojik kirlilik araştırılmış ve Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım aylarında 5 m derinlikten yapılan örneklemelerle incelenmiştir. Bakteriyolojik kirlilik seviyesinin tespitinde membran filtre yöntemi

kullanılmış ve toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok sayımları yapılmıştır. Yüzey suyunda toplam koliform bakteri sayısı >1000 KOB-100 ml fekal koliform bakteri sayısı >11 ve <26 KOB-100 ml, fekal streptokok bakteri sayısı >2 ve <20 KOB-100 ml olarak bulunmuştur. 5 m derinlikte ise toplam koliform bakteri sayısı >1000 KOB-100 ml, fekal koliform bakteri sayısı >8 ve <24 KOB-100 ml, fekal streptokok bakteri sayısı >1 ve <13 KOB-100 ml arasında tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Kriterleri ile karşılaştırıldığında, Gaga Gölü'nün II. Sınıf su kalitesinde, az kirlenmiş su olduğu tespit edilmiştir [Koloren ve diğ., 2011].

Bu çalışma için Tayvan'da dört büyük şehirde dokuz hastane seçilmiştir. Her hastane de üç atıksu numunesi ve üç atık çamur örneği toplamıştır. Standart yöntem ile uygun su örneklerinde toplam koliform bakteri analizi gerçekleştirilmiştir. Total koliform, fekal koliform ve *Salmonella spp.* değerlerinin atık çamurda yüksek değerde olduğu gözlemlenmiştir. *Salmonella spp.* hastane atıksu çamurlarının % 37'sinde tespit edilmiştir. Bu nedenle patojenik mikroorganizmaları arıtmak için yeni sistemler geliştirilmelidir [Tsai ve diğ., 1998].

Bu çalışmanın amacı hastane atıksularının kombine bir biyolojik bozulma süreci (septik tank) ve Fenton reaksiyonu ile arıtma verimliliğini değerlendirmektir. Hastane atıksuları patojen mikroorganizmalarla dolu bir karışım olarak kabul edilmiştir. Bu mikroorganizmaların genetik yapısı, hastane atıksu bileşenlerinin doğrudan ve dolaylı etkileri ile değişebilir ve antibiyotige çok dirençli bakterilerin ortaya çıkmasına yol açabilir. Çevresel kirlenmeyi önlemek için hastane atıksuları arıtılmalıdır. Böylece, fosseptik biyodegradasyondan sonra laboratuvar ölçekli bir reaktör ile toplu Fenton reaksiyonu deneyleri yapılmıştır ve bu ardışık arıtmanın etkinliği KOİ, BOİ₅, ısıya ve toplam koliformlara göre fizikokimyasal-mikrobiyolojik zamanlı bir analiz ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar Fenton arıtma ile 120 dakika sonra BOİ₅ ve KOİ değerlerinin sırasıyla % 90,6 ve % 91,0 azaldığını ortaya koymuştur. 120 dakika arıtmadan sonra BOİ₅/KOİ oranı 0.46'dan 0.48'e değişmiştir. *Scenedesmus subspicatus* ve *Daphnia magna* ile yürütülen biyolojik testler ardışık arıtma sonrası hastane atıksu ekotoksikolojisinde önemli bir düşüş

göstermiştir ve bakteriyel giderme verimi % 100'e ulaşmıştır. Bu ardışık sistem kullanımıyla, çok dirençli bakteriler hastane atıksularından deşarj edilse dahi bu sistem sayesinde çevreye yayılmasını önleyecek bir sistem olarak açıklanmıştır [Berto ve diğ., 2009].

Bu çalışma, Hristiyan Tıp Koleji ve Hastanesi, Vellore, Tamil Nadu'da hastane atıksularının bertarafı için yürütölen arıtma seçenekleri araştırılmıştır. Fiziko-kimyasal bir çalışma örneğidir. Hastane atıkları, patojen mikroorganizmalar, kısmen metabolik farmasotik maddeler, radyoaktif elementler ve diğör toksik maddelerle yüklüdür. Bu tür atıklar, doğru bir şekilde arıtılmazsa doğal çevreye zarar verebilir ve biyolojik bir dengesizlik oluşturabilir. Kontrol için toplanan atıklar konvansiyonel parametreler ve koagölasyon deneylerine maruz kalmıştır. Ham ve yerleşmiş atık $FeCl_3$ ile koagüle edilip, süzölüp dezenfekte edilmiştir. Fiziko-kimyasal arıtma hastane atıksularının bertarafı için maliyeti etkin cazip bir seçenek olduğı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları bu alanda daha fazla ayrıntılı bir çalışma yapılması gerektiğini göstermiştir [Gaustam ve diğ., 2007].

Hastane atıksularında koagölasyon-flokölasyon ve flotasyon ön arıtma prosesleri ile değeriendirilmiştir. Koagölasyon-flokölasyon testleri sürekli bir pilot ölçekli tesiste Jar-Test cihazı ile yapılmıştır. Birleşik koagölasyonla flotasyon sürecinde ön arıtma sırasında toplam askıda katı madde giderimi (AKM) ortalama % 92 giderme verimine ulaşmıştır. Bu da etkili bir giderim verimi olduğunu göstermektedir. Fakat flotasyon prosesinin kullanımı sonucu genel verimliliğini artırmasına rağmen koagölasyon-flokölasyona göre daha az giderim verimi elde edilmiştir. Sonuç olarak; hastane atıksularının ön arıtma için uygun prosesler olduğı tespit edilmiştir [Suarez, ve diğ., 2009].

Bu çalışmada hastane atıksularının insan sağlığı açısından riskleri araştırılmıştır. Hastane atıksuyu, doğal sucul ekosistemler, kirlilik, çevre ve insan için önemli bir sağlık sorunudur. Dezenfektanlar, ilaç radyonüklidler ve solventler, tıbbi amaçlar ve araştırma hastanelerinde yaygın olarak kullanılırlar. Bu maddelerin bazıları hastane atıkları ile birleşip, belediye kanalizasyon şebekesine ulaşmaktadır. Bazı gelişmekte

olan ülkelerde, hastane atıksuları genellikle difüzyon kuyuları ile donatılmış septik tanklara deşarj edilmektedir. Hastane faaliyetlerden kaynaklanan kimyasal bileşiklerin doğal ortama deşarjı, su kaynaklarında kirlilik ve insan sağlığı için risklere yol açabilir. Port-au-Prince’de bir hastane atıksularında, COD, kloroform, diklorometan, dibromoklorometan, dichlorobromomethane ve bromoform içeriği ölçüldü. Ayrıca, ağır metaller (krom, nikel ve kurşun) ve fekal koliformlar varlığı incelenmiştir. Maksimum konsantrasyonlar fekal koliformlar 700 NPP/100 ml ve 112 mg/L KOİ olduğu tespit edilmiştir. Septik tankların kullanıldığı yerlerde yer altı sularında Pb (II), Cr (III), Cr (VI) ve Ni (II) değerlerine bakılmış özellikle Ni (II) konsantrasyonun yüksek olması nedeniyle kimyasal riskler tespit edilmiştir [Emmanuel, 2009].

Hastane atıksuları birçok kimyasal bileşiklerin kaynağını temsil eder. Çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sebep olabilirler. Son yıllarda gözlenen kanser vakalarındaki artışa, atıksularda bulunan bazı genotoksik maddelerin neden olduğu söylenebilir. Toksisite ve genotoksisite gibi biyolojik testleri kirlilik riski çalışmak için kullanılabilir. Bu çalışmada bir üniversite hastanesinde atıksuların genotoksik potansiyelini değerlendirmek için SOS chromotest ve Salmonella dalgalanma testi yapılmıştır. 1 Mayıs 2001 ve Nisan 2003 tarihleri arasında altı haftalık periyotlarda numuneler alınmıştır. 38 örnekten 31’inde (% 82) pozitif bulunmuştur. İki genotoksisite testlerinin de farklı hassasiyetleri vardır. Bu çalışmada vurgulanan örnekleme süresi ne olursa olsun, Pazartesi günü alınan örnekler her zaman en az bir tayininde genotoksik etki saptanmıştır. Bu çalışma sonucu hastane atıksularında çok sık genotoksik etki olduğunu saptanmıştır [Jolibois, 2006].

Bu çalışmada; hastane atıksularıyla kentsel kanalizasyon sistemine yayılan bakterilerin dezenfektanlara olan direncini araştırılmıştır. Buenos Aires hastanesinin atıksuyunda Heterotrof bakteri CFU, fekal indikatör bakteriler, *Pseudomonas sp.*, *Staphylococcus sp.* miktarlarına bakılmıştır. Dezenfektan kullanıldıktan sonra, bu ürünlerin atıksudaki kalıntı miktarları, hastane atıksularında hayatta kalan bakteri türleri ve miktarlarına bakılmıştır. Bakterilerin dezenfektanlara karşı direncinin son yıllardaki araştırmalarda arttığı gözlemlenmiştir.

Hastane atıksuyuna glutaraldehid, klorheksidin ve povidon-iyot gibi daha sık kullanılan dezenfektanların uygulanması ve bakteri direnci daha sonra değerlendirilmiştir. 10^3 ve 10^6 arasında klorheksidin dirençli bacteria/100mL örneklerde tespit edilmiştir. Diğer dezenfektanlara karşı dirençli bakteriler 10^3 ve 10^4 /100 ml arasında değişmekte olduğu tespit edilmiştir. Dezenfektana karşı dirençli bakteri nüfusu, özellikle *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus spp.* ve hastane enfeksiyonları ile ilişkili olan *Bacillus spp.* olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, özellikle dezenfektan seçiminde bakteriyel direncin, seçim sürecinde önemli olduğunu göstermektedir [Nunez ve diğ., 2007].

Çin’de, 2008 yılında hastanelerin sayısındaki artışla birlikte hastanelerin ürettiği atıksu miktarı $1,29 \times 10^6$ m³/d’ye ulaşmıştır. Membran Biyoreaktör (MBR) teknolojisi, mevcut atıksu arıtma sistemleri ile karşılaştırıldığında, patolojik mikroorganizmaların arıtımında daha verimli bir sistem olduğu tespit edilmiştir. Son 8 yılda, 50 den fazla MBR tesisleri 20 ile 2000 m³/d arasında değişen kapasiteye sahip hastane atıksularının arıtımı için inşa edilmiştir. MBR etkili dezenfektan tüketiminden (1,0 mg/L klor azaltabilir) tasarruf edildiği tespit edilmiş, reaksiyon süresi (yaklaşık 1,5 dakika, konvansiyonel atıksu arıtma sürecinin % 2,5-5) kısalmış ve iyi bir mikroorganizma inaktivasyon elde edilir. MBR sayesinde yüksek dezenfektan etkinliği ve daha az dezenfeksiyon yan ürünlerinin (DBPs) oluşmasına neden olur. Bunun sonucunda MBR santrallerinin kapasitesi 20 den 1000’e m³/d yükselmiştir. Bu onların işletme maliyetinin ciddi oranda azalmasına sebep olmuştur [Liu ve diğ., 2009].

Bu çalışmada; Sivas kentinde bulunan hastanelerin atıksu miktar ve özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca elde edilen bu sonuçlardan, çalışma kapsamında incelenen veya benzer özellikteki hastanelerin atıksularının arıtılması için yapılacak arıtma tesislerinin tasarımında kullanılabilecek değerlere ulaşılmaya çalışılmıştır. Her bir hastane için belirli periyotlarda alınan 24 saatlik kompozit ve iki saatlik anlık numuneler üzerinde KOİ, BOİ₅, AKM, Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), Toplam Fosfor (TP), Sülfür, Fenol, çeşitli ağır metal ve metal iyonlarının analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, hastane atıksularının genellikle orta-

kuvvetli evsel atıksuya benzer nitelikte olduğu belirlenmiştir. Ancak, bu suların kirlilik miktarlarında günlük ve mevsimsel değişimlerin söz konusu olması nedeniyle, hastane atıksularının arıtılması için yalnızca biyolojik arıtma birimlerinin kullanılmasının yeterli olamayacağı düşünülmektedir. İnceleme kapsamındaki hastanelerin atıksu miktarlarının gün içerisindeki salınımlarının belirlenebilmesi amacıyla, iki hastanede ayrıntılı debi ölçümleri yapılmıştır. Bu debi ölçümleri aynı zamanda teorik olarak belirlenen atıksu miktarlarının doğruluğunun test edilmesinde kullanılmıştır. Yapılan bu ölçüm ve analizler yardımıyla, inceleme kapsamındaki hastanelerin tasarım debileri ve kirlilik yükleri belirlenmiştir. Ayrıca Türkiye’deki hastaneler için, arıtma tesislerinin tasarım debilerinin teorik olarak hesaplanmasında faydalanılacak kişi başına su kullanım miktarlarının ve yatak başına kirlilik yüklerinin tahminine çalışılmıştır [Altın ve diğ., 1999].

Benin Üniversite Hastanesinde hastane atıksularında bakteriyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin alıcı ortama etkileri araştırılmıştır. Standart mikrobiyolojik teknikler kullanılarak bakteriyolojik parametrelere bakılmıştır. Bakteriyolojik parametreler incelendiğinde toplam heterotrof bakteri 1.9×10^7 ve 8.3×10^{12} cfu/ml arasında değişmektedir. İzole ve karakterize sekiz bakteri cinsi (*Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Serratia*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Proteus* ve *Bacillus*) tespit edilmiştir. Hastane atıksuyunda en çok rastlanan bakteri cinsi *Klebsiella*, *Pseudomonas* ve *Serratia* olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle bu tür atıkların alıcı ortama desarj edilmesi hava, su ve toprağın kirlenmesine neden olmaktadır. Bu durumda insan sağlığı açısından önemli bir risk oluşturmaktadır [Ekhaïse ve diğ., 2008].

Hastane atıksuları özellikle kan, vücut atıkları, ilaçlar, kimyasallar, tıbbi cihaz atıkları, radyoaktif maddeler nedeniyle diğer evsel atıklardan farklılıklar göstermektedir. Hastanelerde ki kurullar bu atıklarla mücadele kararları alınsa da bunun yeterli olduğunu söylemek zordur. Hastane atıksularındaki kirliliğin mutajenik etkisi, yani DNA üzerinde bozukluk yapıcı etkisi üzerine Türkiye’de bir çalışma yapılmamıştır. Bu noktalardan yola çıkılarak, belirlenen ve atıklarının biyolojik arıtmaya tutulmadığı bilinen 3 hastane belirlenmiş, atıksu örnekleri alınıp, bir

evaporatör yardımıyla konsantre edilmiş, daha sonra üç değişik organik çözücü yardımıyla çözülerek "AMES" test yöntemi (*Salmonella sp.*/Mikrozom Mutajenite Test Sistemi) için hazır hale getirilmiştir. Bu test sistemi, çeşitli maddelerin DNA üzerindeki mutajenik etkisini tespit için özel olarak hazırlanmış *Salmonella typhimurium* TA98 ve NTA100 suşlarını model sistem olarak kullanılmıştır. Genel olarak bakıldığında Çapa'da % 50, Haseki'de % 56 ve Vakıf Gureba 'da % 61 oranında genotoksisite oranları elde edilmiştir. Bununla birlikte pek çok değerin mutajenite değerlerine çok yakın olması da dikkat çekicidir. Sonuçlar, hastane atıksularındaki toplam kirliliğin mutajenik etkisi hakkında önemli bilgiler vermektedir. Yöntem, hastane atıksularındaki kirliliğin mutajenitesinin izlenmesinde yeni bir yaklaşım teşkil etmektedir [Atasoy, 2009].

Bu çalışmada Tokat ilinde içme suları koliform bakteriler yönünden bir araştırma yapılmıştır. Bu tür kirleticilerin içme suyuna bulaşma nedenleri üzerine bir araştırma yapılmıştır. 2005 yılına ait Tokat ili Halk Sağlığı Laboratuvarına gönderilmiş 2495 içme suyu örneği incelenmiştir. Bu örnekler çoklu tüp yöntemi ile değerlendirilmiş ve inceleme sonucunda 2153'ü (% 87,3) içmeye uygun bulunurken, 342'si (% 12,7) içmeye elverişsiz bulunmuştur. Bu durum, tüm su örneklerine oranlandığında patojen etken olarak 119'unda (% 34,7) ısıya toleran *E. coli* (fokal koliform), 223'ünde (% 65,3) total koliform tespit edilmiştir. Bu inceleme sırasında koliform kontaminasyon durumunun yılın belirli aylarına göre değişkenliği de izlenmiş ve bu açıdan bazı aylarda artış gözlenmiştir. Bu nedenle; kanalizasyona dahil edilen hastane atıkları ile içme ve kullanma sularına kanalizasyon vasıtası ile olan sızıntılar, epidemiler oluşturabileceği gibi toplumun genel sağlığı içinde büyük bir tehdit oluşturduğu tespit edilmiştir. Çözüm olarak kurulacak arıtma tesisi ile sisteme verilen tüm atıksuyun arıtımının sağlanması ve genel su dağıtım sistemlerinin belirli periyotlarla kontrolüne dikkat edilmesi gerekliliği tespit edilmiştir [Avcı ve diğ., 2006].

4. MATERİYAL VE METHOD

4.1. Çalışma Alanı

Bu tez çalışması, 2005 yılında hizmete girmiş olan 350 yataklı S. B. Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi Merkez Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Hastane 350 yatak kapasiteli Ankara'nın Keçiören ilçesinde hizmet veren Sağlık Bakanlığına bağlı bir eğitim ve araştırma hastanesidir. 252 doktor, 457 yardımcı sağlık personeli ve 430 diğer yardımcı personel olmak üzere 1139 kişi çalışmaktadır. 9 ameliyathane odası, 3 yoğun bakım ünitesi (genel yoğun bakım ünitesi, yenidoğan, yoğun bakım ünitesi ve dahili yoğun bakım ünitesi toplam 39 hasta yatağı) mevcuttur. Patoloji, Radyoloji, Biyokimya ve Mikrobiyoloji laboratuvar dallarında ileri teknolojik uygulamalarla hasta ve numuneler değerlendirilmektedir (Resim 4.1).



Resim 4.1. S.B. Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Hastane merkez laboratuvarında, aylık ortalama 200 bin biyokimyasal ve serolojik test, 20 bin kültür ve manuel test yapılmaktadır. Merkez laboratuvarlarda yer alan Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi laboratuvarın tıbbi atıklarının

nötralizasyon ve dezenfeksiyonunu sağlamak amacıyla 2009 yılında kurulmuştur. Bu dezenfeksiyon ve nötralizasyon sistemi, merkez laboratuvarında kurulumu bulunan tüm cihazların atıksuları ve bakteriyoloji laboratuvarının boya, serolojik testler ve idrar laboratuvarının lavabo atıksularını toplamaktadır (Resim 4.2).



Resim 4.2. Keçiöğren Eğitim ve Araştırma Merkezi Laboratuvarı

4.2. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi

Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi; kan, idrar analizleri, tıbbi olarak enfekte ve bulaşıcı hastalıklara yol açan sıvıların güvenli bir şekilde dezenfekte edilmesini ve nötralizasyonunu sağlayarak kanalizasyon sistemine verilmesini sağlamaktadır. Türkiye’de ilk defa ve tamamen yerli sermaye ile oluşturan sistem, hiç bir insan müdahalesine ihtiyaç duymadan tam otomatik olarak tasarlanmıştır (Resim 4.3).



Resim 4.3. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi

Sistem ana ünite, toplanan sıvıları ulaştıran depolar, havalandırma ve sıvı ulaştırma hattından oluşmaktadır. Hastalıkların önüne geçmek için klor sistemi kullanılarak geliştirilen sistemde tanklar doğal arıtma yaparak virüs ve bakterilerden arındırmanın (dezenfeksiyon) yanısıra ağır metalleri de ek bir uygulamaya gerek kalmaksızın önleyerek direk atıklarla kanalizasyon sistemine atılmaktadır. Sistemde klorinizasyonun yanı sıra bakteriyoloji ve idrar laboratuvarı lavobalarının bağlı olduğu tank girişlerinde ve dezenfeksiyon-nötralizasyon işleminin uygulandığı ana tank giriş ve çıkışlarında 0,22 µm por çaplı membran filtreler kullanılarak bakterilerin tutulması ve olası bakteriyel kontaminantlar ile oluşabilecek çevresel kirliliğin önlenmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen bu yeni sistem ile ağır metaller, bakteri, virüs gibi bulaşıcı hastalık yapan mikroorganizmaların toprağa ve doğaya karışması önlenerek toplumsal halk sağlığı korunmaktadır. Her gün milyonlarca litre sıvı tıbbi atığın deniz, akarsu ve yeraltı sularına karıştığını düşünürsek bu sistemin hastane laboratuvarlarında kullanılmasının ne derece önemli bir yatırım olduğu ortaya çıkmaktadır.

4.3. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi Çalışma Prensibi

Laboratuvarda bulunan otoanalizör cihazlarının (biyokimya otomatik analiz cihazları) atık çıkışları bu çıkışlara bağlı ara toplama tanklarıyla ayrı ayrı depolanır (Resim 4.4).



Resim 4.4. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi ara toplama tankı

Her tank birbirinden bağımsız şekilde belirli seviye aralıklarında çalışmaya tasarlanmış olup, seviyesini dolduran tank içinde bulundurduğu atığı ana toplama tankına otomatik olarak aktarır. Atıksuların toplandığı kapalı devre kanal sistemi Resim 4.5 ve Resim 4.6’da gösterilmiştir.



Resim 4.5. Laboratuvar sıvı atıklarını toplayarak sisteme veren giriş boruları



Resim 4.6. Laboratuvar sıvı atıklarını toplayarak sisteme veren çıkış boruları

Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi’nin proses akım şeması Şekil 4.1’de verilmiştir.



Resim 4.7. Enfekte sıvı atık ana toplama tankı

Kontrol ünitesi atık sıvının pH'ını ölçerek depoya, asit dozaj pompasını çalıştırarak asit solüsyonu pompalamaya başlar. Sirküle olan atık sıvı, belirlenen düşük pH sınırına gelene kadar bu işlem devam eder (Resim 4.8).



Resim 4.8. Asit-baz solüsyonu tankları

Sınıra gelen düşük pH'lı atık sıvı, belirli bir süre sirküle edildikten sonra kontrol ünitesi bazik pompasını çalıştırarak atık sıvıya bazik solüsyon pompalamaya başlayarak dezenfeksiyon moduna geçmiş olur. Atık sıvı içerisinde oluşabilecek birleşik maddelerin nötralize (istenilen pH değer aralığı 6,5 - 7,5) olması sağlanır, bu değerlerin üstünde ve altındaki saptamalarda kontrol ünitesi yukarıda belirtilen işlemleri stabilize olana kadar otomatik olarak tekrarlamaktadır (Resim 4.9).



Resim 4.9. pH ve sistem kontrol ekranı

Sirkülasyon valfinin ön tarafında bulunan karbon filtresi sayesinde atıksudaki ağır metallerinde giderilmesi sağlanmaktadır. İstenilen pH değer aralığı 6,5 ile 7,5 arasında stabilize olduğu zaman kontrol ünitesi sirkülasyon valfini kapatarak çıkış valfini açmaktadır. Çıkış valfinden çıkan atıksular kanalizasyon şebekesine verilmeden önce son bir defa da membran bakteri filtrasyonundan geçmektedir (Resim 4.10). Böylece dezenfekte ve nötralize olmuş laboratuvar atıksuyu güvenli bir biçimde kanalizasyon şebekesine deşarj edilmektedir.



Resim 4.10. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi bakteri filtreleri

4.4. Örnek Alımı

Çalışmada hastanenin Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi'ne giriş ve çıkış bölgelerinden ayda bir kez olmak üzere 5 ayrı giriş ve çıkış suyu örneğinden numunelere alınarak analiz edilmiştir.

Şebeke suyunda bulunan klor bakteri üremesini inhibe ettiğinden, sudaki kloru nötralize edebilmek için örnekler alınmadan önce 0,1 ml % 1,8 oranında Na Tiyosülfat örneklerin alınacağı şişelere ilave edilmiştir. Steril edilen şişelere steriliteletlerinin bozulmamasına dikkat edilerek Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi giriş ve çıkışlarından 100 ml su örneği alınmıştır. Su örnekleri alındıktan sonra en fazla 3 saat içinde işleme alınarak uygun besiyerlerine ekilmiştir.

4.5. Örneklerin Hazırlanması

Alınan su örneklerindeki toplam bakteri sayısının tespit edilebilmesi için örnekler 3 saat içerisinde 0,22 µm por çaplı membran filtre ile süzülerek yoğunlaştırma işlemi yapılmıştır. Membran filtreler 10 ml serum fizyolojik içinde süspanse edilerek minimum 3 kez beşer dakika vorteklenmiştir. Hazırlanmış olan süspansiyondan 1 ml alınarak önce direkt besiyerlerine ekimi yapılmıştır. Ardından 1 ml örnek alınarak 9 ml triptik soy borth besiyeri içeren tüplere aktarılması suretiyle 6 seri onluk dilüsyonları yapılmıştır (10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 dilüsyon).

4.6. Örneklerin Ekimlerinin Yapılması

Alınan su örneklerindeki toplam bakteri sayısının tespit edilebilmesi için 6 seri dilüsyon yapılarak hazırlanan her bir triptik soy broth besiyerinden 1 ml alınıp % 5 koyun kanlı agara ekimi yapılmıştır

Ekimi yapılan besiyerleri 37 °C'de 24-48 saat aerobik ortamda inkübasyona bırakılmıştır.

Ayrıca bakteriyel çeşitliliğin tespiti için % 5 koyun kanlı agar besiyerinin yanısıra selektif besiyerlerine de ekim yapılmıştır. Bu amaçla enterik bakterilerin tespiti için Eozin metilen blue agar, enterokokların tespiti için 100 mg/mL azid içeren safra eskülin agar, *Salmonella spp.*- *Shigella spp.* için Hektoen Enterik agar ve kromojenik *Salmonella plus* agar, olası mantar üremelerini saptayabilmek için Sabouraud dekstroza agara, ayrıca *Pseudomonas spp.* için spesifik kromojenik *Pseudomonas* agar, *E. coli*

için kromojenik *E. coli* agara kantitatif yöntem ile ekimler yapılmıştır. Ekimi yapılan besiyerleri 37 °C’de 24-48 saat aerobik ortamda inkübasyona bırakıldı. Besiyerleri inkübasyon süresinin 24. ve 48. saatlerinde değerlendirilmiştir. Kullanılan besiyerleri, hazırlanmaları aşağıda belirtilmiştir.

% 5 Koyun Kanlı Agar:

Koyun kanlı agar (Sheep blood agar, KKA) (Merck), bakteri kültürü için kullanılan genel üretim amaçlı bir besiyeridir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Koyun kanlı agar kullanılan madde ve miktarı

Kullanılan madde	Miktar
Nutrient substrate (heart extract and peptones; kalp ekstraktı ve peptonlar)	20 gr/L
NaCL	5 gr /L
Agar-agar	15 gr /L
Distile su	1000 ml

Hazırlanışı:

1. Dehidrate besiyerinden 40g/L olacak şekilde tartılarak distile suda çözülünceye kadar karıştırılmış.
2. 121 °C’de 15 dk tutulup sterilize edilmiştir,
3. 50 °C’ye soğutulur ve % 5-7 defibrine koyun kanı eklenmiş.
4. Petri plaklarına dağıtılıp, oda ısısında katılaşmaya bırakılmıştır.

Eozine Metilene Blue Agar:

In vitro (canlı hücre dışında) yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde, *Enterobacteriaceae* familyasının patojen üyeleri ve koliform grup bakteriler için selektif katı besiyeri olarak kullanılır. Besiyerindeki boyalar, başta Gram pozitif bakteriler olmak üzere refakatçi floranın gelişimini baskılar. Bu besiyeri, bileşimindeki laktoz ve sakkaroz nedeni ile asıl olarak her iki karbohidrat

bakımından da negatif olan *Salmonella* ve *Shigella* 'nın ayrımı için geliştirilmiş olmakla beraber, yaygın olarak koliform grup bakteri sayımında ve *E. coli* tanımlanmasında kullanılmaktadır. 35–37 °C’da 24 saat inkübasyon sonunda saydam, amber renkli koloniler *Salmonella* ve *Shigella* gibi *Laktoz* ve *Sükroz negatif* bakterileri, menekşe renkli ve yansıyan ışıkla yeşilimsi metalik parlak görülen koloniler *E. coli*’yi, pembe-menekşe renkli, mukoid, gri kahverengi merkezli koloniler *Enterobacter spp.*, *Klebsiella spp.* ve diğer koliformları göstermektedir. Metalik parlaklığın izlenebilmesi için sürme ya da yayma yöntemi ile ekim yapılmalıdır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Eozine metilene blue agar kullanılan madde ve miktarı

Kullanılan madde	Miktar
Peptone	10 gr/L
K ₂ HPO ₄	2 gr /L
Laktoz	5 gr /L
Sükroz	5 gr /L
Eosin Y yellowish	0,4 g/L
Methylene Blue	0,07 g/L
Agar-agar	13,5 gr /L
Distile su	1000 ml

Hazırlanışı:

1. Dehidrate besiyerinden 36g/L olacak şekilde tartılarak distile suda çözülünceye kadar karıştırılır.
2. 121 °C’de 15 dk tutulup sterilize edilmiş,
3. 45-50 °C’ye soğutulmuş.
4. Petri plaklarına dağıtılıp, oda ısısında katılaşmaya bırakılmıştır.

Safra Esculin Agar:

Klinik ve klinik olmayan örneklerden fekal streptokokların (grup D) izolasyonu ve

sayımı için seçici bir besiyeridir. Besiyerinde üreyen ve rengi siyahlaşan koloniler enterokok açısından ileri identifikasyon ile değerlendirilmelidir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Safra esculin agar kullanılan madde ve miktarı

Kullanılan madde	Miktar
Yeast extract	3 gr / L
Kazein	17 gr/L
Pepton	3 gr /L
Yeast extract	5 gr / L
NaCl	5.5 gr /L
Escülin	1 g/L
Ammonium iron(III) citrate	0,5 g/L
Ox bile (safra tuzu)	10 gr / L
Sodium azide	0,15 gr /L
Agar-agar	13 gr /L
Distile su	1000 ml

Hazırlanışı:

1. Dehidrate besiyerinden 54,65 g/L olacak şekilde tartılarak distile suda çözülünceye kadar karıştırılmıştır.
2. 121 °C’de 15 dk tutulup sterilize edilmiştir,
3. 45–50 °C’ye soğutulmuştur,
4. Petri plaklarına dağıtılıp, oda ısısında katılaşmaya bırakılmıştır.

Hektoen Enterik Agar:

In vitro (canlı hücre dışında) yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde *Salmonella* ve *Shigella* belirlenmesi için selektif katı besiyeri olarak kullanılır. Besiyeri bileşimindeki safra tuzları, çoğu refakatçi floranın gelişimini engeller. Tiyosülfat, hidrojen sülfür pozitif kolonilerin siyahlaşmasını sağlar. Bileşimdeki 2 farklı pH indikatörü (bromothymol blue ve acidic fuchsin) yardımı ile laktoz pozitifler, negatiflerden rahatlıkla ayrılmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Hektoen enterik agar kullanılan madde ve miktarı

Kullanılan madde	Miktar
Peptone	15 gr/L
NaCl	5 gr /L
Yeast extract	3 gr / L
Laktoz	14 gr /L
Sükroz	14 gr /L
Salicin	2 g/L
Na ₂ S ₂ O ₃	5 gr /L
Ammonium iron(III) citrate	1,5 gr /L
Bile salt mixture	2 gr / L
Bromothymol blue	0,05 g/L
Acidic fuchsin	0,08 g/L
Agar-agar	13,5 gr /L
Distile su	1000 ml

Hazırlanışı:

1. Dehidrate besiyerinden 75g/L olacak şekilde tartılarak distile suda çözülünceye kadar karıştırılmıştır.
2. Bu besiyeri otoklavlanmaz. Sterilizasyon, kaynar su banyosunda besiyerini eritirken yapılmıştır.
3. 45–50 °C'ye soğutulmuştur.
4. Petri plaklarına dağıtılıp, oda ısısında katılaşmaya bırakılmıştır.

Saboraud Dextroz Agar:

In vitro (canlı hücre dışında) yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde, maya ve küflerin geliştirilmesinde katı besiyeri olarak kullanılır. Özellikle dermatofitlerin izolasyonu, geliştirilmesi ve tanımlanmasına uygun olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Saboraud dextroz agar kullanılan madde ve miktarı

Kullanılan madde	Miktar
Peptone	10 gr/L
D(+) Glucose	40 gr /L
Agar-agar	15 gr /L
Distile su	1000 ml

Hazırlanışı:

1. Dehidrate besiyerinden 65g/L olacak şekilde tartılarak distile suda çözülünceye kadar karıştırılmıştır.
2. 121 °C’de 15 dk tutulup sterilize edilmiştir
3. 45–50 °C’ye soğutulmuştur.
4. Petri plaklarına dağıtılıp, oda ısısında katılaşmaya bırakılmıştır.

Kromojenik Besiyerleri:

Kromojenik besiyerleri ticari olarak (Chromoagar) elde edilmiştir.

4.7. Üreme Saptanan Besiyerlerinin Değerlendirilmesi

Toplam Bakteri Sayımı

Seri dilüsyon ile hazırlanmış olan örneklerin ekildiği kanlı besiyerleri 24. ve 48. saatlerde değerlendirilerek üreyen bakterilerin tamamı 2 kere sayılmıştır. Sayımı yapılamayacak kadar yoğun üreme olan plaklar >100 koloni olarak değerlendirilmiştir. Sayımı yapılabilen plaklar ise koloni sayısı X dilüsyon oranı olarak sonuç vermiştir. Üremenin saptandığı en yüksek dilüsyon tüpü X koloni sayısı toplam bakteri sayısı olarak kaydedilmiştir.

Bakteri Çeşitliliğinin Saptanması

Bu amaçla kantitatif olarak ekimi yapılmış besiyerleri 24. ve 48. saatlerde değerlendirildi. Üreyen bakteriler streomikroskop altında incelenerek farklı görülen tüm koloniler % 5 koyun kanlı agara ve Gram negatif bakteri üremelerini tespit edebilmek amacıyla Eozin metilen blue agar besiyerine pasajlanarak subkültürleri yapılmıştır. Aynı zamanda farklı görülen tüm bakterilerin Gram boyaları yapılarak değerlendirmeye alınmıştır.

4.8. Üreyen Bakterilerin İdentifikasyonu

Üreyen bakterilerin identifikasyonu için aşağıdaki testler uygulanmıştır.

Gram Boyama

Kültürde üreyen bakterilerden bir damla serum fizyolojik damlatılan lama yayılarak preparatları hazırlanmıştır. Alevden geçirilerek tespit edildikten sonra sırası ile;

- Kristal viyole boyası damlatılıp 1 dakika beklendi. Su ile yıkanmıştır.
- İyot-lugol çözeltisi damlatılıp 1 dakika beklendi. Su ile yıkanmıştır.
- Preparatın üzerine % 96'lık etil alkol çözeltisi damlatılarak 15-30 saniye beklenip, su ile yıkanmıştır.
- Karşıt boya olarak safranin damlatılır ve 40-50 saniye bekletilmiştir. Preparat su ile yıkanarak havada kendi halinde kurumaya bırakılmıştır.

Mor renkli bakteriler Gram pozitif, pembe-kırmızı renkli bakteriler ise Gram negatif olarak değerlendirildi.

Katalaz testi

Gram pozitif bakteriler için uygulanmıştır. Lam üzerine bir miktar bakteri koyularak üzerine 1-2 damla % 3'lük hidrojen peroksit (H_2O_2) damlatılmıştır. Hava kabarcıkları

oluşturan suşlar katalaz pozitif (*Staphylococcus spp.*), oluşturmayan suşlar negative (*Streptococcus spp.*) olarak değerlendirilerek ileri identifikasyona alınmıştır.

Oksidaz Testi

Gram negatif bakteriler için uygulanmıştır. Bactident Oksidaz (Merck) test stribi üzerine eküvyon çubuk ile bolca alınan bakteri sürülmüştür. İlk 10 sn içinde oluşan mor renk pozitif olarak kabul edilmiştir. Daha geç pozitiflikler ve renk oluşturmayan suşlar oksidaz negatif kabul edilmiştir. Suşlar ileri identifikasyon işlemine alınmıştır.

Otomatize Bakteri İdentifikasyon (Vitec 2 Compact Sistem)

Gram boyama, Gram pozitif bakteriler için katalaz ve Gram negatif bakteriler için oksidaz testi uygulanarak ön bilgi edinilen bakterilerden steril tüplerde bakteri süspansiyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonların Densicheck (BioMerieux) kullanılarak bulanıklık ayarları Mc Farland 0,5 ayarına getirilmiş;

Gram pozitif bakteriler için; Vitec 2 GP kart,
Gram negatif bakteriler için; Vitec 2 GN kart

Kullanılarak Vitec 2 Compact (Biomerieux) otomatize sistem ile ileri identifikasyon işlemi uygulanmıştır. Bakteriler cins ve tür düzeyinde tanımlanmıştır [Elmer ve diğ., 1992].

4.9. ELISA Testleri

4.9.1. Rubella IgM, CMV IgM, Toksoplasma IgM

Rubella virüs, *Cytomegalovirus*, *Toksoplasma gondii*'ye karşı oluşan spesifik IgM'in kantitatif tespitine dayalı ELISA testleri kemilüminesans immunoassay (CLIA) yöntemi ile çalışılmıştır.

Bu yöntemin çalışma prensibi: İlk inkübasyonda örnekte Rubella, CMV, Toksoplasma IgM antijeni varsa solid faza (insan IgM'sine karşı geliştirilen monoklonal fare IgG'i kaplanmış manyetik partiküller) bağlanır. İkinci inkübasyonda ise; solid faza tamamen bağlanarak isoluminol bağlı antijen-antikor kompleksi oluşur. Üçüncü inkübasyonda ise kemilüminesans reaksiyon oluşturacak substrat eklenerek oluşan ışıma ölçülerek değerlendirme yapılır.

4.9.2. HBsAg (Hepatitis B yüzey antijeni)

HBsAg'nin kalitatif tespiti için kullanılan yöntem, direkt sandviç kemilüminesans immünoassay (CLIA) metodudur.

Bu yöntemin çalışma prensibi: İlk inkübasyonda örnekte HBsAg varlığında, HBsAg'e karşı oluşturulmuş monoklonal fare IgG kaplı manyetik partiküle (solid faz) bağlanır. İkinci inkübasyonda ise oluşan bağlanmış kompleksin üzerine, isoluminol derivatı bağlanmış, HBsAg'e karşı oluşmuş poliklonal koyun antikorları (isoluminol-antikor konjugat) eklenir. Herbir inkübasyon sonrasında bağlanmamış materyal bir yıkama döngüsü ile uzaklaştırılır. Üçüncü inkübasyonda ise kemilüminesans reaksiyon oluşturacak substrat eklenerek oluşan ışıma ölçülerek değerlendirme yapılır.

4.9.3. HAV IgM (Hepatitis A virus)

Bu test HAV IgM'in direkt kalitatif tespitine dayalı, antikor yakalama kemilüminesans immünoassay (CLIA) metodu ile çalışılmıştır. Manyetik partiküllerin kaplanması (katı faz) için insan HAV IgM'e karşı oluşmuş fare monoklonal IgG kullanılır ve oluşan bu monoklonal antikor isoluminol türevine bağlanır (isoluminol-antikor konjugatı).

Bu yöntemin çalışma prensibi: İlk inkübasyonda örnekte HAV IgM varlığında, HAV'e karşı oluşturulmuş monoklonal fare IgG kaplı manyetik partiküle (solid faz) bağlanır. İkinci inkübasyonda ise antikor konjugatı henüz eklenmiş olan HAV

antijeni ile reaksiyona girer ve böylece meydana gelen immun kompleks katı faza bağlanmış olan IgM ile reaksiyona girer. Her bir inkübasyon sonrasında bağlanmamış materyal bir yıkama döngüsü ile uzaklaştırılır. Üçüncü inkübasyonda ise kemilüminesans reaksiyon oluşturacak substrat eklenerek oluşan ışıma ölçülerek değerlendirme yapılır.

4.9.4. Anti-HIV

Test, biri anti-HIV tespiti ve diğeri p24 antijeni tespiti için olmak üzere, iki farklı reaktif kullanır. HIV'e karşı spesifik antikorların kalitatif tespiti için kullanılan yöntem, antijen sandviç kemiluminesans immünoassaydir (CLIA). Manyetik partiküllerin (katı faz) kaplanması için HIV-1, HIV-1 grup O ve HIV-2 antijenleri kullanılmaktadır ve bir isoluminol türevine bağlanmaktadır (isoluminol-antijen konjugatı). Birinci inkübasyon sırasında, örneklerin içerisinde bulunan HIV antikorları katı faza bağlanır. İkinci inkübasyon sırasında, bir isoluminol türevine (isoluminol-antijen konjugatı) bağlı olan HIV-1 ve HIV-2 antijenleri katı faza önceden bağlı olan HIV antikorları ile reaksiyona girer. Her bir inkübasyon sonrasında bağlanmamış materyal bir yıkama döngüsü ile uzaklaştırılır. Sonrasında, başlatıcı reaktifleri (substrat) eklenerek anlık kemiluminesans reaksiyonu uyarılır. Oluşan ışık sinyali ölçülerek değerlendirilir. HIV p24 antijeni kalitatif tespiti için yöntem, p24'e karşı monoklonal antikorların kullanımına dayanan sandviç kemiluminesans immünoassaydir (CLIA). Birinci inkübasyon sırasında HIV p24 antijenine karşı farklı olarak konjuge olmuş monoklonal antikorlar (biyotinle ve bir isoluminol türeviyle konjuge) örneklerle karıştırılır. Streptavidinle kaplanan manyetik partiküller (katı faz) ikinci inkübasyonda eklenir. İkinci inkübasyon sonrasında, bağlanmamış materyal bir yıkama döngüsü ile uzaklaştırılır. Sonrasında, başlatıcı reaktifleri (substrat) eklenerek anlık kemiluminesans reaksiyonu uyarılır. Oluşan ışık sinyali ölçülerek değerlendirilir.

4.9.5. Anti-HCV

Hepatit C virüsüne (HCV) karşı spesifik IgG'nin kalitatif tespiti için kullanılan yöntem, indirekt kemiluminesans immünoassaydır (CLIA). Manyetik partiküllerin (katı faz) kaplanması için HCV'ye spesifik iki rekombinant antijen (core ve NS4) kullanılmaktadır ve ayrı bir reaktif olarak üçüncü bir HCV antijeni (biyotinlenmiş NS3) liyofilize olarak sağlanmaktadır. Birinci inkübasyon sırasında, biyotinlenmiş antijen streptavidin kaplı manyetik partiküller tarafından yakalanır ve örnekte bulunan HCV antikorları, rekombinant HCV antijenleri aracılığıyla katı faza bağlanır. İkinci inkübasyon sırasında, bir isoluminol türevine (isoluminol-antikor konjugatı) bağlı olan insan IgG'sine karşı fare monoklonal antikoru katı faza önceden bağlı olan HCV karşı IgG ile reaksiyona girer. Her bir inkübasyon sonrasında bağlanmamış materyal bir yıkama döngüsü ile uzaklaştırılır. Sonrasında, başlatıcı reaktifleri (substrat) eklenerek anlık kemiluminesans reaksiyonu uyarılır. Oluşan ışık sinyali ölçülerek değerlendirilir [Collins ve diğ., 1989]

5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

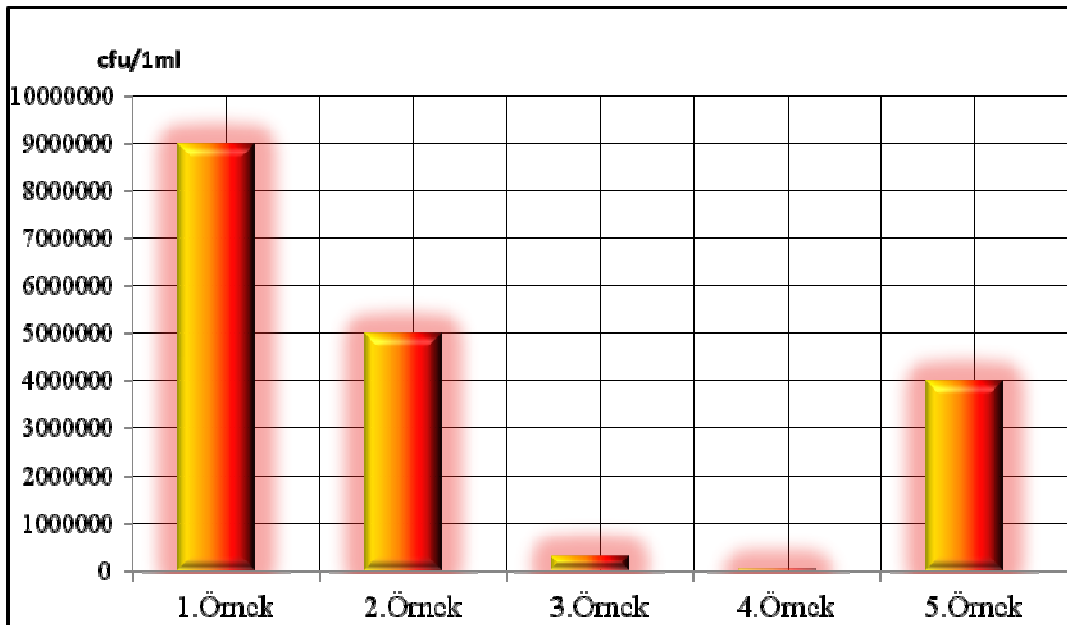
5.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Hastane laboratuvar atıksularının kanalizasyona deşarjından önce kurulan Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi'nin 5 aylık periyottaki giriş ve çıkış suyundan alınan örneklerde *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Acineto baumanii*, KNS analizleri yapılmıştır. Bakteri teşhis ve sayımlarının yapılan numune sonuçları Çizelge 5.1' de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Bakteriyolojik Çalışma (cfu/ ml)	1. Örnek		2. Örnek		3. Örnek		4. Örnek		5. Örnek	
	Giriş	İşlenmiş	Giriş	İşlenmiş	Giriş	İşlenmiş	Giriş	İşlenmiş	Giriş	İşlenmiş
	Atık Ham	Atık Çıkış	Atık Ham	Atık Çıkış	Atık Ham	Atık Çıkış	Atık Ham	Atık Çıkış	Atık Ham	Atık Çıkış
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9×10^6	Üreme olmadı	5×10^6	Üreme olmadı	3×10^5	Üreme olmadı	2×10^4	Üreme olmadı	4×10^6	Üreme olmadı
<i>E. coli</i> (<i>Escherichia coli</i>)	3×10^3	Üreme olmadı	6×10^4	Üreme olmadı	2×10^4	Üreme olmadı	9×10^2	Üreme olmadı	7×10^3	Üreme olmadı
<i>Acineto baumanii</i>	5×10^4	Üreme olmadı	6×10^6	Üreme olmadı	4×10^6	Üreme olmadı	6×10^5	Üreme olmadı	5×10^5	Üreme olmadı
KNS (<i>Koagülaz negatif stafilokoklar</i>)	2×10^2	Üreme olmadı	3×10^2	Üreme olmadı	2×10^3	Üreme olmadı	7×10^1	Üreme olmadı	5×10^2	Üreme olmadı

Deneysel çalışmalar sonucunda *Pseudomonas aeruginosa* bakterisinin 1.örnekte giriş atıksuyundaki miktarı 9×10^6 cfu/ml, 2. örnekte 5×10^6 cfu/ml, 3. örnekte 3×10^5 cfu/ml, 4. örnekte 2×10^4 cfu/ml ve 5. örnekte ise 4×10^6 cfu/ml olduğu tespit edilmiştir. Şekil 5.1’de *Pseudomonas aeruginosa* bakterisinin numunelerdeki miktarlarının grafiksel gösterimi verilmiştir. Laboratuvar atıksuyunda nötralizasyon ve dezenfeksiyon işleminden sonra alınan örneklerde *Pseudomonas aeruginosa* bakterisine rastlanılmamıştır. *Pseudomonas aeruginosa* miktarı 1. örnek > 2. örnek > 5. örnek > 3. örnek > 4. örnek şeklinde sıralanmaktadır.

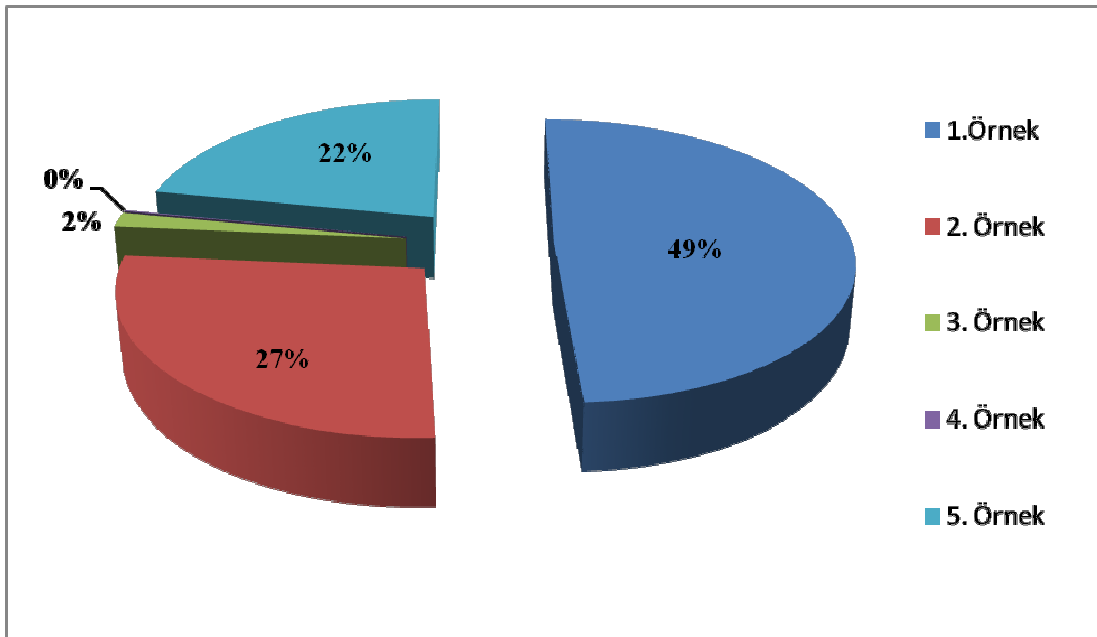


Şekil 5.1. *Pseudomonas aeruginosa* bakterisinin örneklerdeki miktarı (cfu/ml)

Benzer bir çalışmada, hastane atıksularından belirli periyotlarda alınan örneklerde *Pseudomonas aeruginosa* bakterisine rastlanmıştır ve bunların herhangi bir arıtıma tabi tutulmadan kanalizasyon sistemine desarj edildiği tespit edilmiştir [Ekhaise ve diğ., 2008]. Bu çalışma sonuçları bizim çalışma sonuçlarımızda da gözlediğimiz gibi hastane atıksularında *Pseudomonas aeruginosa* sıklıkla rastlanabileceğini desteklemektedir.

Pseudomonas aeruginosa bakterisinin hastane atıksularında dezenfektanlara karşı olan direnci araştırılmış ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterisinin sık kullanılan dezenfektanlara karşı direnç gösterdiği gözlemlenmiştir [Nunez ve diğ., 2007]. Bu çalışma bize gösteriyor ki dezenfektan seçiminde bakteriyel direncin, seçim sürecinde önemli olduğunu göstermektedir.

Pseudomonas aeruginosa bakterisinin örneklerdeki yüzdelik dağılımı Şekil 5.2’de verilmiştir. En yüksek yüzde 1. örnekte % 49 olarak tespit edilmiştir. En düşük yüzde 4. örnekte tespit edilmiştir. Çıkış atıksularından alınan örneklerde *Pseudomonas aeruginosa* bakterisine rastlanmaması bize sistemin *Pseudomonas aeruginosa* için % 100’lük bir giderim verimi elde ettiğinin göstergesidir.

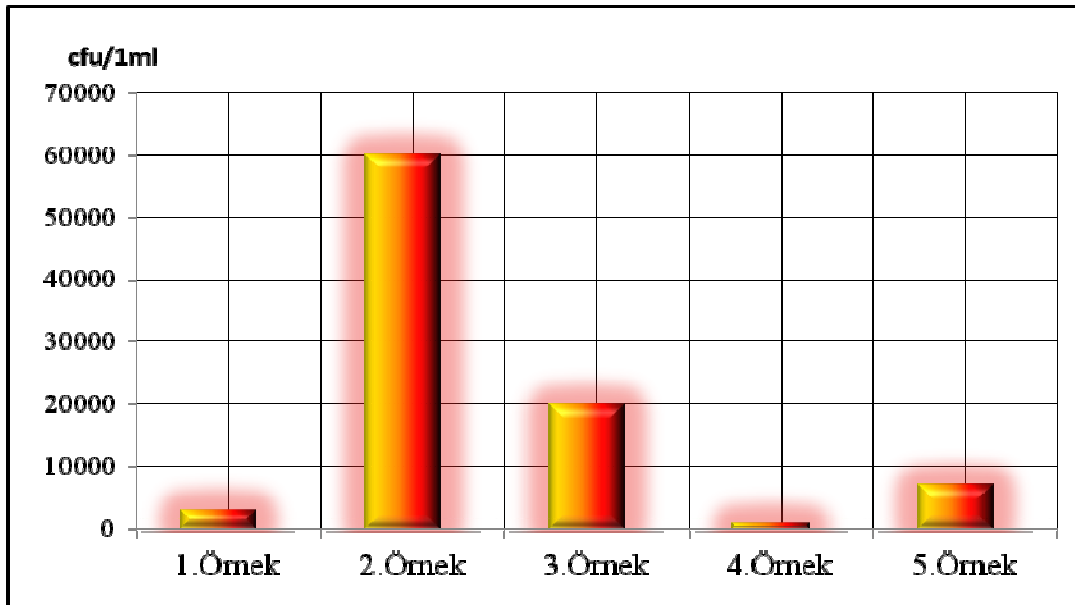


Şekil 5.2. *Pseudomonas aeruginosa* bakterisinin giriş atıksuyundaki yüzdelik dağılımı

Hastane laboratuvarlarında oluşan tıbbi atıksuları, sağlık birimlerinde bulunan hastalar, hastane çalışanları, toplum ve çevre için enfeksiyon hastalıklarının yayılımı ciddi tehdit oluşturma potansiyeline sahiptir. Hastanelerin ve özellikle laboratuvarların tıbbi atıksuları *Salmonella spp.*, *Shigella spp.* gibi enfeksiyon etkeni

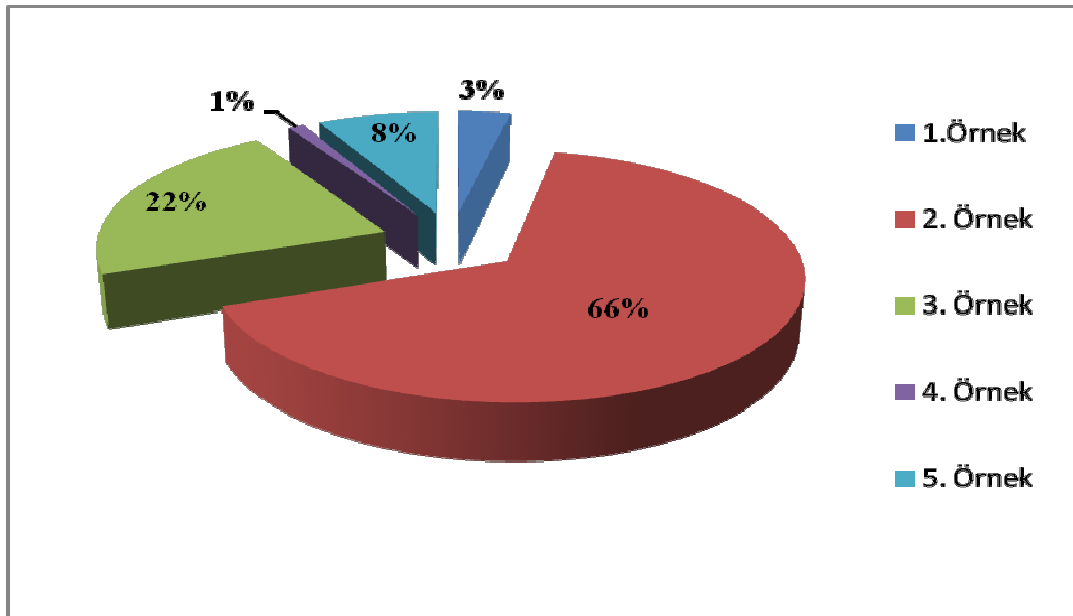
olan patojen bakterilerin yanısıra çoklu ilaç direncine (ÇİD) sahip (*Pseudomonas spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Enterococcus spp.*, *S.aureus spp.* gibi) birçok farklı mikroorganizmayı da içermektedir [Oyekele ve diğ., 2008]. Ayrıca ÇİD'e sahip bakterilerin hastanelerin tıbbi atıksularında prevalansının % 0,58 - % 40 arasında değiştiği bildirilmiştir [Chitnis ve diğ., 2000]. Çoklu ilaç direncine sahip *E. coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerine Tıbbi Atık ve Nötralizasyon Sistemi çıkış suyundan alınan beş numunede de rastlanmamıştır. Bu sonuçlar bize Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi'nin çoklu ilaç direncine sahip bakterilere karşı yeterli giderim verimi gösterdiği gözlemlenmiştir.

Deneysel çalışmalar sonucunda *E. coli* bakterisi 1. örnekte giriş atıksuyundaki miktarı 3×10^3 cfu/ml, 2. örnekte giriş atıksuyundaki miktarı 6×10^4 cfu/ml, 3. örnekteki giriş atıksuyundaki miktarı 2×10^4 cfu/ml, 4. örnekteki giriş atıksuyundaki miktarı 9×10^2 cfu/ml, 5. örnekteki giriş atıksuyundaki miktarı 7×10^3 cfu/ml olarak tespit edilmiştir. Fakat işlenmiş atıksuda *E. coli* bakterisine alınan örneklerde rastlanamamıştır. *E. coli* bakterisi 2. örnek > 3. örnek > 5. örnek > 1. örnek > 4. örnek şeklinde sıralanmaktadır. Şekil 5.3'de *E. coli* bakterisinin örneklerdeki miktarı gösterilmektedir.



Şekil 5.3. *E.coli* bakterisinin örneklerdeki miktarı

Örneklerin giriş atıksuyundaki *E. coli* bakterisinin yüzdelik dağılımı şekil 5.4’de verilmiştir. En yüksek yüzdeye 2. örnekte % 66 ve 3. örnekte % 22 olarak tespit edilmiştir. En düşük yüzdeye 4. örnekte % 1 olarak tespit edilmiştir. Çıkış atıksuyundan alınan örneklerde *E. coli* bakterisine rastlanmaması Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi’nin *E. coli* bakterisi için % 100 giderim verimi sağladığının göstergesidir.



Şekil 5.4. *E.coli* bakterisinin giriş atıksuyundan alınan örneklerde yüzdelik dağılımı

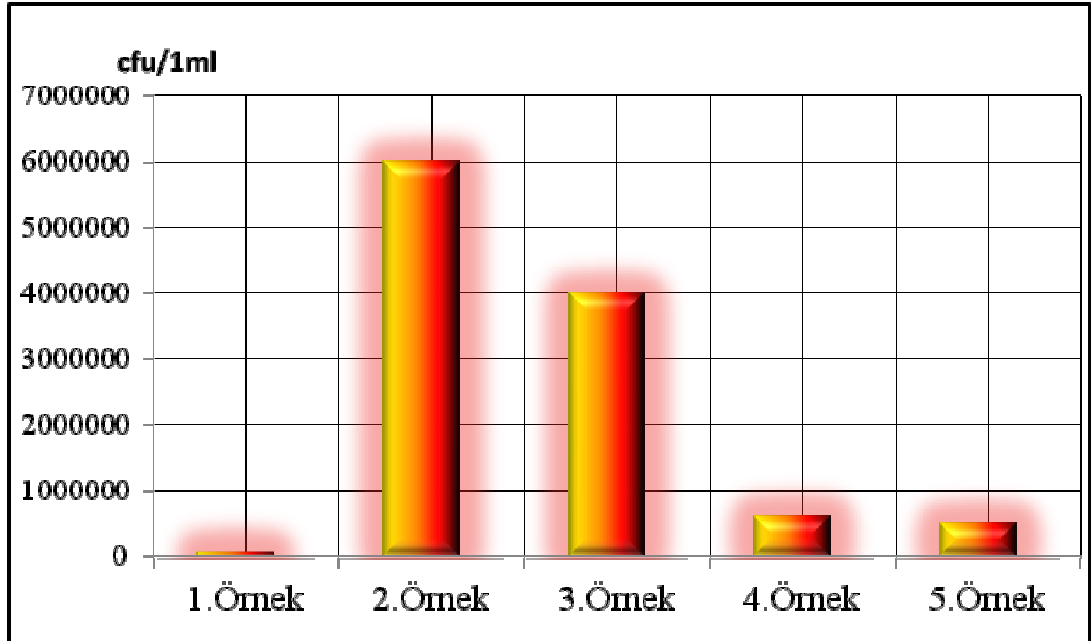
Tokat ilinin içme sularının koliform bakteriler yönünden değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonucunda alınan örneklerde yüksek miktarda koliform ve *E. coli* bakterisi tespit edilmiştir. Bunun nedeniyse kanalizasyona dahil edilen hastane kanalizasyon sisteminin içme ve kullanma sularına kanalizasyon vasıtası ile olan sızıntılar olduğu tespit edilmiştir [Avcı ve diğ., 2006]. Bu çalışma bize hastane atıksularının arıtılmadan kanalizasyon sistemine verilmemesi gerektiğini kanıtlamaktadır.

Bu çalışmaya benzer bir çalışmada, hastane atıksularından belirli periyotlarda alınan 5 örnekten 4’ünde *E. coli* bakterisine rastlanmıştır ve bunların herhangi bir arıtmaya tabi tutulmadan kanalizasyon sistemine desarj edildiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar bize

E. coli bakterisine hastane atıksularında sıklıkla rastlandığının göstergesidir [Ekhaise ve diğ., 2008].

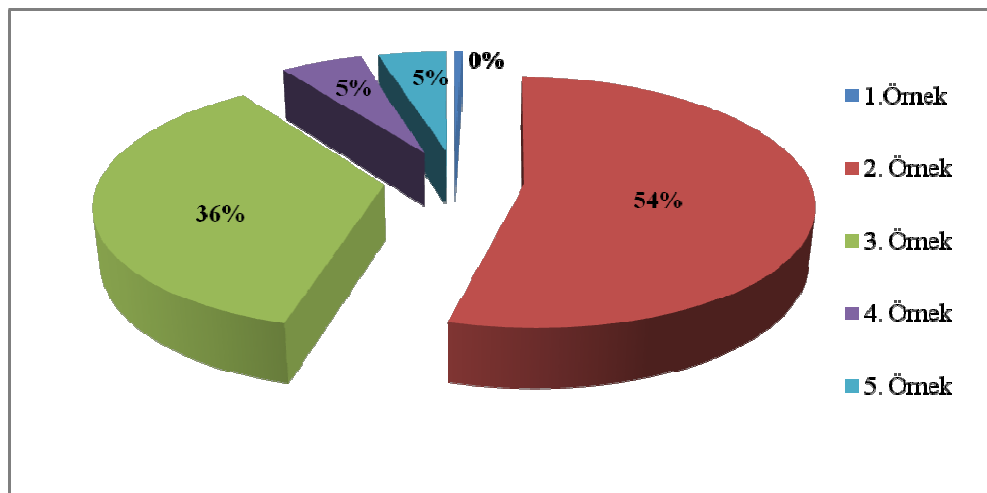
Daha önce yapılan çalışmalarda hastane tıbbi atıksularından sıklıkla izole edilen bakteriler arasında, *Bacillus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* % 5-10, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans* gibi sık görülen nozokomiyasal enfeksiyon etkenlerinin yanı sıra *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.* ve *Enterobacter spp.* gibi diğer nozokomiyal patojenler de değişik sıklıklarda izole edilerek raporlanmıştır [Oyekele ve diğ., 2008]. Yine bu çalışmaların benzeri olarak yapılan bu çalışmada hastane atıksuyunun bakteriyolojik ve fizikokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Hastane atıksuyunun alıcı ortama etkisi araştırılmıştır. Standart mikrobiyolojik teknikler kullanılarak bakteriyolojik parametrelere bakılmıştır. Hetetrof bakteri sayısı 1.9×10^6 cfu/ml, toplam koliform sayıları 1.2×10^3 ve 1.6×10^{12} MPN/100 ml arasında değişen değerler tespit edilmiştir. En sık olarak rastlanan türler *Klebsiella*, *Pseudomonas* ve *Serratia* olduğu tespit edildi. Hastane atıksularının alıcı ortama desarj edilmesi sonucu bu tür hastalık yapıcı bakteriler alıcı ortam yayılmakta buda insan sağlığı açısından önemli risk oluşturmaktadır [Ekhaise ve diğ., 2008]. Bu çalışmalar ışığında *E. coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerine hastane atıksularında oldukça sık rastlandığı gözlemlenmiştir.

Yapılan bakteriyolojik çalışmalar sonucunda *Acineto baumanii* bakterisinin 1. örneğin giriş atık suyundaki miktarı 5×10^4 cfu/ml, 2. örneğin giriş atıksuyundaki miktarı 6×10^6 cfu/ml, 3. örneğin giriş atıksuyundaki miktarı 4×10^6 cfu/ml, 4. örneğin giriş atıksuyundaki miktarı 6×10^5 cfu/ml, 5. örneğin giriş atıksuyundaki miktarı 5×10^5 cfu/ml olarak tespit edilmiştir. İşlenmiş atıksudan alınan beş örnekte de *Acineto baumanii* rastlanmamıştır. Giriş atıksuyundan alınan numunelerde *Acineto baumanii* bakterisi miktarı en fazla 2. örnek rastlanırken en az 1. örnekte rastlanmıştır. Şekil 5.5’de *Acineto baumanii* bakterisinin örneklerdeki miktarı gösterilmektedir.



Şekil 5.5. *Acineto baumanii* bakterisinin örneklerdeki miktarı

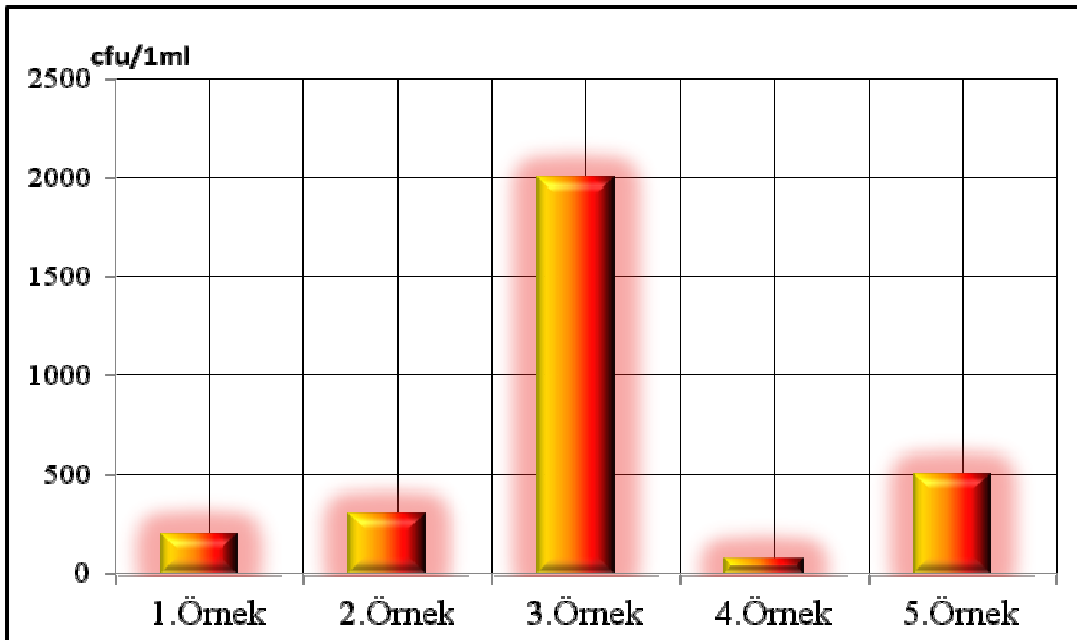
Şekil 5.6’da *Acineto baumanii* bakterisinin giriş atıksuyundan alınan örneklerde yüzdelik dağılımı verilmiştir. En düşük yüzdeye 1. örnekte, 4. ve 5. örneklerde % 5 *Acineto baumanii* bakterisi olduğu tespit edilmiş, en yüksek yüzdeye 3. örnekte % 36 olarak tespit edilmiştir. Sistem çıkışından alınan örneklerde *Acineto baumanii* bakterisine rastlanmamıştır.



Şekil 5.6. *Acineto baumanii* bakterisinin giriş atıksuyundan alınan örneklerde yüzdelik dağılımı

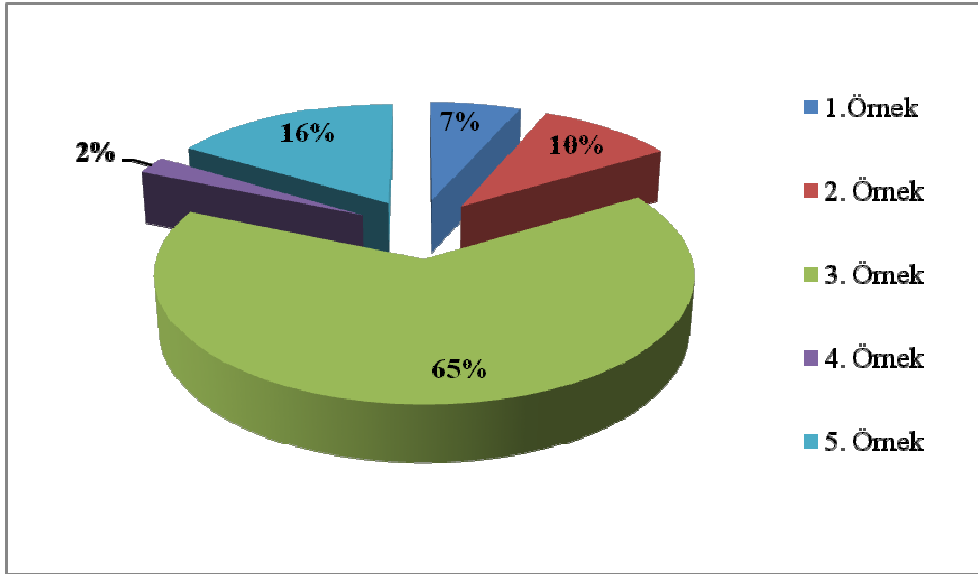
Hastanelerin tıbbi atık sistemlerinde tespit edilebilen bu bakterilerin çoğunluğunun enfeksiyonların tedavisinde sıklıkla kullanılmakta olan antibiyotiklerin birçoğuna dirençli olması enfeksiyon gelişiminin yanısıra salgınlara neden olabileme potansiyeli nedeniyle önemlidir [Chitnis ve diğ., 2000]. Bu tür bakterilerin herhangi bir arıtıma tabi olmadan kanalizasyon sistemine desarj edilmesi insan sağlığı açısından önemli risk faktörleri oluşturmaktadır.

Bakteriyolojik çalışmalar sonucunda elde edilen verilerde KNS bakterisinin 1. örnekte giriş atıksuyundaki miktarı 2×10^2 cfu/ml olurken 2. örnekte giriş atıksuyundaki miktarı 3×10^2 cfu/ml, 3. örnekteki giriş atıksuyundaki miktarı 2×10^3 cfu/ml, 4. örnekteki giriş atıksuyundaki miktarı 7×10^1 cfu/ml, 5. örnekteki giriş atıksuyundaki miktarı 5×10^2 cfu/ml olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.7). İşlenmiş atıksuda KNS bakterisine alınan örneklerde rastlanamamıştır. KNS bakterisinin miktarı en fazla 2. örnekteğin giriş atıksuyundan alınan numunlerde rastlanırken en düşük KNS miktarı 1. örneğin giriş atıksuyunda olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.7. KNS bakterisinin örneklerdeki miktarı

Giriş atıksuyundan alınan örneklerde KNS bakterisinin örneklerdeki yüzdelik dağılımı Şekil 5.8’de verilmiştir. En yüksek yüzdeye 3. örnekte % 65 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 5.8. KNS bakterisinin giriş atıksuyundan alınan örneklerdeki yüzdelik dağılımı

Hastane tıbbi atıksularının *Enterobacteria* ve *Enteric* patojenleri içeriyor olması toplum sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Hastanelerde ÇİD bakterilerin artmasında geniş spektrumlu antibiyotiklerin sıklıkla ve gelişigüzel çok miktarda kullanılmasının rolü büyüktür. Günümüzde hem hastane kaynaklı hem de toplumsal enfeksiyonlarda sıklıkla görülen enfeksiyon etkeni patojen bakterilerin antibiyotik direncindeki belirgin artış en önemli problemlerdendir [Stuart, 2002]. Ayrıca toplum sağlığı açısından daha da önemli olanı bakterilerde bulunan antibiyotik direnç genlerinin diğer enfeksiyon etkeni bakterilere aktarılabilmesidir [Chitnis ve diğ., 2000]. Hastane atıksularıyla kontamine edilen deniz suyundan izole edilen Gram negatif bakterilerin sefolosforin grubu antibiyotiklere karşı direnci araştırılmış bu çalışma sonucunda elde edilen veriler, hastane atıksularının deşarj edildiği deniz suyundan izole edilen Gram negatif bakterilerin önemli oranda antibiyotik direncine sahip olduğunu ve bunun halk sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturabileceğini göstermiştir [Akkan ve diğ., 2011].

Bu nedenle hastanelerin katı tıbbi atıklarının yanısıra özellikle laboratuvar olmak üzere tıbbi atıksularının da nötralize ve dezenfekte edildikten sonra genel kanalizasyon sistemine verilmesi hastane ve toplumsal kaynaklı enfeksiyonları önlemede, çoklu antibiyotik dirençli bakterilerle oluşan enfeksiyonlarda azalmalara yol açabileceğinden önemlidir.

5.2. ELISA Analizleri (Enzym Linked Immuna Sorbent Assay)

Tıbbi Atık Nötralizasyon ve Dezenfeksiyon Sistemi'nin giriş ve çıkış suyundan alınan örneklerde virüslerin mevcut durumunun tesbiti için Anti-HCV, Anti-HIV, HBsAg, HAV-IgM, Toxoplazma-IgM, Rubella-IgM ve CMV-IgM analizleri yapılmıştır. Böylece atıksulardaki virüslerin proses giriş ve çıkış suyundaki antikorları belirlenmiştir. Bu ölçümler otomatik ELISA cihazlarıyla yapılmıştır. Çizelge 5.2'de ELISA analiz sonuçları verilmiştir.

Yapılan ELISA testleri sonucunda giriş atıksuyundan alınan numunelerde Anti-HCV antikoruna sadece 5. örnekte rastlanırken diğer örneklerde rastlanmamıştır. Anti-HIV antikoruna ise örneklerde rastlanmamıştır. HBsAg antikoruna 1. ve 4. örneğin giriş atıksularında rastlanırken diğer örneklerde rastlanmamıştır. İstanbulda seçilen 3 hastanenin atıksularında yapılan çalışma sonucunda Hepatit B ve HIV antikorlarına atıksu örneklerinde rastlanmıştır [Atasoy, 2009]. Bu tür kirleticilerin alıcı ortamlarda yoğun bir biçimde bulunmasının en önemli sebeplerinden bir tanesi hastane atıksularının herhangi bir arıtıma tabi olmadan kanalizasyon sistemlerine desarj edilmesidir. HAV-IgM antikoruna 1. ve 2. örneklerde rastlanırken diğer örneklerde Hepatit A virüsüne rastlanmamıştır. Toxoplazma-IgM antikoruna sadece 1. örnekle rastlanırken diğer örneklerin giriş atıksuyundan alınan numunelerde rastlanmamıştır.

Çizelge 5.2. ELISA analiz sonuçları

ELIZA TESTLERİ	1.Örnek		2.Örnek		3.Örnek		4.Örnek		5.Örnek	
	Giriş	İşlenmiş	Giriş	İşlenmiş	Giriş	İşlenmiş	Giriş	İşlenmiş	Giriş	İşlenmiş
	Atık	Atık	Atık	Atık	Atık	Atık	Atık	Atık	Atık	Atık
	Ham	Çıkış	Ham	Çıkış	Ham	Çıkış	Ham	Çıkış	Ham	Çıkış
Anti-HCV	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Reactive	Nonreactive
Anti-HIV	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive
HBsAg	Reactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Reactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive
HAV-IgM	Reactive	Nonreactive	Reactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive
HAV-IgM	Reactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive
Rubella-IgM	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Reactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive
CMV-IgM	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive	Reactive	Nonreactive	Reactive	Nonreactive	Nonreactive	Nonreactive
Anti-HCV: Hepatit C antikoru					Anti-HIV: İnsan immün yetmezlik virüsü antikoru					
HBsAg: Hepatit B yüzey antijeni					HAV-IgM: Hepatit A antikoru					
Rubella-IgM: Kızamıkçık virüsü antikoru					CMV-IgM: Sitomegalovirüs antikoru					

Rubella-IgM antikoruna sadece 4. örneğin giriş atıksuyunda rastlanırken diğer örneklerde rastlanmamıştır. CMV-IgM antikoruna 3. ve 4. örneğin giriş atıksuyunda rastlanırken diğer örneklerde CMV-IgM antikoruna rastlanmamıştır. Hastane atıksularının genotoksosite oranları araştırılmış araştırılan üç hastanenininde

atıksularında yüksek miktarda genotoksisite oranlarına rastlanmıştır [Atasoy, 2009]. Hastane atıksularına özellikle kan, vücut atıkları, ilaçlar, kimyasallar, tıbbi cihaz atıkları, radyoaktif maddeler gibi kaynakların karışması sonucu birçok bakteri ve hastalık yapıcı virüsler alıcı ortamlara karışmakta ve bunun sonucunda atıksular yüksek miktarda genotoksisite oranına sahip olmaktadır.

Bu sonuçlar ışığında virüsler için yapılan ELISA testleri sonucunda gözlem periyodu boyunca giriş suyunda çok fazla rastlanılmamıştır. HIV antikorları örnekleme periyodunda giriş ve çıkış suyunda gözlemlenmemiştir. Buda, analiz döneminde özellikle giriş suyunda bu tür vakaların hastaneye giriş yapmamasından kaynaklanabilir.

5 aylık periyotta laboratuvar atıksuyunda en sık gözlenen antikorlar HBsAg, CMV-IgM ve HAV-IgM olmuştur. Fakat dezenfeksiyon ve nötralizasyon işlemi sonunda bunların giderimi gerçekleşmiştir. Deneysel sonuçlar kullanılan Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon sistemi'nin virüslerin giderimi konusunda da yeterli olabileceğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, hastane laboratuvar atıksularının bakteriyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve patojen organizmaların Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi'yle giderim kapasitesi ölçülmeye çalışılmıştır. Çalışma yapılan patojen tür teşhisleri ve kullanılan arıtım sisteminin performansının belirlenmesi açısından ülkemizde ilk olma özelliği taşıyan bir çalışmadır.

Seçilen hastanede 5 aylık periyotta, mevcut kurulu olan Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi'nin giriş ve çıkış sularından alınan numuneler üzerinde patojen mikroorganizma düzeyleri belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmalarıyla yürütülen bu araştırmanın sonuçları genel olarak aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

Çalışma kapsamında; Tıbbi Atık Nötralizasyon ve Dezenfeksiyon Sistemi'nin giriş ve çıkış suyundan alınan örneklerde *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Acineto baumanii*, KNS, Anti-HCV, Anti-HIV, HBsAg, HAV-IgM, Toxoplazma-IgM, Rubella-IgM ve CMV-IgM analizleri yapılmıştır.

1. *Pseudomonas aeruginosa* giriş suyunda gözlem periyodu boyunca tüm numunelerde tespit edilmiştir. En yüksek gözleendiği konsantrasyon 2×10^4 cfu/ml'dir. Tıbbi Atık Nötralizasyon ve Dezenfeksiyon prosesi çıkışında bu bakteri teşhis edilememiştir. Buda sistemin *Pseudomonas aeruginosa* için çok iyi bir dezenfeksiyon sağladığını göstermektedir.
2. *E. coli* bakterisine giriş suyundan alınan numunelerin tümünde tespit edilmiştir. En yüksek konsantrasyon 6×10^4 cfu/ml olurken, en düşük konsantrasyon 9×10^2 olduğu tespit edilmiştir. Sistem çıkışından alınan numunelerde *E. coli* bakterine rastlanmamıştır. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi *E. coli* bakterileri açısından iyi bir dezenfeksiyon sağladığı tespit edilmiştir.

3. *Acineto baumanii* bakterisinin beş örneğin giriş suyundan alınan numunelerin tümünde tespit edilmiştir. En fazla gözlenen konsantrasyonu 6×10^6 cfu/ml olarak tespit edilmiştir. İşlenmiş atıksudan alınan numunelerde ise *Acineto baumanii* bakterisine rastlanmamıştır. Bu da bize tıbbi atık sistemi *Acineto baumanii* bakterisine karşı gerekli arıtım sağlandığı tespit edilmiştir.
4. KNS bakterisinin giriş suyunda gözlem periyodu boyunca tüm numunelerde tespit edilmiştir. En yüksek konsantrasyonu 2×10^3 cfu/ml olarak tespit edilmiştir. Diğer bakteri türlerine göre örneklerdeki konsantrasyonu en düşük olanıdır. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sisteminin çıkışından alınan numunelerde ise KNS bakterisine rastlanmamıştır. Bu sonuçlar ışığında sistemin örneklenen bakterilerin tümüne karşı yeterli arıtım verimliliği gösterdiği tespit edilmiştir.
5. ELISA analizleri sonucunda aylık periyotlarda giriş suyundan alınan numunelerde sadece bir örnekte Anti-HCV'ye rastlanmamıştır. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi çıkış suyundan alınan numunelerde Anti-HCV tespit edilmemiştir.
6. Anti-HIV antikoruna giriş atıksularında gözlem periyodu boyunca numunelerde rastlanmamıştır.
7. HBsAg antikoruna giriş atık suyundan alınan numunelerde sadece iki örnekte rastlanmıştır. İşlenmiş atıksudan alınan numunelerde HBsAg antikoruna rastlanmamıştır.
8. HAV-IgM antikoruna belirli periyotlarda alınan numunelerde iki örnekte HAV-IgM antikoruna rastlanmıştır. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi çıkış suyundan alınan numunelerde HAV-IgM antikoruna rastlanmamıştır.

9. Toxoplazma-IgM antikoruna aylık periyotlarda alınan numunelerde sadece bir örnekte Toxoplazma-IgM antikoru tespit edilmiş. İşlenmiş atıksudan alınan örneklerde Toxoplazma-IgM'ye rastlanmamıştır.
10. Rubella-IgM antikoruna giriş atıksuyundan alınan numunelerde Rubella-IgM antikoru sadece bir örnekte tespit edilmiştir. Sistem çıkışından alınan numunelerde Rubella-IgM antikoru rastlanmamıştır.
11. CMV-IgM antikoruna giriş suyunda gözlem periyodu boyunca iki örnekte CMV-IgM antikoruna rastlanmıştır. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistemi çıkışından alınan numunelerde CMV-IgM antikoruna rastlanmamıştır. ELISA analizleri sonucunda alınan numunelerde HBsAg, HAV-IgM ve CMV-IgM antikoruna diğer antikora göre daha sık rastlanmıştır. Tıbbi Atık Dezenfeksiyon ve Nötralizasyon Sistem çıkışından alınan numunelerde analizi yapılan antikora rastlanmamıştır. ELISA testleri sonuçlarında örneklenen antikora karşı yeterli dezenfeksiyonu sağladığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonuçları, kullanılan Tıbbi Atık Nötralizasyon ve Dezenfeksiyon Sistemi'nin patojen mikroorganizmaları bertaraf etme konusunda yüksek performans gösterdiğini ortaya koymuştur.

Her gün milyonlarca litre tıbbi sıvı atık deniz, akarsu ve yeraltı sularına karışarak hastalıklara davetiye çıkarmaktadır. Kan veya kanla kontamine vücut sıvılarından başlıca dört tür viral hastalığın bulaşması söz konusudur. Bunlar; HIV-1, Hepatit B (HBV), Hepatit C (HCV), Hepatit D (HDV) virüsleridir. Bu hastalıkların önüne geçmek, doğamızı korumak, bakteri, virüs, üre ve bulaşıcı hastalık yapan mikroorganizmaların toprağa ve doğaya karışmasını önlemek için geliştirilen bu sistem sayesinde patojen mikroorganizmaların kanalizasyon sistemine ulaşması engellenmektedir. Bu sistem sadece insan sağlığı ve çevrenin korunmasını sağlamayacak, ayrıca sürdürülebilir kalkınmaya da katkıda bulunacaktır.

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde, sıvı tıbbi atıklar için ayrı bir sınıflandırma yapılmamıştır. Sıvı tıbbi atıkların bertaraf yöntemleri çok sınırlı sayıda ve ilkel yöntemler kullanılmaktadır. Bu tez çalışması sonuçları ışığında, patolojik bakteri ve hastalık yapıcı virüslerin bulunması nedeniyle sıvı tıbbi atıklar tehlikeli atık sınıfına girmektedir. Bu tür tehlikeli atıklar ülkemizde birçok hastane ve araştırma merkezlerinden herhangi bir işleme tabi olmadan alıcı ortamlara ulaşmaktadır. Bu tür atıkların arıtılması için yeni paket arıtım sistemleri geliştirilmeli ve kullanılan yöntemlerin verimlilikleri araştırılmalıdır.

Hastane atıksularının kanalizasyona desarjı konusunda da ayrı bir yönetmelik yoktur. Yine ASKİ Atıksuların Kanalizasyon Şebekesine Desarj Yönetmeliği'nde patojen mikroorganizmalara ait herhangi bir standart yer almamaktadır. Ülkemizde hastane sıvı atıklarıyla ilgili yönetmeliğin bulunmaması ve hastane atıksuları konusunda denetim ve uygulama çalışmalarının yetersiz kalması nedeniyle hastane atıksuları içinde bulunan birçok tehlikeli madde doğaya bilinçsizce bırakılmaktadır.

Yukarıda da sözü edildiği gibi hastane atıksularının özellikleri hakkındaki bilgiler oldukça yetersiz durumdadır. Bu eksikliklerin bir nebze olsun giderilmesi amacıyla ülkemizdeki diğer hastanelerin laboratuvar atıksularının miktar ve özellikleri incelenerek uygun hastane atıksu yönetmeliğinin oluşturulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Acar, A., “Kan Bağışçılarında HBV, HCV, HIV Tarama Testlerinin Doğrulanması: Tarama Testlerinin Pozitif Prediktivitesi ve Doğrulama Testlerinin Maliyeti”, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 40: 6 (2008).

Akkan, T., Kaya A., Dinçer S., “Hastane Atıksularıyla Kontamine Edilen Deniz Suyundan İzole Edilen Gram Negatif Bakterilerin Sefalosforin Grubu Antibiyotiklere Karşı Direnci”, *Türk Mikrobiyal Cem Dergisi*, 44(1): 18-21 (2011).

Altın, S., “Sivas Kentindeki Hastane Katı Atıklarının İncelenmesi ve Uygun Bertaraf Sisteminin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sivas (1999).

Atasoy, A.R., “Hastane Atıksularının Meydana Getirdiği Kirliliğin Genotoksit Etkilerinin Genotoksit Test Metodu İle Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Fatih Üniversitesi*, İstanbul, 67: 1-5 (2009).

Avcı, S., Bakıcı, M.Z., Erandaç, M., “Tokat İlindeki İçme Sularının Koliform Bakteriler Yönünden Araştırılması”, *C. Ü. Tıp Fakültesi Dergisi*, Tokat, 28 (4): 107-112 (2007).

Avcı, S., “Aksaray İli Genel Toplumunda Hepatit Virüsleri Serolojik Göstergelerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, 58: 10-23 (2006).

Bayır, Ç., “Ülkemizde Tıbbi Atık Yönetimi, Bertaraf Edilmesi ve Mevcut Durumun İncelenmesi”, *Muğla Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, 110: 10-14 (2011).

Berto, J., Rochenbach, G.C., Barreiros, M.A.B., Correa, A.X.R., Pelusa-Silva, S., Radetski, C.M., “Physico-chemical, Microbiological and Ecotoxicological Evaluation of a Septic Tank/Fenton Reaction Combination for the Treatment of Hospital Wastewaters”, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72: 1076-1081 (2009).

Biçer, T.A., “Hastane İzolatı Staphylococcus Aureus ve Koagülaz Negatif Staphylococcus Suşlarında Metisilin Direncinin Farklı Yöntemlerle Araştırılması”, Uzmanlık Tezi, *Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi*, 70: 17 (2009).

Birden, B., “Çeşitli Susuzlaştırma Yöntemlerinin Arıtma Çamurlarındaki Patojen Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 157: 13-15 (2006).

Bozçal E., “Hastane Enfeksiyonu Etkeni *Pseudomonas aeruginosa* Suşlarının Metallo-β-Laktamaz Aktivitesinin Fenotipik ve Genotipik Yöntemlerle

Saptanması”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 122: 13-14 (2009).

Büyükgüngör, H. “Kullanılmış Suların Arıtımı Ders Notları”, *Ondokuzmayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü*, Samsun, 23: 2-6 (2008).

Caner, A., “Kök Hücre ve Karaciğer Transplantasyon Hastalarında Toxoplasmosisin Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu ve Nested Polimeraz Zincir Reaksiyonu Yöntemleri İle Takibi”, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 165: 5-6 (2007).

Chitnis V., Chitnis DS., Patil S., Ravi Kant S., “Hospital Effluent A Source of Multiple Drug Resistant Bacteri ”, *Curr. Sci.*, 79: 989-991 (2000).

Collins C.H., Patricia M. Lyne, Grange J.M., “Collins and Lyne’s Microbiological Methods”, *Butterworth Heineman*, (1989).

Çakar, A., “Hacettepe Üniversitesi Hastanesin’de Ayrıştırılan *Pseudomonas aeruginosa* İzolatlarında metallo-beta-laktamaz Enziminin Fenotipik ve Genotipik Yöntemler ile Araştırılması”, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Mikrobiyoloji Programı*, 87: 3-5 (2005).

Çakır, S., “Düzce İlinde Erişkinlerde Hepatit B ve Hepatit C Seroprevalansı”, Uzmanlık Tezi, *Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Enfeksiyon Hastalıkları Anabilim Dalı*, 69: 2 (2009).

Çelik, N., “Çoğul Dirençli Nozokomiyal *Pseudomonas aeruginosa* Suşlarında beta-laktamazların Fenotipik ve Genetik Olarak İncelenmesi”, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 65: 5-9 (2007).

Danchaivijitr, S., Wongchanapai, W., Assanasen, S., Jintanothaitavorn, D., “Microbial and Heavy Metal Contamination of Treated Hospital Wastewater in Thailand”, *Faculty of Medicine Siriraj Hospital Mahidol University*, 88: 59-64 (2005).

Doğan, B.K., “Gebelerde *Toxoplasma gondii* ve *Sitomegalavirüs* Seropozitiflik, Serokonversiyon ve Fetusa Geçiş Oranının Değerlendirilmesi”, Uzmanlık Tezi, *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi*, Malatya, 98: 58-63 (2006).

Doğukan, M., “Hemodiyaliz, Periton Diyalizi ve Prediyaliz Hastalarda Gizli Hepatit B Enfeksiyonunun Polimeraz Zincir (PZR) Reaksiyonu Yöntemi İle Araştırılması”, Uzmanlık Tezi, *Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi*, Elazığ, 65: 25-26 (2007).

Ege, H., “Adana İli Tıbbi Atık Yönetimi; Sorunlar ve Çözüm Önerileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 106: 5-15 (2009).

Ekhaise, F.O., Omavwoya B.P., “Influence of Hospital Wastewater Discharged from University of Benin Teaching Hospital (UBTH), Benin City on its Receiving Environment”, *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 4 (4): 484-488 (2008).

Elmer W.K., Stephan D.A., William M.J., Paul C.S., Washington C.W., “Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology”, *J.B Lippincott Company*, Philedephia, (1992).

Emmanuel, E., Perrodin, Y., Keck, G., Blanchard, J., M., Vermande, P., “Effects of Hospital Wastewater on Aquatic Ecosystem”, *Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental Cancun*, Mexico, 27 (131) (2002).

Emmanuel, E., Pierre M., G., Perrodin Y., “Graundwater Contamination by Microbiological and Chemical Substances Released from Hospital Wastewater: Health Risk Assessment for Driking Water Consumers”, *Environment International*, 35: 718-726 (2009).

EPA, Waste Minimiztion Opportunities Assessment Manual, (1998).

EPA/US, Guide for Infectious Waste Management, 530-SW-86-014 (1986).

EPA/US, Medical Waste Management in US, Second Interim Report to Congress, A/530-SW-90-087A (1986).

EPA, “Operation and Maintenance of Hospital Medical Waste İncerator”, EPA/625/6-89/024, Çevre Koruma Ajansı, Ohio, (1990).

Erbay, A., “Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesinde Hastaneden Edinilmiş *Acinetobacter Baumannii* Bakteriyemilerinde Fatalite Hızı ve İlgili Risk Etmenleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, 93: 16-24 (2009).

Erdem, E.N., “Hamilelik Gingivitisinde Subgingival Plakta Sitomegalovirüs ve Epstein-Barr Virüs Varlığının Klinik Parametreler ile İlişkisinin Araştırılması”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 131: 28-30 (2007).

Gaustam, A.K., Kumar, S., Sabumon, P.C., “ Preliminary Study of Physico-chemical Treatment Options for Hospital Wastewater”, *Journal of Environmental Management*, 83: 298-306 (2007).

Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., “Tehlikeli Atıklar”, *T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü Yayını*, 1-10 (1994).

Güler, L., Büyükgüngör, H., “Atıksu Arıtımında Membran Biyoreaktörler”, *İTÜ Dergisi Su Kirlenmesi Kontrolü*, Samsun, 21(1): 13-23 (2011).

Günaydın, M., “Eritromisin Dirençli Staphylococcus Aureus ve Koagülaz Negatif Stafilokok’larda İndüklenebilir MLSB Direncinin Araştırılması”, Uzmanlık Tezi, **OMÜ Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji A.D.**, 76: 19 (2009).

İnternet : Tokat Halk Sağlığı Laboratuvar Müdürlüğü “Laboratuvarımıza Ait Biyolojik Sıvı Atıkların Dezenfeksiyonu ve Nötralizasyonu Yapılmaktadır” <http://hsl.tokatsaglik.gov.tr/?sayfa=duyuru> (2011).

İnternet : Wikipedia “Pseudomonas aeruginosa” http://tr.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_aeruginosa (2011a).

İnternet : Wikipedia “Escherichia coli” http://tr.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli (2011b).

İnternet : Hepatit “HAV-IgM” <http://www.hepatit.org/hepatitA.html> (2011).

İnternet : Hastane “Toksoplazma gondii” <http://www.hastane.com.tr/toksoplazma-hakkinda-bilgi-verebilir-misiniz-sorusu.html> (2011).

İnternet : Wikipedia “Rubella” <http://tr.wikipedia.org/wiki/K%C4%B1zam%C4%B1k%C3%A7%C4%B1k> (2011c).

İnternet : Tahlil “CMV-IgM” <http://tahlil.com/cmv-sitomegalovirus-virusu-nedir-hamilelikte-neden-tehlikelidir/> (2011).

İnternet : Tarım Kütüphanesi “Patojen Mikroorganizmaların Çevresel Etkileri” http://www.tarimkutuphanesi.com/Kontamine_sular_ve_etkileri_Mustafa_DEMIRE_L_Ziraat_Yuk._Muh._01588.html (2011).

İnternet : Neutralab “Hastane Laboratuvar Atıksularının Bertaraf Edilmesinde Ülkemizdeki Uygulamalar” <http://www.neutralab.com.tr/standartuyg.asp> (2011).

İnternet : Su Mikrobiyolojisi “MembranFiltreleri” <http://www.sumikrobiyolojisi.org/dokgoster.asp?dosya=453100340> (2012).

İnternet : Dinamik Arıtma “Aktif Karbon Filtreleri” <http://dinamikaritma.com/AktifKarbon.aspx> (2012).

Jolibois, B., and Guerbet M., “Hospital Wastewater Genotoxicity”, **British Occupational Hygiene Society Published by Oxford University**, 50 (2): 189-196 (2006).

Kalkan, E., “Hastane İnfeksiyonlarından İzole Edilen *E. coli* Suşlarının Çeşitli Antibiyotiklere Duyarlılıkları”, *Biyoloji Anabilim Dalı*, 61: 3-13 (2008).

Koloren, Z., Taş, B., Kaya, D., “Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)’nın Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi”, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 1(3): 74-85 (2011).

Koyuncu, D., “Ülkemizde Akut Viral Hepatit A Enfeksiyonlu Hastalardan Elde Edilen Hepatit A Virüsünün Moleküler Karakterizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü*, 44: 16 (2011)

Liu, Q., Zhou, Y., Chen L., Zheng X., “Application of MBR for Hospital Wastewater Treatment in China”, *Desalination*, 250: 605-608 (2009).

Mansur, A., “Turgut Özal Tıp Merkezinde 2009 Yılında Nozokomiyal *Pseudomonas Aeruginosa* İzolatlarında Antibiyotik Direnç, İndüklenebilir Beta-Laktamaz ve Metallo Beta-Laktamaz Oranlarının Belirlenmesi”, *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi*, Uzmanlık Tezi, (83): 6 (2010).

Nuñez, L., Moreton, J., “Disinfectant-Resistant Bacteria in Buenos Aires City Hospital Wastewater”, *Brazilian Journal of Microbiology*, 38: 644-648 (2007).

Oyeleke, S.B., Istifanus N., Manga S.B. “The Effects of Hospital Solid Waste on The Receiving Environment”, *International Journal of Integrative Biolog*, 3(3): 191-95 (2008).

Özgüneş, İ., Yıldırım D., Çolak H., Durmaz G., Usluer G., Akgün Y., “Koagülaz Negatif *Stafilokok*’ların Patojenitesi ve Antibiyotik Duyarlılığı ile Slime Pozitifliği Arasındaki İlişki”, *Hastane İnfeksiyonları Dergisi*, 4: 106-111 (2000).

Öztürk, D., “Nevşehir Yöresi Koyunlarında *Toxoplasma gondii*’nin Seroprevalansı”, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, 40:10 (2011).

Peksel, H., “Hastane Kökenli Koagülaz Negatif *Stafilokok* Suşlarında Oksidasyon Direncinin Moleküler ve Geleneksel Yöntemlerle Araştırılması”, Uzmanlık Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi*, İzmir, 82: 5-19 (2006).

Prado, T., Silva D.-M., ve diğ., “Quantification And Molecular Characterization of Enteric Viruses Detected In Effluents From Two Hospital Wastewater Treatment Plants”, *Water Research*, 45: 1287-1297 (2010)

Stuart, B., “Factors Impacting on The Problem of Antibiotic Resistance”, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 1: 25-30 (2002).

Soycan, E., “Hepatit ve HIV İnfeksiyonu Taşıyan Hastaların Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 144: 31-32 (2011).

Söyletir, G.; Topçu, A.W., “Akut Bakteriyel ishaller”, İnfeksiyon Hastalıkları, **Nobel Tıp Kitabevleri**, İstanbul, 608-609 (1996).

Suarez, S., Lema, J.M., Omil, F., “Pre-treatment of Hospital Wastewater by Coagulation–Flocculation and Flotation”, **Bioresource Technology**, 100: 2138-2146 (2009).

Şeker, G., “Sivas Yöresinde Evlilik Öncesi Kadınlarda Rubella-IgG Antikorlarının Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Sivas, 31: 3-6 (2005).

Tepe, M., Öbek, E., “Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş ve Çıkış Suları ile Arıtma Çamurlarındaki Parazit (Helmit) Yumurta Düzeylerinin Değerlendirilmesi”, **Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi**, 18 (3), 339-349 (2006).

Tetik, T., “Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde İzole Edilen Gram Negatif Nonfermenter Bakterilerde Metallo Betalaktamaz Enzim Aktivitesinin Araştırılması”, Uzmanlık Tezi, **Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı**, Isparta, 46: 3-4 (2008).

Tsai, C.-T., Lai, J.-S., Lin S.-T., “Quantification of Pathogenic Micro-organisms In The Sludge Froö Treated Hospital Wastewater ”, **Journal of Applied Microbiology**, 85: 171–176 (1998).

Türkdağı H., Arslan U., Tuncer İ., “Kan Kültürlerinden İzole Edilen *Acinetobacter baumannii* Suşlarında Antibiyotik Direnci”, **ANKEM Dergisi**, 25(1): 22-26 (2011).

Tüzün, H.I., “Toplumumuzda antiCMV Yaygınlığı”, Uzmanlık Tezi, **Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı**, İzmir, (1991).

Uğur, A., Yılmaz, F., Besler, A., “Muğla Üniversitesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinde Bakteriyolojik, Protozoolojik ve Fizikokimyasal Bir Araştırma”, **Ekoloji Çevre Dergisi**, (10) 37: 9-11 (2000).

Uyar, C., “Kronik Hepatit B ve Kronik Hepatit C Hastalarında Fibrotest Actites’in Karaciğer Biyopsisine Alternatif Olarak Kullanımı”, Uzmanlık Tezi, **Süleyman Demirel Tıp Fakültesi**, Isparta, 39: 7 (2008).

Uysal, F., Tinmaz, E., “Tıbbi Atıkların Kontrolü ve Yönetmeliği”, **Çevre ve Orman Bakanlığı yayınları**, 25883 sayılı Resmi Gazete, (2004).

WHO, “Management of Waste from Hospital”, Regional Office for Europa, **Europa Reports and Studies 97**, Copenhagen, (1983).

WHO, “MDI/EIP Marketing and Dissémination”, *Wastes from Health Care Activities*, Genova, (1983).

WHO, “Safe Management of Wastes from Healt-careActivities”, *Wastes from Health Care Activities*, Genova, (1999).

WHO, “Suggested Guiding Principles and practices for Sound Management of Hazardous Hospital Waste”, *Güney-doğu Asya bölge ofisi*, New Delhi, 3-5 (2000).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÇELEBİ Gökçem
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 13.11.1986, ANKARA
Medeni hali : Evli
e-mail : gokcem_celebi@hotmail.com.

Eğitim	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Derece		
Lise	Çankaya 50.Yıl Lisesi	2003
Lisans	Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Çevre Müh.	2008

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012	Türk Telekom Bölge Müd.	Çevre Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce