

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sayım AKTÜRK

**ADANA - TUFANBEYLİ YOL HATTINDAKİ ÇEŞME SULARININ
MİKROBİYOLOJİK KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ADANA - TUFANBEYLİ YOL HATTINDAKİ ÇEŞME SULARININ
MİKROBİYOLOJİK KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**Sayım AKTÜRK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 24/08/2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.**

İmza:.....	İmza:.....	İmza:.....
Prof. Dr. Sadık DİNÇER	Doç.Dr. Hatice GÜVENMEZ	Yrd. Doç.Dr. Fatih MATYAR
Danışman	Üye	Üye

Bu tez Enstitümüz Biyoloji Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü**

Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: FEF2008YL18

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA - TUFANBEYLİ YOL HATTINDAKİ ÇEŞME SULARININ MİKROBİYOLOJİK KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Sayın AKTÜRK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Sadık DİNÇER

Yıl: 2009, **Sayfa:** 83

Jüri : Prof. Dr. Sadık DİNÇER

Doç. Dr. Hatice GÜVENMEZ

Yrd. Doç.Dr. Fatih MATYAR

Bu çalışmada Adana - Tufanbeyli yol hattındaki 15 çeşme suyundan mevsimsel olarak alınan numunelerde toplam aerob, toplam koliform, fekal koliform miktarları belirlenmiş, izolatların günümüzde sıklıkla kullanılan antibiyotiklere dirençlilikleri araştırılmış ve çoklu antibiyotik dirençliliği (MAR) yüksek çıkan izolatların plazmid profilleri belirlenmiştir.

İzolatların biyokimyasal analizleri sonucunda, 121'inin *Proteus vulgaris*, 69'unun *E. coli*, 51'inin *Pseudomonas aeruginosa* ve 28'inin *Citrobacter* spp., olduğu tespit edilmiştir. 91 izolat ise bu testle belirlenememiştir. Çalışmamızda *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* ve *Vibrio* spp., varlığında araştırılmış olup 2 ve 10 nolu istasyonlarda *Vibrio parahaemolyticus*, 11 ve 15 nolu istasyonlarda *Streptococcus faecalis* varlığı tespit edilmiştir.

İzolatlar antibiyotik hassasiyet testine tabi tutulmuş olup, antibiyotiklerden Basitrasin'e %88,14, Vankomisin'e %85,57, Sefalotin'e %68,62, Amfisilin'e %52,10 oranında dirençlilik gösterdikleri saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İçme Suyu, Antibiyotik Dirençliliği, Fekal Koliform, Plazmid Profili

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF MICROBIAL QUALITY IN WATER FROM ADANA -TUFANBEYLİ ROAD LINE

Sayım AKTÜRK

DEPARTMENT OF BIOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor : Prof. Dr.Sadık DİNÇER

Year: 2009, **Pages:** 83

Jury : Prof. Dr. Sadık DİNÇER

Assoc. Prof. Dr. Hatice GÜVENMEZ

Assist. Prof. Dr. Fatih MATYAR

In the present study the total aerob, coliform, fecal coliform amounts were determined in seasonally collected 15 water samples placed in Adana- Tufanbeyli road line. Resistance profiles of the isolates against frequently used antibiotics were investigated and the plasmid profiles of the isolates which have elevated multiple antibiotic resistance (MAR) were also determined.

Results obtained from biochemical analysis have shown that 121 of the isolates were *Proteus vulgaris*, 69 were *E. coli*, 51 were *Pseudomonas aeruginosa* and 28 were *Citrobacter* spp.; however , 91 of the isolates could not be identified. In our study, the existence of *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* and *Vibrio* spp., in water samples were also investigated. According to these results, the existence of *Vibrio parahaemolyticus* in stations 2 and 10, and *Streptococcus faecalis* in stations 11 and 15 were confirmed, respectively.

All of the isolates subjected to the antibiotic susceptibility testing showed 88,14 % resistance to Bacitracin, 85,57 % resistance to Vancomycine, 68 % resistance to Cephalothin, 52 % resistance to Ampicilline, respectively.

Key Words: Drinking Water, Antibiotic Resistance, Fecal Coliform, Plasmid Profile

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminde ve yapım aşamasında her türlü desteği sağlayan danışman hocam Prof. Dr. Sadık DİNÇER'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez savunmam sırasında beni bilgilendiren jüri üyelerim Doç. Dr. Hatice GÜVENMEZ ve Yrd. Doç.Dr. Fatih MATYAR' a teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarımda bana yardımcı olan Araştırma görevlisi Ayşenur Kaya'ya, Uzman Biyolog Emel Karadeniz'e, Uzman Biyolog Abdulkadir Özaslan'a, numune alımlarında bana yardımcı olan Biyolog arkadaşım Osman Dursun'a ayrıca, çalışmalarımda bana yardımcı olan yüksek lisans arkadaşlarımdan hepsine teşekkür ederim.

Tez çalışmam esnasında bana maddi destek sağlayan Çukurova Üniversitesi BAP Birimine teşekkürlerimi sunarım.

Bugüne kadar beni destekleyen, çalışmalarım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden hiç esirgemeyen sevgili annem Döndü Aktürk ve babam Mehmet Aktürk'e çok sevdiğim abim ve kardeşlerime ayrıca saygıdeğer yengem Sevilay Aktürk'e teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Suların Kirlenme Sebepleri.....	2
1.2. Yer altı Suyu Kirliliği.....	3
1.3. Suyun Sağlığa Uygunluğu Yönünden İncelenmesi.....	4
1.3.1. Suyun Fiziksel Özellikleri.....	5
1.3.1.1. Sıcaklık.....	5
1.3.1.2. Tat ve Koku.....	6
1.3.1.3. Renk.....	6
1.3.1.4. Elektriksel İletkenlik.....	6
1.3.1.5. Bulanıklık.....	6
1.3.2. Suyun Kimyasal Özellikleri.....	6
1.3.2.1. pH Değeri.....	7
1.3.2.2. Çözünmüş Oksijen.....	7
1.3.3. Suyun Bakteriyolojik Özelliklerinin İncelenmesi.....	8
1.4. Sulardaki Mikrobiyolojik Kirliliğin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi.....	8
1.4.1. Koliform Bakteriler.....	10
1.4.1.1. Fekal Koliform Bakteriler.....	11
1.4.2. Enterokoklar.....	12
1.4.3. <i>Clostridium perfringens</i>	13
1.4.4. <i>Salmonella</i> spp	13
1.4.5. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14
1.4.6. <i>Vibrio cholera</i>	14
1.4.7. <i>Aeromonas</i>	14

1.5. Su İle İlgili Standartlar.....	15
1.6. Antibiyotikler ve Etki Mekanizması.....	15
1.7. Antibiyotiklere Karşı Direnç Gelişimi.....	17
1.7.1. Doğal Direnç.....	18
1.7.2.Kazanılmış Direnç.....	18
1.7.2.1. Kromozomal Direnç.....	18
1.7.2.2. Ekstrakromozomal Direnç.....	19
1.7.2.2.(1). Plazmidler.....	19
1.7.2.2.(2). Transpozonlar.....	19
1.7.2.2.(3). İntegronlar.....	20
1.7.3. Enterokoklarda β -laktam Grubu Antibiyotik Direnci.....	20
1.8. Agaroz Jel Elektroforezi.....	20
1.9. Çalışmanın Amacı.....	21
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	22
3. MATERYAL ve METOD.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.1.1. Kullanılan Antibiyotikler.....	27
3.1.2. Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar.....	27
3.1.2.1. Plate Count Agar (PCA).....	27
3.1.2.2. Laktozlu Buyyon.....	28
3.1.2.3. Çift Laktozlu Buyyon.....	29
3.1.2.4. EMB Agar.....	29
3.1.2.5. Nutrient Agar.....	30
3.1.2.6. Azid Dekstroz Broth.....	30
3.1.2.7. LB Buyyon.....	30
3.1.2.8. TCBS Agar.....	31
3.1.2.9. Brewer Anaerobik Agar.....	32
3.1.2.10. İndol Sıvı Besiyeri.....	32
3.1.2.11. Buffered Glucose Buyyon.....	33
3.1.2.12. Koser's Citrat Broth.....	34
3.1.2.13. 10X TBE (Tris- Borik Asit- EDTA) Solüsyonu.....	34

3.1.2.14. Agaroz Jel.....	35
3.1.2.15 Örnek Yükleme (Loading Buffer) Tamponu.....	35
3.1.2.16. Yürütme Tamponu	35
3.1.2.17. Boyama Solüsyonu.....	35
3.1.2.18. Boyayı Geri Alma Solüsyonu.....	35
3.2. Metod.....	35
3.2.1. Su Numunelerinin Alınması.....	39
3.2.2. Toplam Aerob Bakterilerin Saptanması.....	39
3.2.3. Toplam Koliformların Tespiti.....	39
3.2.4. <i>Fekal Streptococcus</i> Saptanması.....	39
3.2.5. <i>Vibrio</i> spp. Tayini.....	40
3.2.6. Bakterilerin Tanımlanmasında Uygulanan Biyokimyasal Testler.....	40
3.2.6.1. İndol Testi.....	39
3.2.6.2. Metil Kırmızı Testi.....	39
3.2.6.3. Voges- Proskauer Testi.....	41
3.2.6.4. Sodyum Sitrat Testi.....	41
3.2.7. Çoklu Antibiyotik Direnci (MAR) İndeksi.....	42
3.2.8. Plazmid DNA İzolasyonu.....	42
3.2.9. Plazmid DNA'nın Agaroz Jel Elektroforezi.....	42
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	44
4.1. Su Örneklerinde Toplam Aerob Bakteri Sayısı.....	44
4.2. EMS (En Muhtemel Sayı) Sonuçları.....	49
4.3. <i>Vibrio cholera</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Streptococcus feacalis</i> Sonuçları...52	
4.4. İzole Edilen Bakterilerin İMVİC Bulguları.....	53
4.5. İçme Suyundan İzole Edilen İzolatların Antibiyogram Sonuçları.....	53
4.6. Plazmid Profilleri.....	61
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	64
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	75
EKLER.....	76

Çizelge 1.1. Su Kaynaklı Enfeksiyonlar.....	10
Çizelge 1.2. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik Esaslarına Göre İçme Sularında Aranan Mikrobiyolojik Parametreler.....	15
Çizelge 1.3. Antibiyotiklerin Ana Sınıfları ve Örnekleri.....	17
Çizelge 3.1. Kullanılan Antibiyotiklerin Sınıflandırılması.....	27
Çizelge 3.2. Örnek Toplama İstasyonları ve Özellikleri.....	38
Çizelge 4.1. Örnek Alım İstasyonlarının Farklı Zamanlardaki pH Değerleri.....	44
Çizelge 4.2. Örnek Alım İstasyonlarının Farklı Zamandaki Sıcaklık Değerleri.....	45
Çizelge 4.3. Örnek Alım İstasyonlarının Farklı Zamandaki İletkenlik Değerleri.....	46
Çizelge 4.4. Örnek Alım İstasyonlarının Farklı Zamandaki Çözünmüş Oksijen Değerleri.....	47
Çizelge 4.5. Örneklem İstasyonlarının Farklı Zamandaki Toplam Aerob Bakteri Sayısı.....	48
Çizelge 4.6. 30.03.2008 Tarihindeki Su Örneklerinin Toplam Koliform Sayısı.....	50
Çizelge 4.7. 14.06.2008 Tarihindeki Su Örneklerinin Toplam Koliform Sayısı.....	50
Çizelge 4.8. 24.09.2008 Tarihindeki Su Örneklerinin Toplam Koliform Sayısı.....	51
Çizelge 4.9. 09.01.2009 Tarihindeki Su Örneklerinin Toplam Koliform Sayısı.....	51
Çizelge 4.10. 05.04.2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Çoklu Antibiyotik Dirençlilik (MAR) Oranları.....	54
Çizelge 4.11. 22.06.2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Çoklu Antibiyotik Dirençlilik (MAR) Oranları.....	56
Çizelge 4.12. 30.09. 2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Çoklu Antibiyotik Dirençlilik(MAR) Oranları.....	57
Çizelge 4.13. 15.01.2009 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Çoklu Antibiyotik Dirençlilik (MAR) Oranları.....	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Su Alınan Bir Çeşme.....	36
Şekil 3.2. Adana- Tufanbeyli Yol Güzargahındaki Numune Alım İstasyonları.....	37
Şekil 4.1. 15.04. 2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Yüzde Antibiyotik Dirençlilik Oranları.....	54
Şekil 4.2. 22.06.2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Yüzde Antibiyotik Dirençlilik Oranları.....	55
Şekil 4.3. 30.09.2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Yüzde Antibiyotik Dirençlilik Oranları.....	57
Şekil 4.4. 15.01.2009 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Yüzde Antibiyotik Dirençlilik Oranı.....	58
Şekil 4.5. İçme Suyundan İzole Edilen Bakterilerin Yüzde Antibiyotik Dirençlilik Oranları.....	59
Şekil 4.6. İzole Edilen Bakterilerin Çoklu Antibiyotik Dirençlilik Yüzdeleri.....	60
Şekil 4.7. Plazmid DNA'ların Agaroze Jel Sonuçları- 1.....	61
Şekil 4.8. Plazmid DNA'ların Agaroze Jel Sonuçları- 2.....	62
Şekil 4.9. PCA Besiyerinde Üreyen Toplam Aerob Bakteriler.....	63
Şekil 4.10. EMB Besiyerinde Üreyen <i>E. coli</i> Bakterileri.....	63

1. GİRİŞ

Canlıların yaşamı açısından hayati önem arz eden su, dünya üzerinde doğal bulunan en yaygın kaynaktır. Yeryüzünün %75'i, insan vücudunun %70'i, kanın %78'i sudur (Mutluay ve Demirak, 1996). Yeryüzündeki su kütlesinin %97'sini okyanuslar ve denizler, %2'sini göller, akarsular ve yer altı suları, %1'ini ise buzullar ve karlar oluşturmaktadır. Su uygarlığın gelişimi boyunca; kişisel hijyen, tarımsal sulama, endüstriyel üretim ve elektrik enerjisi üretimi gibi pek çok farklı amaçla kullanılmıştır. Ancak yirminci yüzyılın başında başlayan hızlı sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışı, doğal kaynaklar üzerindeki kullanım baskısının artması, beraberinde çevre kirliliği olarak adlandırılan insan yaşamını ve çevresini tehdit eden büyük bir tehlikenin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çevreye verilen katı ve sıvı atıkların çeşidinin ve miktarının günden güne artması; toprak, hava ve su kirliliğine neden olmaktadır.

Su kirlenmesi, su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik niteliklerinin suyun herhangi bir şekilde kullanımını sınırlayacak şekilde değişim göstermesi olarak da tanımlanabilir. Kirlenme bir fiil veya aksiyon değildir; kirlenme bir su yatağına herhangi bir kirleticinin fazla miktarda girmesi sonucu oluşan bir durumdur (Karpuzcu, 1996).

Suları kirleten sebepler arasında bazı patojen bakteriler ve virüsler fazla miktardaki metaller, bazı radyoaktif izotoplar, deterjanlar, koli basilleri, fosfor, azot ve sodyum gibi eksojen mineral maddeler de vardır (Akman ve ark., 2000).

Buraya kadar ifade edildiği şekilde; su hayat için ne kadar gerekli olsa da kirlenmesi de o kadar kolay olmaktadır. Su, değişik aşamalarda bulaşmış çeşitli mikroorganizma, organik ve inorganik bileşiklerle birçok hastalığın sebebi olabilir. Değişik yer ve zamanlarda ortaya çıkabilen kolera, tifo, dizanteri gibi büyük salgınlarda suyun oynadığı rolün ne kadar önemli olduğu artık herkes tarafından bilinmektedir.

Su ve su kaynaklarında yüksek sayıda koliform grubu bakteri bulunması özellikle bebek ve çocuklarda enterik patojenlere yakalanma riskini oldukça artırmaktadır (Nwachuku ve Gerba, 2004). Zayıf sanitasyon şartları enterik

patojenlere maruz kalmada çok önemli olduğundan, içme suları gelişmekte olan bölgelerde mikrobiyal patojenlerin salgın oluşturmada önemli bir kaynaktır. Hijyenik kalitesi düşük nitelikli sular yüzünden dünyada yaygın olarak başlıca bulaşıcı diyareden dolayı meydana gelen yılda 1.7 milyon ölüm vakasının %90'ı çocuklarda ve hemen hemen hepsi gelişmekte olan ülkelerdedir (Nwachuku ve Gerba, 2004).

Dünya nüfusunun %40'ını barındıran 80 ülke şimdiden su sıkıntısı çekmektedir 1940 -1980 yılları arasında su kullanımı iki katına çıkmıştır. Nüfusun hızlı artması, buna karşılık su kaynaklarının sabit kalması sebebiyle su ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle kısıtlı olan içme sularının korunması için her türlü kirleticilerin azaltılması yanında mikrobiyolojik kirlenme potansiyellerinin tespit edilerek bu olumsuz durumun ortadan kaldırılması büyük öneme sahiptir (Kumbur, 1997).

Sağlıklı ve güvenilir bir içme suyunun temin edilerek tüketiciye ulaştırılması toplum sağlığı için son derece önemlidir. Dünya sağlık örgütü (WHO) verilerine göre, gelişmekte olan ülkelerde ortaya çıkan hastalıkların %80'i içme suyundan kaynaklanmaktadır (Balkaya ve Açıkgöz, 2004).

1.1. Suların Kirlenme Sebepleri

Suyun kalitesi, potansiyel kullanımın belirlenmesinde temel kuraldır. Günümüzde suyun başlıca kullanım yerleri tarım ve endüstri alanları ve evsel gereksinimlerdir. Evlerde kullanılan su, sağlığa zararlı olan pestisitleri, hastalık yapan ajanları ve ağır metal gibi maddeleri içermemeli, tadı ve kokusu güzel olmalı, ayrıca su tesisatlarına ve ev aletlerine zarar vermeyecek kimyasal özelliklere sahip olmalıdır (Akman ve ark., 2000).

Suların kirleticileri başlıca evsel ve endüstriyel atıklardır. Evsel atık sular askıda, koloidal ve çözünmüş halde organik ve inorganik maddeler ihtiva eder. Evsel atık sular genel olarak çok büyük oranlarda karbon, azot, fosfor gibi organik besinlerden ve yüksek konsantrasyonda mikroorganizmalardan oluşur. Endüstriyel atık suların karakteristikleri, endüstriden endüstriye farklılık göstermektedir (Soli,

1998).

Artan nüfusumuzla birlikte, gelişen sanayimiz, büyüyen şehirlerimiz ve her geçen gün yenisi eklenen tarımsal sulama şebekelerimizle, gelecekte daha çok içme ve kullanma suyuna ihtiyaç duyacağız.

Ancak dünyada olduğu gibi ülkemizde de su kaynaklarına olan ihtiyaç giderek artarken, sınırlı olan bu kaynaklar üzerindeki kirlilik baskıları da giderek artmaktadır. Arıtılmadan su kaynaklarına deşarj evsel ve endüstriyel atık sular yanında, bilinçsizce yapılan gübre ve zirai ilaç kullanımından kaynaklanan kirleticilerin dünya ortalamasına göre zengin sayılmayan su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri, çevre ve halk sağlığı açısından olduğu kadar ekonomik yönden de büyük önem kazanmaktadır.

Dünya sağlık örgütü yüzeysel sularda kirletici etki yapabilecek unsurların sınıflandırılmasını şu şekilde bildirmiştir (Uslu ve Türkman, 1987).

- a) Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar
- b) Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme
- c) Endüstri atıkları
- d) Yağlar ve benzeri maddeler
- e) Sentetik deterjanlar
- f) Radyo aktif bulaşmalar
- g) Pestisitler
- h) Yapay organik kimyasal maddeler
- i) İnorganik tuzlar
- j) Yapay ve doğal tarımsal gübreler
- k) Atık ısı (tek geçitli soğutma suyu sistemlerine sahip termik santraller).

1.2. Yer Altı Suyu Kirliliği

Aslında yer altı suyu kirliliğini yüzeysel sular ve toprak kirlenmesinden ayrı tutmak mümkün değildir. Yağmur suyu yeryüzüne indiği anadan itibaren kirlilik yükünde ani bir artış olur. Organik ve anorganik partiküller hayvansal ve bitkisel atıklar, doğal ve yapay gübreler, pestisidler ve mikroorganizmalar su ile yer altına

doğru taşınır. Yüzey kısımlardaki toprak tabakasında, kalitede, zemin cinsi özelliklerine de bağlı olarak önemli miktarlarda iyileşme sağlanabilir. Askıdaki maddeler hemen tamamıyla süzülme yoluyla uzaklaşır, organik maddeler ayrışır, mineraller bitkiler tarafından alınır, suyun oksijen içeriği azalırken CO₂ miktarı artar. Suyun süzülmesi sırasında organik maddelerin kısıtlı oluşu nedeni ile mikroorganizmalar büyük ölçüde azalmakta, bakteri ölümü sonucu ortaya çıkan organik maddeler, daha alt kısımlarda başka bakteriler tarafından kullanılmaktadır.

Yeraltı suyu kirlenmesinin en büyük nedeni evsel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan alıcı ortamlara verilmesidir. Katı, sıvı ve gaz atıklar ortama verildikten sonra, iklimin durumuna, toprağın yapısına, atığın cinsine ve zamana bağlı olarak yer altı sularına taşınır. Zirai mücadele ilaçlarının aşırı ve bilinçsiz kullanımı büyük bir sorundur. Diğer yandan kimyasal gübrelerin bilinçsizce ve aşırı kullanımı da zamanla toprağı çoraklaştırmakta, bunun sonucunda hem toprağın verimi düşmekte, hem de yeraltı sularına sızması ve yüzey su akışlarıyla birlikte yerüstü sularına karışması neticesinde su kirliliğine neden olmaktadır. Diğer bir önemli sorun ise, evsel atıkların doğrudan toprağı verilmesidir. Özellikle kanalizasyon sisteminin olmadığı yerlerde septik çukurlardan sızan sular yer altı suyuna taşınabilmektedir. Mikroorganizmalar, yer altı suyuna ulaşarak içme suyu açısından sorun yaratabilmektedir. Çöplerin açık alanlarda depolanması ve kirliliğı azaltıcı faaliyetlerinin uygulamaya konmaması önemli sorunlara neden olmaktadır.

1.3. Suyun Sağlığa Uygunluğu Yönünden İncelenmesi

Bir suyun içilebilir yahut kullanılabilir olması için, bir takım özellikleri taşıması, diğer bir ifadeyle her yönüyle sağlık için uygun olması gerekmektedir (Demirer, 1995).

Suyun sağlıklı olup olmadığının anlaşılması, suyun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelenerek, taşıyabileceğı zararlı etkenlerin tespiti ile mümkündür. Suyun sağlığa uygunluğu üç grup altında toplanan özelliklerin incelenmesi sonucunda belirlenir.

- 1- Suyun fiziksel özelliklerinin incelenmesi
- 2- Suyun kimyasal özelliklerinin incelenmesi
- 3- Suyun bakteriyolojik özelliklerinin incelenmesi

1.3.1. Suyun Fiziksel Özellikleri

Suyun sıcaklık, tat ve koku, renk, bulanıklık, toplam katı madde, askıda katı madde, çökebilir katı madde, elektriksel iletkenlik, radyoaktivite yoğunluk ve viskozite değerleridir.

1.3.1.1. Sıcaklık

Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik, kimyasal ve fiziksel işlemleri etkiler. Böylece pek çok parametrenin konsantrasyonu değişir. Suyun sıcaklığı arttığında kimyasal reaksiyonların hızı ve sudaki maddelerin buharlaşması da artar. Suyun sıcaklığının artması ayrıca O₂, CO₂, N₂, CH₄ gibi gazların suda çözünürlüğünü azaltır. Sıcak sularda organizmaların solunum hızının artması oksijen tüketimini artırır ve organik maddelerin bozulmasına neden olur. Besleyici koşullar uygun olduğunda, çok kısa sürede hızlı artan bakteri ve fitoplanktonlar suyun bulanıklığının artmasına neden olur (DSİ, 2001).

1.3.1.2. Tat ve Koku

Suda bulunan canlı veya ölmüş haldeki mikroorganizmalar, çözünmüş halde bulunan hidrojen sülfür, metan ve karbondioksit gibi gazlar, organik maddeler, sodyum klorür ve demir bileşikler, diğer elementlerin karbonat ve sülfat tuzları ile fenollü maddeler suya tat ve koku verirler. Tat genel olarak kokuyu meydana getiren nedenler sonucu ileri gelmektedir. Eriyik mineraller suya yalnız tat verdikleri halde koku vermezler. Çözünmüş gazlardan ileri gelen tat ve kokular havalandırma yolu ile giderilebilir (Yalçın ve Gürü, 2002).

1.3.1.3. Renk

Su içerisinde çözünmüş olan organik ve inorganik maddeler, yaşayan bitkisel canlılar, bazı mineraller, sanayi atıkları ile korozyon ürünleri sularda renk oluşmasına neden olur. Bu maddelerin zararlı mikroorganizmalar için uygun ortam oluşturması, aynı zamanda estetik ve psikolojik iticiliği nedeni ile suyun renginin giderilmesi gerekmektedir. Renk giderilmesi ozonlama, sedimantasyon (fiziksel çökeltme) ve filtrasyon işlemleri ile gerçekleştirilebilir.

1.3.1.4. Elektriksel İletkenlik

Suyun özelliği, içinde bulunan iyonların tipine ve konsantrasyona bağlıdır. Sudaki iyon konsantrasyonu arttıkça, iletkenlikte o oranda artar. İletkenlik, suyun içindeki eriyik haldeki toplam katı maddelerin (kuru katı maddeler) konsantrasyonu açısından önemlidir (Yaramaz, 1997).

Su kaynağına kanalizasyon ve bazı endüstriyel atık sularının, sulama sularının deşarjı elektrik iletkenliğinin artmasına neden olmaktadır.

1.3.1.5. Bulanıklık

İçme ve kullanma sularının berrak olması, su hijyeni yönünden önemlidir. Suyun bulanıklığı, içerdiği kolloidal haldeki organik ve inorganik maddelerden ileri gelir. Organik maddeler arasında, patojen mikroorganizmalarda bulunabileceğinden dolayı bulanık sular daima şüpheli olarak kabul edilmelidir. Önceden bir temizleme işlemine maruz kalsa da, bulanık suların içilmemesi, işletme ve ev işlerinde kullanılmaması gerekir.

1.3.2. Suyun Kimyasal Özellikleri

Suyun pH, oksidasyon- redüksiyon potansiyeli, alkalinite veya asidite, setlik,

çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, nitrojen ve klorür değerlerini kapsar (Tebbutt, 1977).

1.3.2.1. pH Değeri

Suyun pH'sı suda, kalsiyum bikarbonat ve alkali tuzlar bulunursa alkali, fazla karbondioksit varsa asit reaksiyon gösterir. Suyun fazla alkali olması kokuşmanın varlığını gösterir. Suyun pH'sı nötr veya hafif alkali olmalıdır. Kaynak sularında pH 7,0- 8,5, içme ve kullanma sularında pH 6,5-9,2 sınırları içinde olmalıdır (Demirer, 1995).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmi Gazete 2005) sulardaki pH'nın " $\geq 6,5$ ve $\leq 9,5$ pH birimleri arasında olması gerektiği ve aşındırıcı olmaması gerektiği ayrıca şişelere ya da kaplara konulan suların pH değerinin minimum 4,5 olması gerektiği bildirilmektedir. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 2006)'da suların pH değerinin 6,5- 8,5 arasında olması gerektiğini bildirmiştir.

1.3.2.2. Çözünmüş Oksijen

Oksijen, doğal sularda kendi kendini temizleme süreçlerinde işlevleri olan organizmalar dahil, sucul yaşamın parçası olan tüm canlılar için gereklidir. Doğal sularda oksijen miktarı sıcaklık, tuzluluk, türbülans, akım, alg ve bitkilerin fotosentetik aktiviteleri ve atmosferik basınca bağlıdır. Oksijenin suda çözünürlüğü sıcaklık ve tuzluluk arttıkça azalır. Sıcaklık azaldıkça suyun çözünmüş oksijen tutma kapasitesi artar.

Sularda biyolojik solunum ve çeşitli organizmaların bozunması çözünmüş oksijeni düşürür. Atık deşarj konsantrasyonu yüksek organik madde ve besleyicilerin bakteriyolojik aktiviteler sonucu indirgenmesi çözünmüş oksijen konsantrasyonunun azalmasına neden olur (DSİ, 2001). Oksijen derişiminin doğal ya da antropojenik sebeplerle aşırı düştüğü durumlarda, çöken maddelerin çürümesinin bir sonucu olarak sediment- su arayüzünde anaerobik koşullar meydana gelebilir (Chapman ve Kimstach, 1996).

1.3.3. Suyun Bakteriyolojik Özelliklerinin İncelenmesi

Doğal ortamı oluşturan toprak, hava ve suyun çeşitli mikroorganizmalarla kirlenmesi ve dolayısıyla mikrobiyolojik yapının bozulması mikrobiyal kirlenmeyi, aynı ortamların mikroorganizmalarla kirlenmesi ise biyolojik kirlenmeyi tanımlar.

Suda bulunan mikroorganizmalar; suda doğal olarak bulunan canlıların mikroorganizmaları, toprakta yaşayan mikroorganizmalar, insan ve hayvan bağırsak kaynaklı mikroorganizmalar olarak sıralanabilir.

Doğal olarak suda bulunanlar; *Spirillum*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Archromabacter*, *Chromobacterium* türleri ile *Micrococcus* ve *Sarcina*'nın bazı türleridir.

Toprak kökenli bakterilerin başlıcaları; *Bacillus*, *Streptomyces* ve *Enterobacteriaceae*'nin saprofit üyeleridir.

İnsan ve hayvan kökenli mikroorganizmaların başlıcaları ise *Escherichia coli*, *Streptococcus feacalis*, *Clostridium perfringens* dir.

Su kaynaklarının hijyenik açıdan güvenilir olabilmesi için suyun fekal kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Fekal kontaminasyonun belirteci olarak en çok koliform grubu özellikle de *Escherichia coli* aranır (Tekinşen, 1976).

Bunların varlığı suya hammaddeden başlayıp suyun taşınmasına kadar bir yada daha fazla aşamada doğrudan yada dolaylı olarak lağım ile dışkı bulaştığının göstergesidir (Dinçer ve ark., 2001).

1.4. Sulardaki Mikrobiyolojik Kirliliğin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi

Su, hastalık yapan birçok mikroorganizma için uygun ortam teşkil eder. Tekniğine uygun şekilde projelendirilip inşa edilmeyen su temini tesislerinin işletilmesi sırasında hastalık yapan bakteriler suya girmekte ve bu suyu kullanan kişilere taşımaktadır. İçme suyu ve kanalizasyon tesislerinin yeterli olmadığı az gelişmiş ülkelerde, zaman zaman ortaya çıkan kolera ve tifo iki önemli hastalıktır.

İçme ve kullanma suyunda bulunan kirletici maddeler zemine sızan kirli sulardan ve bilhassa iyi inşa edilmemiş kanalizasyon sistemlerinden karışabilir (Tickner ve Geiser, 2004). Ayrıca iyi bir şekilde korunmamış memba ve kuyular, çevredeki ziraat sahalarından ve foseptik çukurlarından sızan pis sularla kirlenebilir (Hooda ve ark., 2000).

Su ile ilişkili hastalıklar; sudan kaynaklanan hastalıklar, su yokluğundan kaynaklanan hastalıklar, suda yaşayan canlılarla bulaşan hastalıklar ve su ile bağlantılı vektörle yayılan hastalıklar olarak gruplandırılabilir.

Sudan kaynaklanan hastalıklar; özellikle ılıman ve sıcak insan ve hayvan dışkıları ile kirlenen sularda ortaya çıkar. Aynı kaynaktan su alan insanların enfekte olması ile salgınlar meydana gelir (Tifo, Kolera, Viral Hepatit vb.).

Su kirliliğinden kaynaklanan hastalıklarda, susuzluğa bağlı olarak kişisel hijyen bozulur. Vücudun, yiyeceklerin ve giysilerin yıkanmaması nedeni ile hastalık yayılma olasılığı artar (Trohom, Basilli Dizanteri, Paraziter hastalıklar vb.)

Suda yaşayan canlılarla bulaşan hastalıklar, bazı bakteriler ve parazit yumurtaları sulardaki omurgasız canlılarda (salyangoz, midye, vb) yerleşip gelişir. Bu tür suların içilmesi ya da kullanılması sonucu enfeksiyon oluşabilir.

Su ile bağlantılı vektörlerle yayılan hastalıklarda ise, su birikintilerinde gelişen larvalardan çıkan sinekler, taşıdıkları patojen mikroorganizmalarla insanları enfekte ederler (Sıtma vb.).

Su ile bulaşan enfeksiyon hastalıklarında, etken ya içme yoluyla sindirim sistemine bulaşmakta veya bulaşık su ile temas sonrası deri enfeksiyonları oluşabilmektedir (Öz ve ark., 1996).

İnfeksiyona neden olabilecek infeksiyöz doz patojenler arasında farklılık gösterir. Yaş, cinsiyet, sağlık durumu, yaşam şartları ve kazanılmış bağışıklık gibi faktörlere bağlı olarak hastalığın ortaya çıkışı kişiden kişiye değişiklik gösterir (Öztürk, 2003).

Çizelge 1.1. Su Kaynaklı Enfeksiyonlar (Hurst ve ark., 1997; Köksal, 1999)

Bakteriler	Kaynak	İnkübasyon Süresi	Klinik Belirtiler	Süre
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Tatlı ve tuzlu su		Sektetüvar diyare	42 gün
<i>Campylobacter jejuni</i>	İnsan ve hayvan dışkısı	8 – 48 saat	Akut gastroenterit, kanlı ve müküslü dışkı	1 – 4 gün
Enterehemorajik <i>Escherichia coli</i> (O157: H7)	İnsan ve hayvan dışkısı	3 – 5 gün	Sekretüvar, kanlı diyare, kusma, hemolitik üremik sendrom	1 -12 gün
Enteroinvasiv <i>Escherichia coli</i>	İnsan dışkısı	3 – 8 gün	Ateşli dizanteri	1 -2 hafta
Enteropatojenik <i>Escherichia coli</i>	İnsan dışkısı	1 – 3 gün	Sektetüvar diyare	1 -3 hafta
Enterotoksijenik <i>Escherichia coli</i>	İnsan dışkısı	12 – 72 saat	Sekretüvar diyare	3 – 5 gün
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Tatlı su, balık, yabani ve evcil hayvan	1 – 2 gün	Kanlı ve müküslü diyare, karın ağrısı, bulantı, kusma	11 gün
<i>Salmonella sp.</i>	İnsan ve hayvan dışkısı	8 – 48 saat	Gevşek sekretüvar bazen kanlı diyare	3 -5 gün
<i>Salmonella typhi</i>	İnsan dışkısı ve idrarı	7- 28 gün	Ateş, baş ağrısı, öksürük, bulantı, kusma, karın ağrısı	Haftalar, aylar
<i>Shigella sp.</i>	İnsan dışkısı	1 – 7 gün	Ateşli dizanteri	4 – 7 gün
<i>Vibrio cholerae</i> O1	İnsan dışkısı	9 – 72 saat	Sekterüvar diyare, kusma, dehidratasyon	3 -4 gün
Non-O1- <i>Vibrio cholerae</i>	İnsan dışkısı	1 – 5 gün	Sekretüvar diyare	3 -4 gün
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Hayvan dışkısı ve idrarı	2 – 7 gün	Karın ağrısı, bazen kanlı diyare, ateş	1 -21 gün

Tüm dünya içme sularının mikrobiyolojik standardını belirleyen kuruluşlarda (International Organization for Standardization [ISO], American Water Works Association [AWWA], American Public Health Association [APHA], World Health Organization Europe [WHO-E], World Health Organization International [WHO-I] indikatör mikroorganizma olarak koliform organizmaları almıştır (Öztürk, 2003).

1.4.1. Koliform Bakteriler

Koliform grubu bakteriler tanım olarak; *Enterobacteriaceae* familyasına ait, Gram negatif, fakültatif anaerob, spor oluşturmeyen, çubuk şeklinde ve laktozu 35-37 °C'de 24- 48 saatte asit ve gaz oluşturarak fermente eden, β galaktosidaz aktivitesi gösteren, oksidaz negatif bakterilerdir. Bu bakteri grubunda, *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ve *Serratia* cinslerine ait türler bulunmaktadır (Altinkum, 1996 ; Ergün, 1999).

Koliform grubu mikroorganizmaların hepsi dışkı kökenli değildir. Sadece *E. coli* doğrudan bağırsak kökenlidir. Grubun diğer üyeleri toprak ve bitki kökenli olabilmektedir. *E. coli*'ye ve/veya fekal koliform bakterilere rastlanması, doğrudan yada dolaylı olarak dışkı bulaştığının ve bağırsak kökenli *Salmonella* ve *Shigella* gibi primer patojenlerin olabileceğinin bir göstergesidir. Bu nedenle içme ve kullanma sularında, denizlerde ve göllerde *E. coli* ve fekal koliform bulunmasına izin verilmezken, bazı gıdalarda belirli sayıda koliform bakteri bulunmasına izin verilmektedir (Altinkum, 1996; Köksal, 1999; Öztürk, 2003).

İçme sularında koliform bakteri bulunması, yetersiz arıtma, depolama ve dağıtım sırasında bir kontaminasyon olduğunu düşündürmelidir (Altinkum, 1996). Bu nedenle suların mikrobiyolojik kalitesini değerlendirmede önemlidir.

1.4.1.1. Fekal Koliform Bakteriler

Koliform grubu bakterilerden, laktozu 44- 45 °C'de fermente ederek asit ve gaz oluşturan bakteriler fekal koliform olarak nitelendirilir. *Escherichia* cinsi ile *Klebsiella*, *Enterobacter* cinslerine ait bazı nadir suşlar bu gruba girerler (Anonymous,1993).

Escherichia coli spesifik olarak fekal koliform bakteri olduğu için su kalitesini tayin etmede önemlidir. Fekal koliformlar tespit edildiğinde *E. coli*'de araştırılmalıdır (Anonymous, 1993).

Fekal koliform bakteriler endüstriyel atıklar veya çürümüş bitki atıkları ve diğer kirleticilerle birlikte suda bulunabilirler. Bu nedenle hepsi fekal orjinli

olmayabilir (Köksal, 1999).

Escherichia coli

Enterobacteriaceae ailesi içerisinde yer alan *E. coli*, Gram negatif, hareketli, fakültatif anaerob çubuklardır. Gelişme sıcaklıkları 3- 50°C (optimum 37- 41°C) arasındadır. Çoğaldıkları pH ise 4 ve 10 değerleri arasındadır (Uğur ve ark., 1999).

Escherichia coli nutrient agar ve kanlı agarda, enterobakteriler için bazı selektif ve diferensiyel besiyerlerinde (Mac Conkey Agar, Eosine Methylene Agar vs.) 37 °C’de 24 saatte gözle görülebilir –S tipi koloniler meydana getirir. *E. coli*’nin bazı suşları kanlı agarda hemoliz oluşturur. *E. coli* laktozu ayrıştırdığı için Mac Conkey Agar’da pembe renkli koloniler, Eosine Methylene Blue Agar’da ise metalik refle görünümünde koloniler oluşturur. Nutrient Buyyon’da 24 saatte 37 °C’de bulanıklık yaparak ürer (Arda ve ark., 1999).

Genellikle lağımlarda ve kontamine sularda bulunur. Suyun dışkı ile kirlenmesini saptamak için araştırılan özelliklere *E. coli* sahiptir. Bu nedenle suda saptandığı zaman bu suyun dışkı ile kontamine olduğu söylenilebilir (Öztürk, 2003).

1.4.2. Enterokoklar

Enterokoklar ve fekal streptokoklar farklı şekilde tanımlanabilmektedir. Bazı araştırmacılar bu iki grubu birbirinin aynısı olarak tanımlarken, bazı araştırmacılar enterokokların Lancefield sınıflandırmasında D grup olarak yer alan *Streptococcus fecalis* ve *Streptococcus faecium* (bazen de *Streptococcus casseliflavus* ve *Streptococcus avium*) bakterilerini ifade ederken fekal streptokoklar, sadece dışkıda değil, aynı zamanda bitki ve çevresel örneklerde de bulunabilen tüm streptokokları ifade etmektedir (Köksal, 1999).

1984 yılında *Streptococcus fecalis* ve *Streptococcus faecium*’un isimleri *Enterococcus faecalis* ve *Enterococcus faecium* olarak değiştirilmiştir. Enterokoklar Gram pozitif, ovoid kok formunda, fakültatif anaerob bakterilerdir. *E. fecalis* ve *E. faecium*, hem insanlar hem hayvanların sindirim sisteminde hem de doğada yaygın

olarak bulunurlar. Su örneklerinin analizinde saptanan enterokoklar fekal kontaminasyon göstergesi olarak kabul edilirler. Deniz ve tatlı su örneklerinde enterokoklar en önemli bakteriyel indikatör olarak kabul edilirler (Öztürk, 2003).

1.4.3. *Clostridium perfringens*

Clostridium cinsinde yer alan anaerob, Gram pozitif, sporlu, çubuk şeklinde bir mikroorganizmadır. Gelişme sıcaklığı minimum 10 °C, optimum 43- 45 °C, maksimum 50 °C dir. Üreme için en uygun pH 5,5 ve 8 değerleri arasındadır (Uğur ve ark., 1999).

Clostridium perfringens dışkıdan da bulaşmakla birlikte, diğer çevresel kaynaklardan da suya bulaşabilir. Doğada çok yaygındırlar. Denizlerin dibinde lağım sularında, çürümüş bitki ve hayvanlarda, hayvan artıklarında bulunurlar (Arda ve ark, 1999; Öztürk, 2003).

Clostridium sporları suda çok uzun süre kalabilir ve dezenfeksiyona dirençlidir. Bu nedenle eski bir kontaminasyonu göstermesi açısından önemlidir. Dezenfekte edilmiş sularda bulunmaları ise arıtma işlemlerinin yetersizliğini gösterir (Öztürk, 2003).

1.4.4. *Salmonella sp.*

Enterobacteriaceae familyası üyesi olup, fakültatif anaerob, gram negatif ve çubuk şeklindedir. 7- 48 °C arasında, optimum 37 °C’de ürerler. Gelişme için optimum pH 6,5 ve 7,5 değerleri arasındadır. Dondurulmuş ve kurutulmuş gıdalarda uzun süre hayatını sürdürebilirler. Atık sularda 11 gün, toprakta 20 gün,- 1,5 yıl kadar yaşayabilirler (Uğur ve ark., 1999).

Kontamine su, atıklar ve gıdalar bu etkenin yayıcısıdırlar. *Salmonellaların* neden olduğu gastroenterit ölümle sonuçlanabilir. Dolayısıyla gıda maddeleri, içme ve kullanma sularında *Salmonella* bulunmasına izin verilmez (Uğur ve ark., 1999).

1.4.5. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonadaceae familyasına ait, sporsuz hareketli, Gram negatif, genellikle kapsülsüz mikroorganizmalardır. Kültürlerde bazen ikiyeşerli, çoğunlukla tek tek görülen ince, düz çomaklardır (Arda ve ark., 1999).

Hastane infeksiyonlarının %10- 25'inden *Pseudomonas aeruginosa* sorumlu tutulmakta olup genellikle çoklu antibiyotik direnci (Gülseren ve ark., 1999 ; Çetin ve ark., 1999) gösterebildiğinden tedavilerde sorulara neden olmaktadır.

Minimum beslenme gereksinimi olan bir bakteridir. Toprakta, çürümüş bitki ve çiçeklerde, musluk suyunda ve hatta distile suda dahi yaşayabilirler. Suyu ve nemli ortamı sevdiği için hastane ortamında kolayca yaşayabilirler.

1.4.6. *Vibrio cholera*

Vibrio cholera eğik, kıvrık sert vucutlu, hareketli Gram negatif bir bakteridir. Temiz sularda uzun kirli sularda kısa süre yaşar. Gastrointestinal infeksiyonlara yol açar.

Kolera, fekal – oral yolla bulaşan diğer hastalıklar gibi, alt yapısı yetersiz içme ve kullanma sularının kanalizasyon sularına karışabildiği, suların sık sık kesildiği, kişisel hijyen kurallarının uygulanmadığı, sosyoekonomik yönden gelişmemiş ülkelerde büyük salgınlara yol açmaktadır (Karim, 2004).

1.4.7. *Aeromonas*

Gram negatif, çubuk şekilli fakültatif anaerob bakteri olan *Aeromonas*'ın 14 tane türü insan hastalıkları ile ilişkili olup, bunlardan en önemlileri *A. hydrophila*, *A. caviae* ve *A. veroni*'dir. İki major özelliği insanlarda gastroenterit, bakteriyemi ve yaralar oluşturmalarıdır. Gastroenteritler tipik olarak kontamine suların içilmesi veya yiyeceklerin yenmesiyle meydana gelirken, yaraların meydana getirdiği infeksiyonlar sadece kontamine sularla meydana gelir. Kloro direnci düşüktür. Suda çoğalabilmektedirler. Sağlık açısından orta derecede önem taşımaktadır. Ağızdan ve

deriden etkilidir (Özgüven, 2006).

1.5. Su İle İlgili Standartlar

İnsan sağlığı açısından içme ve kullanma sularının tüm dünyada belli kriterlerde olması gerekmektedir. İçme suyu içilebilir özellikte, kokusuz, renksiz ve berrak olmalı, toksik madde ve insan sağlığı için zararlı bakteriler içermemelidir (Köksal, 1999).

Türk standartları Enstitüsü'nün 29 Nisan 2005 tarihli ve TS 266 sayılı standardında içme sularının sahip olması gereken fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler belirtilmektedir.

Çizelge 1.2. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik' Esaslarına Göre Kaynak Sularında Aranacak Mikrobiyolojik Parametreler

Parametre	Parametrik Değer
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	0/250 mL
<i>Streptococcus feacalis</i>	0/250 mL
Koliform bakteri	0/250 mL
<i>P. aeruginosa</i>	0/250 mL
Fekal koliform bakteri	0/250 mL
Patojen Mikroorganizmalar	0/100 mL
Anaerob sporlu sülfat redükte eden bakteriler	0/50 mL
Patojen <i>Staphylococ</i> 'lar	0/100 mL
Kaynaktan alınan numunede maksimum: 22 °C'de 72 saatte agar- agar veya agar- jelatin karışımında koloni sayısı	20/mL
37 °C'de 24 saatte agar- agar karışımında koloni sayısı	5 /mL

1.6. Antibiyotikler ve Etki Mekanizmaları

Antibiyotikler, bazı bakteri ve mantar türü mikroorganizmalar tarafından üreme ortamlarında oluşturulan ve başka mikroorganizmalar için mikrobiyostatik ya

da mikrobisid etki gösteren sagaltımda kullanılan maddelerdir (Bilgehan, 1994).

Antibiyotikler, mikroorganizmalar üzerindeki etki derecelerine göre iki grupta incelenir;

a) Bakteriyostatik olanlar; bunlar bakterilerin üremesini ve gelişmesini engellerler, ancak bakteriyi doğrudan öldürmezler.

b) Bakteriyosidal olanlar; bunlar bakterileri dolaysız olarak yok ederler.

Bakteriler onlara karşı kullanılan antibiyotiklerin aktivitesini engellemek için çeşitli yollar geliştirirler. Bu koruma mekanizmalarını kodlayan genler bakteriyal kromozamlar veya ekzakromozomal elemanlar üzerinde bulunurlar ve vertikal gen transferi vasıtasıyla gelecek nesillere aktarılırlar. Plazmidler gibi ekzakromozomal elemanlar horizontal gen transferi veya konjugasyon denen gen aktarım mekanizmaları vasıtasıyla farklı taksonomik gruplar arasında paylaşırlar.

Mikroorganizmalar, yaygın antibiyotik kullanımının başlamasından bu yana, karşı karşıya kaldıkları antibiyotikleri tolere etme ve bu bileşiklere karşı direnç geliştirme yeteneklerinden sorumlu farklı mekanizmalar kazanmışlardır. Antimikrobiyal direnç halk sağlığı açısından dünyada büyük bir tehlike oluşturmaktadır.

Antibiyotikler kimyasal yapılarına göre sınıflandırılır. Her bir antibiyotik sınıfı tipik bir çekirdek yapısıyla karakterize edilir ve sınıfın çeşitli üyeleri çekirdek yapısını ikincil kimyasal yapıların ilavesiyle ya da çıkarılması ile ayırt edilir (Gangle, 2005).

Antibiyotikler kimyasal yapılarına bağlı olarak, bakteriyal hücrenin fonksiyonunu ya da farklı yapıları üzerine etki yaparlar. Esas etki mekanizmaları, hücre duvarı sentezinin inhibisyonu (örneğin; penisilinler ve vankomisin), hücre membran fonksiyonunun bozulması (örneğin; polimiksinler), protein sentezinin inhibisyonu (örneğin; aminoglikozidler, tetrasiklinler, kloramfenikol, linkozamidler ve makrolidler), nükleik asit sentezinin inhibisyonu (örneğin; kinolonlar ve rifampisin) ve metabolik antagonizim (örneğin; sülfonamidler ve trimetoprim)

Çizelge 1.3. Antibiyotiklerin Ana Sınıfları ve Örnekleri (Gangle, 2005)

Hücre Duvarı Sentezini İnhibe Edenler	β-laktamlar	Glikopeptidler			
	Penisilinler	Vankomisin			
	Sefalosporinler	Avoparsin			
	Karbepenemler	Teikoplanin			
Protein Sentezini İnhibe Edenler	Aminoglikozidler	Tetrasiklinler	Makrolidler	Streptograminler	Kloramfenikol
	Streptomisin	Klortetrasiklin	Eritromisin	Virginiamisin	
	Neomisin	Oksitetrasiklin	Azitromisin	Quinupristin-Dalfopristin	
	Kanamisin		Klaritromisim	Pristinamisin	
	Gentamisin				
Nükleik Asit Sentezini İnhibe Edenler	Kinolonlar	Sülfonamidler	Rifampisin		
	Siprofloksasin	Sülfamethoksazol -Trimetoprim			
	Norfloksasin				

1.7. Antibiyotiklere Karşı Direnç Gelişimi

Antibiyotik direnci, bir mikroorganizma türünün bazı suşlarının antibiyotikten etkilenmemesi ya da antibiyotiğe duyarlı bir suşun çeşitli direnç mekanizmalarından biri ile dirençli hale dönmesi olarak tanımlanır (Demirtürk ve Demirdal, 2004).

Bazı mikroorganizmalar, aktif antibiyotiği parçalayan enzim üretirler. Örneğin; Stafilokok Penisilin G'ye onu parçalayan β- laktamaz ürettiği için dirençlidir. Gram negatif bakteriler antibiyotiği parçalayan adenilleyici, fosforilleyici ya da asetilleyici enzimler ürettikleri için aminoglikozidlere dirençlidirler ve kloromfenikal enzimi

üretirler ise kloramfenikole de dirençli olurlar (Howard ve ark.,1996).

Bazı mikroorganizmalar, antibiyotiğe karşı olan permeabilitelerini değiştirirler. Örneğin; tetrasiklinler duyarlı bakterinin içinde birikirken, dirençli olanda birikemez.

Bazı aminoglikozidlere direnç, hücrenin aktif transportunu bozan dış membran değişikliğinden dolayıdır. Bazı penisilinlere ve sefalosporinlere direnç, penisilin bağlayan proteinlerin (PBP) değiştirilmesi ya da kaybı ile meydana gelmektedir (Howard ve ark., 1996).

Mikroorganizmaların antibiyotiklere karşı gösterdiği direnç doğal (fenotipik) ve kazanılmış (genotipik) direnç olmak üzere iki bölümde incelenebilir.

1.7.1. İntrinsik Direnç(Doğal Direnç): Bir bakterinin genetik özelliği nedeni ile bazı antibiyotiklere olan doğal direncini tanımlar.

1.7.2. Kazanılmış Direnç: bakterinin genetik özelliklerindeki değişimlere bağlı olarak; ya kromozom, traspozon veya plazmid DNA'sındaki mutasyonlarla ya da direnç geni taşıyan DNA dizilerinin başka bakterilerden transformasyon, trasdüksiyon veya konjugasyon yolu ile alınması sonucu ortaya çıkan dirençtir.

Bu bakteriler daha önceden duyarlı oldukları antibiyotiklere direnç kazanabilirler (Tanır ve Göl, 1999). Kromozomal direnç kromozom ve ekstakromozomal genlerinin kontrolü altındadır.

1.7.2.1. Kromozomal Direnç

Bu tip direnç, kromozomda spontan mutasyon oluşması sonucu ortaya çıkmaktadır. Spontan mutasyonlar, bakteri hücresinin metabolik ara ürünleri ve bazı çevresel faktörlerle oluşabilir. Bunun neticesinde bakteri hücresinde yapısal farklılıklar oluşabilir ve hücrenin ilaca karşı geçirgenliği azalabilir ya da hücre içerisinde ilacın hedefinde değişiklik olabilir (Gür, 1994).

1.7.2.2. Ekstakromozomal Direnç

Bakteriler, ekstrakromozomal elemanlar adı verilen plazmidler ve bu plazmidler ya da kromozomlar üzerinde bulunan, onlara yeni antibiyotik direnç genleri kazandıran, hareketli elemanlar olan traspozonlar ve integronlar ile antibiyotiklere ekstrakromozomal direnç göstermektedirler.

1.7.2.2.(1). Plazmidler

Bakterilerin içinde ve kromozomların dışında bulunabilen DNA yapısında, içinde bulundukları bakterilere bazı özellikler kazandıran ve bu özellikleri genetik olarak kontrolü altında tutan elementlere plazmid denir.

Plazmidler antimikrobiklere ve ağır metallere direnç genleri yanında değişik virulans faktörlerini de taşıyabilirler. Direnç genleri taşıyan plazmidlere R plazmidleri adı verilir. R- plazmidleri diğer duyarlı bakterilere transdüksiyon, transformasyon, ve konjugasyon olaylarıyla geçerek direnç gen paketini aktarır ve böylece direncin yayılmasına neden olur (Gür ve ark., 2001).

1.7.2.2.(2). Transpozonlar

Transpozonlar bir DNA molekülünden diğerine (kromozomdan plazmide, plazmidden kromozoma) geçebilen DNA dizileridir. Plazmidden farklı olarak bağımsız olarak replike olamazlar. Ampicilin, kloromfenikal, kanamisin, tetrasiklinler ve trimetoprim karşı direnç gelişiminden sorumludurlar. Özellikle çok kısa süre içerisinde çok ilaç dirençli (multiple- drug resistance) izolatları ortaya çıkıp yayılışında transpozonların rolü vardır (Öztürk ve Aktuğlu, 2001).

1.7.2.2.(3). İntegronlar

Çeşitli enterik bakterilerde antibiyotik direnç genleri kodlayan genleri bölgeye spesifik rekombinasyon ile yakalama yeteneğine sahip hareketli DNA elemanlarıdır.

İntegronlar tarafından yakalanan bu genlere gen kasetleri denir. Gen kasetleri küçük, serbest, halkasal, 59- baz elemanı adı verilen rekombinasyon bölgesi ve tek bir genden oluşan hareketli genetik elemanlardır. İntegronlarda hiç bulunmadığı gibi 100 tane gen kaseti de bulunabilir (Roy, 2000).

1.7.3. Enterokoklarda β - laktam Grubu Antibiyotik Direnci

Beta- laktam antibiyotikler; antibakteriyal etki alanları, kimyasal yapıları ve farmakokinetik özellikleri farklı birçok antibiyotiğin geniş bir grubudur. Bu grubun üyelerinin ortak özellikleri; tümünün yapısında beta- laktam halkası bulunması, etki mekanizmaları ve kendilerine karşı gelişen direnç yollarıdır. Bu grup içinde yer alan antibiyotikler; penisilinler, sefalosporinler, monobaktamlar, karbapenemler ve betalaktam/ betalaktamaz inhibitörü kombinasyonlardır.

Tüm beta- laktam antibiyotikler; bakterilerde hücre duvarı sentezinden sorumlu penisilin bağlayan proteinlerin (PBP) transpeptidaz aktivitesini bloke ederek peptidoglikan sentezini engellemek suretiyle etki ederler. Sonuçta hücre duvarı sentezi yapılamayan bakteri lizise uğrar ve ölür. Beta- laktam antibiyotikler bakterisidal etkilidirler. Bazı mikroorganizmalar beta- laktamazları doğal kromozomal bir enzim olarak salgımlarken bazıları bakteriler arasında aktarılabilen plazmidler aracılığı ile oluşmaktadır (Bradford, 2001).

1.8. Agaroz Jel Elektroforezi

Agaroz kırmızı bir alg türü olan agar agardan izole edilen doğrusal bir polisakkarittir. Agaroz sıcak suda çözünür ve soğutulduğu zaman polimerde karşılıklı hidrojen bağlarının oluşumu ile jel yapısı oluşur. Bu oluşum geri dönüşümlüdür. Ticari olarak üretilen agarozların saflık derecesi farklı olabilmektedir. Bu durum DNA'nın göç hızını etkiler. Agaroz konsantrasyonu %0,5 -1,5 arasında değiştirilerek jelin por çapı ayarlanabilir. Böylece küçük DNA fragmentleri için yüksek büyük DNA fragmentleri için ise düşük agaroz konsantrasyonu kullanılarak DNA'nın jelde en uygun şekilde yürümesi sağlanır. DNA'nın jelde görünür hale

gelebilmesi Etidyum Bromürün DNA bağları arasına bağlanarak 300 veya 600 nm’de ışığı absorblaması sonucu fluerosan etki göstermesi ile olur. İzole edilen DNA’nın genomik ya da plazmid DNA’sı olmasına göre jeldeki görünümleri farklılık gösterir

1.9. Çalışmanın Amacı

Su, bireylerin en temel gereksinimi olma ve başlıca ekonomik faaliyetlere kaynaklık etme özelliği ile ulusların devamlılığı için yaşamsal bir kaynaktır. Sosyal ve ekonomik faaliyetlerin sürmesi büyük ölçüde temiz ve yeterli su arzına sahip olmaya bağlıdır. Su kaynakların geliştirilmesi ekonomik üretkenlik ve sosyal refaha doğrudan katkı yapmaktadır. Günümüzde su çevrelerindeki fekal kirlenme; yerleşim alanlarındaki yoğun nüfus artışı, atıkların bilinçsizce bertarafı, yetersiz ve eksik kanalizasyon sistemleri gibi faktörlerden dolayı gün geçtikçe artmaktadır.

Bu sebeplerden dolayı çalışmanın amaçları;

1- Adana- Tufanbeyli yol hattındaki çeşme sularında bakteriyel kirliliğin boyutlarının belirlenmesi

2- İçme suyunun TS 266’ya uygunluğu yönünden bazı fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik bazı parametrelerini tespit etmek

3- Alınan su numunelerinde *Enterobacteriaceae* grubu bakterilerin izole edilmesi

4- Su numunelerinde *Clostridium perfringens*, *Streptococcus feacalis*, *Vibrio cholerae* olup olmadığının tespiti.

5- Dünyada geniş ölçüde kullanılan β -laktam antibiyotiklerine dirençlilik frekansının belirlenmesi

6- İzole edilen bakterilerin plazmid profillerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Cooke (1976), Kanalizasyon suları ile kontamine olmuş deniz suyundan izole ettikleri koliform bakterilerde yüksek frekansta çoklu antibiyotik dirençliliğinin geliştiğini tespit etmişlerdir.

Sanders ve Sanders (1979), *Enterobacter cloacae* ve *Citrobacter freundii* benzeri mikroorganizmalarda kromozomal beta- laktamazların geniş spektrumlu Cephalosporinlere karşı gelişen dirençliliğe karşı sorumlu olduklarını ortaya koymuşlardır.

Bell ve ark. (1980), Red Nehri'nden izole ettikleri fekal koliformların 12 antibiyotiğe karşı, *Salmonella* izolatlarının ise %18'nin bir veya daha fazla antibiyotiğe karşı dirençli olduklarını saptamışlardır.

Casawell ve Philips (1981), *Klebsiella* sp., suşlarının transfer edilebilir antibiyotik dirençliliğinin önemli bir kaynağını oluşturduklarını, 1970'li yıllarda MAR *Klebsiella pneumoniae* suşlarının salgın halinde çeşitli hastane enfeksiyonlarına sebep olduklarını Gentamisin ve Cephalotin dirençliliğinin plazmidler aracılığı ile transfer edilebildiğini bildirmişlerdir.

Patrick ve ark. (1982), Hastane atıksularının ve evsel atıksuların verildiği şebekelerden izole ettikleri izolatlarda antibiyotiklere karşı görülen minimum inhibasyon konsantrasyonu oranının genel olarak aynı seviyede olduğunu belirtmişlerdir.

Niemi ve ark. (1983), deniz suyu, yüzey suları ve lağım sularındaki fekal kirlenmeyi ve kirlenmeye neden olan bakterilerdeki streptomisin, tetrasiklin, kloromfenikal, ampisilin ve sülfonamidlere karşı dirençliliklerini incelemişlerdir. İzolatlar arasındaki dirençli suşların oranı kirlilik seviyesi ya da su kaynağına bağlı açık bir ilişki olmaksızın su örnekleri arasında önemli ölçüde farklılık bulmuşlardır. Çoğul direncin ortalama direnci toplam direncin yüksek olduğu aynı örneklerde her zaman yüksek olmadığını rapor etmişlerdir. Türlerin içeriği farklı su örneklerinde ampisilin direncinin oranı ve *Klebsiella* türlerinin nispi frekansı arasında önemli bir ilişki gözlenmiştir. Direnç üzerine sucul çevre ve kaynaklarından etkilenen fekal koliformların tür içeriğinin önemi kaydedilmiştir.

Kryalikovya ve ark. (1984), Yugoslavya’da atık suların deşarj edildiğı bir nehirden izole ettikleri *Enterobacteriaceae* üyelerinin gentamisine dirençli suşlar olduğunu tespit etmişlerdir.

Büscher ve ark. (1987), kliniksel *Enterobacter cloacae* izolatlarının çeşitli beta- laktam grubu antibiyotiklere karşı direnç geliştirdiklerini ve beta laktamaz ürettiklerini tespit etmişlerdir.

Knutson ve Hartman (1993), insan, domuz ve doğal sulardan izole ettikleri *Enterococcus sp.*’lerin antibiyotiklere karşı geliştirmiş oldukları dirençliliğın kaynaklara bağılı olarak çok az bir değışim gösterdiklerini ortaya koymuşlardır.

Parent ve ark. (1996), İçme suyu dağıtım sistemlerinde *Escherichia coli* gelişimi incelenmiştir. E. coli’nin yetersiz su arıtımı, arıtma sonrası kontaminasyon ve dağıtım sisteminde kendiliğinden oluşabileceğı düşünölmüştür. Bu üç hipotezi doğrulamak için pilot bir sistem kullanarak deneyler yapılmıştır. Deney sonucunda dağıtım sistemlerinde E. coli oranında artış görölmüş ve biyofilm tabakası arasındaki sınırlı reaksiyon ve klorun boru malzemesi tarafından tüketilmesinin bir sonucu olarak, boru materyalinin içerisinde bulunan biofilm tabakasının klora dezenfeksiyon işlemleri ile yok edilmesinin süspanse haldeki bakterilerden yok edilmesinden çok daha zor olduğunu saptamışlardır.

Son ve ark. (1997), bir tatlı su balığı olan *Tilapia mossambica*’nın deri lezyonlarından izole ettikleri *Aeromonas hydrophila* suşlarının 21 tanesinin Streptomycine (%57), Tetracycline (%48), Eritromycine(%43) dirençli bulmuşlardır. Dirençlilik, taşıdıkları 3-63,4 kb boyutunda plazmidlerden kaynaklandığını tespit etmişlerdir.

Ağaoğlu ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada, 15 kaynaktan alınan su örneğinin % 40’ında (6 örnek) toplam mikroorganizma sayısını $1,8 \times 10^2$ - $9,4 \times 10^4$ kob/ml arasında saptamışlardır. Örneklerin % 60’ında (9 örnek) toplam mikroorganizma tespit edilmemiştir.

Alkan ve ark., (1999), Ulubat Gölü’nün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi amacıyla gölün değışik noktalarından su numuneleri toplanmıştır.

Ulubat Gölü’nün doğu kısmında yapılan bu çalışmadan Göl’ün birkaç noktasının çok kirlenmiş su olmasına karşın diğeri noktaların kirliliği su olduğu ortaya

çıkmiştir.

Yapılan araştırmanın sonucuna göre gölün içme su temini, balık üretimi, hayvan üretimi ve sulama amaçlı kullanılmasının sakıncalı olduğu vurgulanmıştır.

Parveen ve ark. (1999), bölgesel farklılıkların, mevsimsel değişimin ve basıncın antibiyotik dirençliliği üzerinde önemli ölçüde etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Bou ve ark. (2000), hastalardan izole ettikleri *Acinetobacter baumannii* suşlarından birinin hem İmipeneme hem de Meropeneme karşı direnci olduğunu ve bu suşun karbapenemi hidrolize uğraticı bir enzim taşıdığını tespit etmişlerdir. Bu dirençliliğin sadece kromozomal DNA'da kodlanan bir D sınıfı betalaktamazdan kaynaklandığı da bildirmişlerdir.

Thimm ve ark. (2001), atık sular ile sulanmış arazilerde bazı antibiyotiklere karşı dirençli olan *Escherichia coli* 'lere yüksek miktarda rastlamışlardır.

Çiftçi ve ark. (2003), yanık ünitesinde yatan hastaların yara ve kan kültürlerinde üreyen mikroorganizmalar ve bunların çeşitli antibiyotiklere duyarlılıklarını belirlemişlerdir. Hastaların toplam 108 kültüründen en sık izole edilen mikroorganizmalar, sıklık sırasıyla, *Pseudomonas aeruginosa* (50/ %46.2), *Acinetobacter* spp. (24/ %22.2) ve metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (9/ %8) olarak tespit etmişlerdir. İzole edilen bakterilerde yüksek oranda ve çoklu antibiyotik direncini saptamışlardır.

Brick ve Primrose (2004), içme suyu ihtiyacını gölden ve kuru nehir yatağının altında ki yer altı kaynağından karşılayan Hindistan'ın güneyinde bulunan bir kasabanın içme sularının kaynaktan ev halkı kullanıncaya kadar geçen çeşitli periyotlar içerisindeki mikrobiyal kontaminasyon oranı değerlendirilmiş, suların kaynakta temiz olsa dahi %67'sinin tüketime sunulana kadar depolarında kirlendiği belirtilmiştir. Laboratuar testleri ile içme suyu depolarının yapımında kullanılan malzemelerin mikrobiyal kontaminasyon için önemli olduğu tespit edilmiştir.

Gelişmekte olan ülkelerin temiz su elde edilemeyen bölgelerinde suların dezenfeksiyonunun önemi vurgulanmıştır.

Karayakar ve ark. (2004), Mersin kıyı şeridinden aldıkları su örneklerinden izole edilen *Escherichia coli* bakterilerinin, 3. kuşak antibiyotiklerden Sefazol (CF),

Seftriakson (CRO) ve Sefizoks (ZOX)'a karşı doğal dirençlilik frekanslar saptamışlardır. Doğal ve plazmide bağlı dirençlilik, en fazla Sefazol (CF) antibiyotigine karşı gelişirken bunu sırasıyla Sefizoks (ZOX) ve Seftriakson (CRO)'a karşı dirençliliğin izlediğini ortaya koymuşlardır.

Erkan ve Vural (2006), Dicle Nehri'nin hijyenik kalitesi üzerine yapmış oldukları çalışmada su numunelerini toplam mezofilik aerob bakteri, *Enterobacteriaceae*, koliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus- Micrococcus*, *Staphylococcus aureus*, küf- maya, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica* ve anaerob bakteri sayısı yönünden incelemişler ve örneklerdeki koliform ve *E. coli* kontaminasyonu sırasıyla, %100 ve %90 olarak bulmuşlardır.

Gündüz ve ark. (2006) yaptıkları bir araştırmada, içme ve kullanma suyu, ambalajlı su, kuyu suyu ve havuz suyu olarak incelenen toplam 4.716 örneğin 3699'u (% 78,4) Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygun bulunmuş, 1017 (% 21,6) su örneğinin kontamine olduğu belirlenmiştir. _ncelenen su örneklerinin 308 (% 6,6)'inde 500 ve üzeri koloni sayılırken, 764 (% 16,4)'ünde koliform bakteri saptanmıştır.

Matyar ve ark. (2009), İskenderun Körfezi balıklarından izole edilen bakterilerde antibiyotik ve ağır metal dirençliliklerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, balıkların solungaçlarından izole edilen bakterilerin amfisilin (%66.7) ve sefazoline (%47.3) oranında yüksek direnç gösterirken hiçbir izolatin imipeneme ve cefrizokzime karşı direnç göstermediklerini saptamışlardır.

3. MATERİYAL ve METOD**3.1. Materyal****3.1.1. Kullanılan Antibiyotikler**

Kullanılan Antibiyotikler

Vankomisin (VA 30 µg/ml)

Amfisilin (AMP 25 µg/ml)

Basitrasin (B 10µg/ml)

Streptomisin (STR 10 µg/ml)

Amikasin (AN 30 µg/ml)

Tetrasiklin (Te 30 µg/ml)

Eritromisin (E 15 µg/ml)

Trimethoprim-Sülfametakzol (SXT 25 µg/ml)

Seftizoksım (ZOX 30 µg/ml)

Meropenem(MEM 10µg/ml)

Kloramfenikol (C 30µg/ml)

Gentamisin(GEN 30 µg/ml)

Sefepim (FEP 30 µg/ml)

Sefuroksim (CEF 30 µg/ml)

Tobromisin (NN 10 µg/ml)

Sefalotin (CF 30 µg/ml)

Çizelge 3.1. Kullanılan Antibiyotiklerin Sınıflandırılması

Hücre Duvarı Sentezini İnhibe Edenler	β-laktamlar		Glikopeptidler	
	Penisilinler - Amfisilin		Vankomisin	
	Sefalosporinler - Sefalotin - Sefepim - Sefuroksim - Seftizoksım		Basitrasin	
	Karbepenemler - Meropenem			
Protein Sentezini İnhibe Edenler	Aminoglikozidler	Tetrasiklinler	Makrolidler	
	Streptomisin	Tetrasiklin	Eritromisin	
	Gentamisin			
	Tobramisin			
	Amikasin			
Nükleik Asit Sentezini İnhibe Edenler	Sülfonamidler			
	Sülfametakzol- Trimethoprim			

3.1.2. Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar

3.1.2.1. Plate Count Agar (PCA)

Su örneklerinde toplam aerobik mikroorganizma sayısının belirlenmesi için Plate Count Agar (PCA) besiyeri kullanıldı (Messer ve ark., 1985).

<u>Bileşimi</u>	<u>g/L</u>
Pepton	5
Yeast ekstrakt	2,5
D(+) Glukoz	1
Agar	12

Gerekli miktarda hazırlanan besiyeri kullanımdan önce 121°C’de 1.2 atm basınçta otoklavda steril edilir.

3.1.2.2. Laktozlu Buyyon (Özçelik, 1998)

Koliform organizmaların laktozu fermente ederek asit ve gaz oluşturma yeteneğine sahip olduklarından tahmini koliform organizmaların sayımı için kullanılan besi yerleri laktoz ve bir asit indikatörünü kapsar. Laktozdan oluşacak gazın tespiti içinde tüpün içerisinde bir durham tüpü bulundurulur (Tekinşen, 1976).

Alınan su numunelerinde koliform ve fekal koliform bakterilerinin varlığını ve muhtemel koliform sayısını saptamak için laktozlu buyyon besiyeri hazırlanıp kullanılmıştır.

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Et peptonu	10
Et ekstratı	3
NaCl	5
Bromkresolpurpur	0,02
Distile su	1000 mL
pH 7,2 ± 0,1	

Hazırlanan besiyeri, içinde durham tüplere 10 mL miktarlarda dağıtılarak 121°C’de otoklavda 15 dakika steril edilmiştir.

3.1.2.3. Çift Laktozlu Buyyon

Koliform bakterilerin tespiti için kullanılmıştır (Özçelik,1998).

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Et peptonu	20
Et ekstratı	6
NaCl	10
Laktoz	20
Bromkresolpurpur	0,04
Distile su	1000 mL
pH 7,2 ± 0,1	

3.1.2.4. EMB Agar

Bu besiyeri Gram negatif *Enterobacteriaceae* üyesi olan enterik bakterilerin tespiti ve izolasyonu için kullanılmıştır (Tekinşen, 1976).

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Pepton	10
Laktoz	10
Diptasyum fosfat	2
Agar	15
Eosin Y	0,4
Metilen Blue	0,065
Distile su	1000 mL
pH 7,0	

3.1.2.5. Nutrient Agar

İzole edilen bakterilerin stok kültür şeklinde saklanması için kullanılmıştır (Çetin ve ark., 1999).

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Pepton	10
Et özütü	10
NaCl	5
Agar	5

3.1.2.6. Azid Dekstrozo Broth

Alınan numunelerde *Streptococcus faecalis* tespiti için kullanılmıştır (Maniatis ve ark., 1982).

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Et özütü	4,5
Penkreatik Kazein	7,5
Proteose Pepton	7,5
Dekstrozo	7,5
Sodyum Klorür	7,5
Sodyum Azid	0,2

3.1.2.7. LB (Luria-Bertoni) Buyyon

LB buyyon izole edilen bakterilerin zenginleştirilmesi için kullanılmıştır (Maniatis ve ark., 1982).

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Trypton	10
Maya	5
NaCl	10
pH :7.5	

3.1.2.8. TCBS Agar

Vibrio cholerae tayininde selektif besiyeri olarak kullanılmıştır (Maniatis ve ark., 1982).

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Yeast ekstrakt	5
Proteose Pepton	10
Sodyum Sitrat	10
Sodyum Tiyosülfat	10
Oksgal	8
Sakroz	20
Sodyum Klorid	10
Ferik Amonyum Sitrat	1
Biromtimol Mavisi	0,04
Timol Mavisi	0,04
Agar	15
Distile su	1000 mL

3.1.2.9. Brewer Anaerobik Agar

Anaerobik bakterilerin üretilmesinde ve stok kültürlerinin yapılmasında kullanılmıştır (Anonymous, 1978).

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Kazein Peptonu	10
Soya Peptonu	5
Maya	5
L-Sistein	0.4
D(+) Glukoz	10
NaCl	5
Na-thioglukolat	2
Metilen Mavisi	0.002
Agar	17
Distile Su	1000 mL

Besiyerinin pH'sı 7.2'ye ayarlandıktan sonra agar ilave edilip eritilir ve otoklavda 121°C'de 1.2 atm basınçta 15 dakika steril edilir.

3.1.2.10. İndol Sıvı Besiyeri

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Pepton	2
Sodyum Klorür (NaCl)	0,5
Distile Su	1000 mL
pH: 7.1	

Kovaks Ayıracı (İndol Ayıracı) :

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Saf amil ya da izoamil alkol	150 mL
P- Dimetilaminobenzaldehit	10
Konsantre hidroklorik asit (HCl)	50 mL

İzoamil alkol ve P-Dimetilaminobenzaldehit yoğunlaştırılmış HCl’de çözülür. Buzdolabında +4°C’de muhafaza edilir.

3.1.2.11. Buffered Glucose Buyyon

Metil kırmızısı (MR) ve Voges Proskauer (VP) testi için bu besiyeri kullanılmıştır.

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Polipepton	5
Glikoz	5
K ₂ HPO ₄	5

Metil Kırmızısı Ayıracı:

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Metil Kırmızısı	0,1
% 95’lik Etil Alkol	300 mL
Distile Su	200 mL

Voges Proskauer Ayıracı:**1. % 5 lik α - naftol solüsyonu:**

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Alfa naftol	5
Absolü Etil Alkol(% 95)	100 mL

2. %40'lık KOH:

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
KOH	40
Distile su	100 mL

3.1.2.12. Koser's Citrat Broth

Sitrat testi için kullanılmıştır (Akın, 2004).

<u>Bileşimi:</u>	<u>g/L</u>
Sodyumamonyumhidrojenfosfat	1,5 g
Dipotasyumhidrojenfosfat	1 g
Magnezyumsülfatheptahidrat	3 g
Sodyum sitrat dihidrat kristali	3 g
Distile su	1000 mL

3.1.2.13. 10X TBE (Tris, Borik asit, EDTA)

21,6 g Tris, 11 g Borik asit, 1,86 g EDTA 200 mL distile suda çözülmüş ve pH 8,3'e ayarlanmıştır (Maniatis, 1982).

3.1.2.14. Agaroz Jel (%0,7)

Plazmid DNA'nın yürütülmesi için kullanılmıştır (Maniatis, 1982).

3.1.2.15. Örnek Yükleme Tamponu (Loading Buffer)

% 0,25 Brom fenol mavisi ve %10 gliserol ile hazırlanan stoktan uygun hacime distile su ilavesiyle hazırlanmıştır (Maniatis, 1982).

3.1.2.16. Yürütme Tamponu (Running Buffer)

10X TBE'den 10 kat sulandırılarak hazırlanmıştır (Maniatis, 1982).

3.1.2.17. Boyama Solüsyonu (Staining, Ethidium Bromür)

1 mg EtBr 100 mL distile suda çözülerek hazırlanan stok çözeltiden son hacim 1µg/ mL olacak şekilde hazırlanır (Maniatis, 1982).

3.1.2.18. Boyayı Geri Alma Solüsyonu (Destaining)

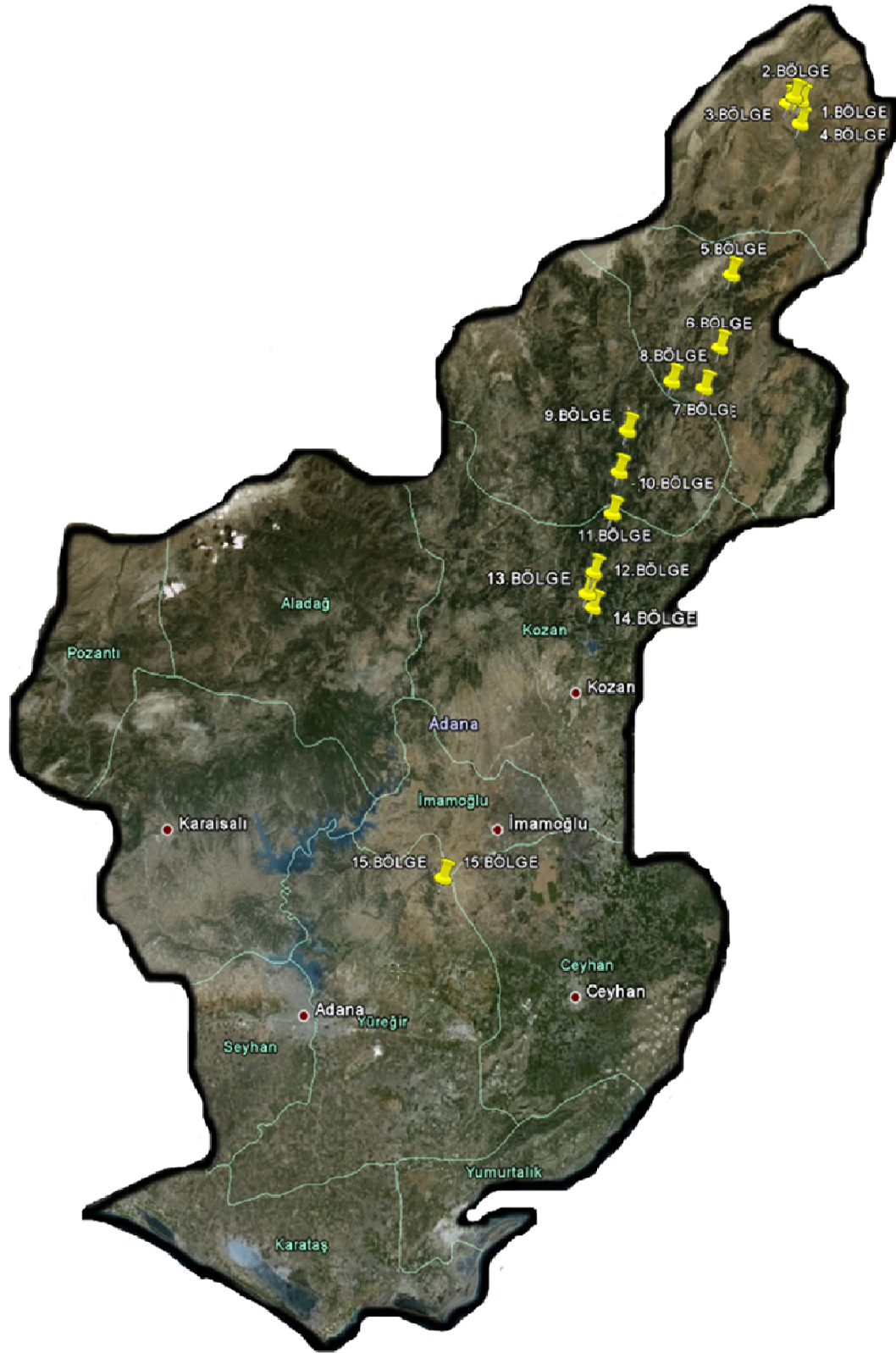
Boyama sonrası EtBr'nin fazlası, uygun hacimdeki 1 mM MgSO₄ ile jelden uzaklaştırılır (Maniatis, 1982).

3.2. Metod

Yapılan çalışmada Adana- Tufanbeyli yol hattındaki içme sularında toplam aerob bakteri, toplam koliform ve fekal koliform içerikleri araştırılmış, izole edilen bakterilerin antibiyotik dirençlilikleri ve çevreye verebilecekleri zarar tespit edilmiş ve 15 farklı istasyon noktası belirlenerek mevsimsel aralıklarla 4 kez numune alınmıştır. Numune alma istasyonları Şekil 3.3'de, 15 istasyonun koordinatları ve özellikleri ise Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Su Alınan Bir Çeşme



Şekil 3.2. Adana- Tufanbeyli Yol Hattındaki Numune Alım İstasyonları

Çizelge 3.1. Örnek Toplama İstasyonlarının Koordinatları ve Özellikleri

İstasyonlar	Koordinatları		Mevki
1. istasyon	K 38° D 36°	15.793' 13.819'	Toprak Pınar /Tufanbeyli
2. istasyon	K 38° D 36°	15.882' 13.275'	Beş oluk /Tufanbeyli
3. istasyon	K 38° D 36°	15.324' 13.032'	BüyükTopuklu/Tufanbeyli
4. istasyon	K 38° D 36°	13.856' 14.033'	Pınarlar Köyü /Tufanbeyli
5. istasyon	K 38° D 36°	01.321' 06.323'	Obruk /Saimbeyli
6. istasyon	K 37° D 36°	55.096' 04.682'	Gürleşen Köyü /Saimbeyli
7. istasyon	K 37° D 36°	51.852' 02.577'	Aynalı Çeşme /Saimbeyli
8.istasyon	K 37° D 35°	52.218' 59.170'	Yeşilvadi Köyü /Saimbeyli
9. istasyon	K 37° Eo 35°	48.158' 54.349'	Feke İlçesi çıkışı
10. istasyon	K 37° D 35°	44.475' 53.465'	Akkaya köyü /Feke
11. istasyon	K 37° D 35°	41.184' 63.381'	Çuluuşağı Köyü /Kozan
12. istasyon	K 37° D 35°	35.923' 50.582'	Horzum Yaylası /Kozan
13. istasyon	K 37° D 35°	34.110' 50.010'	Suluhan Yaylası/Kozan
14. istasyon	N 37° D 35	33.023' 50.130'	Dağılcak Mesire Yeri/ Kozan
15. istasyon	K 37° D 35°	10.205' 33.631'	Hakkıbeyli Köyü /Adana

3.2.1. Su Numunelerinin Alınması

Su numuneleri belirlenen istasyonlardan 100 ml'lik steril şişelerde 1 yıl süreyle Mart, Haziran, Eylül ve Ocak aylarında alınıp, soğuk zincir halkası içinde korunarak laboratuvara getirilmiştir. Alınan örneklerin sıcaklık, pH, iletkenlik ve çözünmüş O₂ değerleri belirlenmiştir.

3.2.2. Toplam Aerob Bakterilerin Saptanması

Toplam aerob bakteri sayısını belirlemek için numunelerden 1 mL Plate Count Agara (PCA) yayma metodu ile ekilmiş, 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonu takiben iki petri kutusundaki koloniler sayılarak ortalaması alınmış ve toplam bakteri sayısı belirlenmiştir (Messer ve ark. 1985).

3.2.3. Toplam Koliformların Tespiti

Bu amaçla laktozlu besiyerinde çoklu tüp metodu kullanılmıştır. 10 mL'lik laktozlu buyyon besiyerinden 3 tane 10, 3 tane 1 ve 3 tane 0,1 mL hazırlanmıştır. 0,1 ve 1 mL numuneler için tek güçlü laktoz buyyonu, 10 mL'lik numuneler için ise çift güçlü laktoz buyyonu kullanılmıştır. İnoküle edilen numuneler 37 °C'de 24–48 saat inkübe edildikten sonra asit + gaz oluşmuş tüpler EMS (En Muhetemel Sayı) tablolarına göre 100 mL'deki toplam koliform sayısı saptanmıştır (Madden ve Gilmour, 1995).

3.2.4. *Streptococcus faecalis* Saptanması

5 mL sodyum azidli besiyerine 1 mL su örneği ilave edilerek eklenip 24- 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda bulanıklık gösteren tüpler pozitif olarak değerlendirilmiştir.

3.2.5. *Vibrio* spp., Tayini

Su örneklerinden 10 mL alkali peptonlu besiyerine (APS) ekim yapılmıştır. 35- 37 °C’de 8 saat inkübe edildikten sonra TCBS agara APS den yüzeyden olacak şekilde bir öze dolusu ekim yapılmıştır.

İnkübasyondan sonra *Vibrio cholerae* için TCBS de 2- 4 mm çapında sarı parlak koloni oluşturanlar pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir. *Vibrio parahaemolyticus* da ise 2 mm çapında yeşil dairesel koloni oluşturanlar pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir.

3.2.6. Bakterilerin Tanımlanmasında Uygulanan Biyokimyasal Testler**3.2.6.1.İndol Testi**

Testin amacı, triptofan aminoasitinden indol oluşumunu gözlemektir. İndol üretimi bakterinin triptofanaz enzimi ürettiğini göstermektedir. Triptofanaz enzimi pridoksal fosfat koenzimi varlığında triptofanı indol, pirüvik asit ve amonyaga deamine eder.

Kovaks ayırıcı eklendiğinde aldehit ile kombine olup kültür yüzeyinde kırmızı renk oluşturanlar pozitif sarı- kahverengi renk oluşturanlar negatif olarak kabul edilmiştir (Akın, 2004).

3.2.6.2. Metil Kırmızısı Testi

Testin amacı, indikatör bir besiyerinde glukozun karışık asit fermentasyonu sonucu asidik bir pH değişikliğini göstermektedir. *Enterobacteriaceae* üyesi bakteriler Embden Meyerhof-Parnas biyokimyasal yolu ile glukozu pirüvik asite dönüştürür. Pirüvik asit metabolizması laktik, asetik, formik ve süksinik asit gibi karışık asitlerin oluşmasını sağlar. Ortam pH sı yaklaşık 4,4’e düşer. Testin indikatörü metil kırmızısı olup pH< 5 te kırmızı, pH> 5,8’de sarı renk oluşturur (Akın, 2004).

0,5 mL MR-VP buyyona testi yapılacak bakteri ilave edildi ve atmosferik ortamda, 35 °C’de 18- 24 saat inkübe edildi. Kültüre 2 damla metil kırmızısı damlatıldı. Ayıracın rengi kırmızı kalınca pozitif, sarıya dönünce negatif olarak değerlendirildi.

3.2.6.3. Voges- Proskauer Testi

Testin amacı, butilen glikol fermentasyon yolu ile bakterilerin glukozu fermente ederek butilen glikol oluşumunun bir ara ürünü olan asetoin üretiminin belirlenmesidir. Asetoin üretim yolunu seçen organizmalar fazla miktarda butilen glikol, etanol, asetoin ve organik asitler gibi nötral ürünler üretirler. Atmosferik ortamda ve KOH varlığında asetoin maddesi kırmızı renkli diasetile oksitlenir, α - naftol reaksiyonu hızlandırır (Akın,2004).

0,5 mL MR-VP buyyona testi yapılacak bakteriden ilave edildi ve atmosferik ortamda, 35°C’de 18-24 saat inkübe edildi. Kültüre 3 damla % 40’lık KOH damlatıldıktan sonra 6 damla α -naftol solüsyonu damlatıldı. Tüpler iyice karıştırıldı ve havaya maruz kalmaları için kapakları açılarak 10- 15 dk. beklendi. Kırmızı renk oluşumu pozitif, renk oluşmaması negatif olarak değerlendirildi.

3.2.6.4. Sodyum Sitrat Testi

Testin amacı, bakterilerin tek karbon kaynağı olarak sitratı kullanma yeteneklerinin belirlenmesidir. Organizmalar sitratı hücre içine alan permeaz ve parçalayan enzim olan sitrat liyaza sahipse Simmon’s sitrat ağarda alkali bir reaksiyon oluşturur. Besiyerinde bulunan bromtimol mavisi ayıracının yeşil rengi maviye döner. Bu karakteristik özellik *Enterobacteriaceae* ve diğer Gram negatif basillerin identifikasyonunda kullanılır (Akın, 2004).

Koser’s citrat broth: besiyeri tüplerine ekim yapıp 35 °C’ de 72–96 saat inkübe edilmiştir. Üreme olan tüpler pozitif, üremeye olmayan tüpler negatif olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 3.3. Bazı Bakteri Türleri için İMVİC Çizelgesi (Atlas, 1984)

Organizma	İndol	Metil Red	Voges proskauer	Citrat
<i>Escherichia coli</i>	+	+	-	-
<i>Citrobacter freundii</i>	-	+	-	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	+	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	+	-	+	+
<i>Enterobacter aerogenes</i>	±	-	+	+

3.2.7. Çoklu Antibiyotik Direnci (MAR) İndeksi

Çoklu antibiyotik dirençliliği (MAR) indeksi test organizmalarının dirençli olduğu antibiyotik sayısının toplam denenen antibiyotik sayısına oranı ile hesaplanmaktadır. Hesaplanan MAR indeksi sonucu eğer 0,2'den daha büyükse birkaç antibiyotiğin kullanıldığı ortam kökenli bakteri suşlarının varlığını gösterir (Ehinmidu, 2003).

MAR indeksi=A/B

A=Organizmanın Dirençli Olduğu Antibiyotik Sayısı

B=Organizmanın Test Edildiği Toplam Antibiyotik Sayısı

3.2.8. Plazmid DNA İzolasyonu

Çalışmamızda kullandığımız bakteri suşlarının plazmidlerinin izolasyonunda hazır plazmid izolasyon kiti kullanılmıştır (Roche applied science high pure plazmid isolation kit. Cat no: 11 754 777 001).

Roche marka plazmid DNA izolasyon test kitinde belirtilen prosedür uygulanarak bakteri suşlarının plazmid profilleri çıkartılmıştır.

3.2.9. Plazmid DNA'nın Agaroz Jel Elektroforezi

%0,7'lik hazırlanan agaroz jel solüsyonu, yaklaşık 45- 50 °C'ye soğutulduktan

sonra tarak yerleştirilmiş jel kabına dökülmüştür. Polimerize olan jelden tarak çıkarıldıktan sonra 20 µL plazmid DNA örnekleri 5 µL yükleme tamponu ile karıştırılmış ve mikropipet yardımı ile slotlara uygulanmıştır. Plazmid DNA'larının moleküler ağırlıklarını (bp) hesaplamak amacıyla bir slota 7 µL marker DNA (Vivantes, NM046) yüklenmiştir. Aparata jelin yüzeyini kaplayacak şekilde yürütme tamponu ilave edilmiş ve 5- 10 V/cm² voltaj uygulanmıştır. Elektroforez işlemi tamamlandığında jel boyama solüsyonu (EtBr) ile 30–45 dakika boyanmıştır. Boyanın fazlası 1 mM MgSO₄ ile 15 dakika muamele edilerek geri alınmıştır. DNA bantları jel görüntüleme cihazı ile görüntülenmiş ve moleküler büyüklükleri hesaplanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Su Örneklerinde Toplam Aerob Bakteri Sayısı

Adana- Tufanbeyli yol hattındaki içme sularının pH ve sıcaklık değerleri Çizelge 4.1-2’de, iletkenlik ve çözünmüş oksijen değerleri Çizelge 4.3- 4’de, toplam aerob bakteri sayısı ise Çizelge 4.5 ‘de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Örnek Alım İstasyonlarının Farklı Zamanlardaki pH Değerleri

İstasyonlar	pH			
	İkbahar Dönemi 30.03.2008	Yaz Dönemi 14.06.2008	Sonbahar Dönemi 24.09.2008	Kış Dönemi 09.01.2009
1	7,96	8,05	8,17	8,23
2	7,50	7,64	7,62	7,90
3	7,60	7,66	7,55	8,05
4	7,70	7,98	7,96	8,19
5	7,45	7,58	7,58	7,79
6	7,87	8,08	8,09	8,39
7	7,74	7,85	7,86	8,26
8	7,42	7,58	7,52	7,80
9	7,46	7,62	7,64	7,90
10	7,64	7,80	7,72	8,00
11	7,43	7,66	7,92	8,02
12	7,38	7,62	8,00	8,28
13	7,45	7,93	7,90	8,06
14	7,55	7,60	7,58	8,00
15	7,04	7,49	7,66	8,27

Suyun pH’sı, suda kalsiyum bikarbonat ve alkali tuzlar bulunursa alkali, fazla karbondioksit varsa asit reaksiyon gösterir. Suyun fazla alkali olması kokuşmanın varlığını gösterir. Suyun pH’sı nötr veya hafif alkali olmalıdır. Kaynak sularında pH 7,0-8,5, içme ve kullanma sularında pH 6,5-9,2 sınırları içinde olmalıdır (Demirer,1995).

İnsani Tüketim amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte sulardaki pH’nın $\geq 6,5$ ve $\leq 9,5$ pH birimleri arasında olması ve suyun aşındırıcı olmaması gerektiği bildirilmektedir.

Bilgin (2003), Niğde ili içmesuyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde pH değerlerini Nisan ayında 7,83, Temmuz ayında 6,53 olarak tespit etmiştir.

Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularının pH değerini 8,39- 7,53, çeşme sularında ise 8,24- 7,51 aralıklarında saptamış ve kuyu suları ile çeşme suları arasında pH değeri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir.

Yalçın ve ark (1989), Konya il merkezindeki suların pH değerini 6,95- 8,48 arasında saptamışlardır.

Aldığımız su numune örnekleri hem yönetmelikte yazılı değerlere hemde daha önceki çalışmalara uygunluk göstermektedir.

Çizelge 4.2. Örnek Alım İstasyonlarının Farklı Zamandaki Sıcaklık Değerleri

İstasyonlar	Sıcaklık (°C)			
	İlkbahar Dönemi 30.03.2008	Yaz Dönemi 14.06.2008	Sonbahar Dönemi 24.09.2008	Kış Dönemi 09.01.2009
1	10	11	10	8
2	11	12	11	8
3	12	12	12	10
4	13	13	10	11
5	12	12	12	10
6	14	15	15	12
7	15	16	15	14
8	13	19	18	10
9	12	17	17	15
10	14	15	12	10
11	13	20	20	12
12	15	16	17	12
13	18	18	17	16
14	15	16	16	14
15	17	22	20	15

Çizelge 4.3. Örnek Alım İstasyonlarının Farklı Zamandaki İletkenlik Değerleri

İstasyonlar	İletkenlik (µs/cm) (Ort: 12-15°C arası)			
	İlkbahar Dönemi 30.03.2008	Yaz Dönemi 14.06.2008	Sonbahar Dönemi 24.09.2008	Kış Dönemi 09.01.2009
1	346	335	378	316
2	384	511	469	476
3	460	613	583	613
4	502	450	479	513
5	631	649	623	617
6	402	392	363	655
7	481	496	474	572
8	791	817	797	844
9	676	660	614	387
10	371	367	347	500
11	975	964	654	855
12	628	597	621	652
13	618	371	340	588
14	516	550	860	628
15	860	880	865	883

Elektriksel iletkenlik, suda bulunan tuzların veya çözünebilir maddelerin miktarlarının toplamıdır. Suyun elektriksel iletkenliği, hem jeolojik etkenlere hem de dışarıdan gelen etkilere bağlıdır. Elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve sıcaklık artışına paralel olarak artış göstermektedir (Barlas ve ark., 1995). Sulardaki kirlilik arttıkça elektriksel iletkenlik değeri $1000 \mu\text{mhos}^{-1}$ değerini aşmaktadır (Polat, 1997).

Taşdemir ve Göksu (2001), elektriksel iletkenlik değerinin, çözünmüş olarak bulunan toplam madde miktarı konusunda bilgi verdiğini ve kirlenme için bir gösterge olarak ele alınabileceğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.4. Örnek Alım İstasyonlarının Farklı Zamanlardaki Çözünmüş Oksijen Değerleri

İstasyonlar	Çözünmüş O ₂ (mg / L) (Ort: 12-15°C arası)			
	İlkbahar Dönemi 30.03.2008	Yaz Dönemi 14.06.2008	Sonbahar Dönemi 24.09.2008	Kış Dönemi 09.01.2009
1	6.81	6.66	6.34	6.15
2	6.92	7.06	6.67	6.78
3	7.03	6.61	6.44	6.18
4	7.13	7.18	6.70	6.77
5	7.10	7.00	6.38	7.18
6	7.33	6.70	6.59	7.00
7	7.40	7.11	6.69	6.71
8	7.62	7.03	6.53	6.39
9	7.62	6.93	6.49	6.88
10	7.89	7.03	6.22	6.75
11	7.92	6.54	6.40	7.21
12	6.57	6.34	6.40	6.52
13	8.16	6.59	6.51	6.48
14	7.03	7.00	6.62	6.67
15	7.15	6.31	6.48	6.77

Herhangi bir zamanda saptanan çözünmüş oksijen miktarı; o andaki suyun sıcaklığına, su yüzeyine değen atmosferdeki gazın kısmi basıncına, suda çözünmüş tuz yoğunluğuna ve biyolojik olaylara bağlı olarak değişim göstermektedir (Tanyolaç, 2006). Tatlı sularda, akuatik hayat için en az 5 mgL⁻¹ çözünmüş oksijen miktarı olmalıdır (Egemen ve Sunlu, 1999).

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre suda çözünmüş oksijen miktarı 8 mgL⁻¹ ise 1. sınıf yüksek kaliteli su, 6 mgL⁻¹ ise 2. sınıf az kirlenmiş su, 3 mgL⁻¹ ise 3. sınıf kirli su ve <3 mgL⁻¹ ise 4. sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir (Anonim, 1988).

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre alım yapılan numune istasyonlarında, çözünmüş oksijen değerleri ortalama 6.15 mgL⁻¹ ile 8.16 mgL⁻¹ değerleri arasında bulunmuştur. Buna göre alım yaptığımız içme suları, genel olarak 1. sınıf yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır.

Çizelge 4.5. Örnekleme İstasyonlarının Farklı Zamanlardaki Toplam Aerob Bakteri Sayısı

İstasyonlar	Toplam Aerob Bakteri Sayısı (KOB/mL)			
	İlkbahar Dönemi 30.03.2008	Yaz Dönemi 14.06.2008	Sonbahar Dönemi 24.09.2008	Kış Dönemi 09.01.2009
1	0	0	20	2
2	5	0	250	3
3	0	0	0	0
4	800	8	8	3
5	0	3	2	15
6	2000	7	4	0
7	0	3	100	0
8	0	25	20	3
9	3000	8	5	530
10	2	2	8	0
11	3	210	40	0
12	3	40	10	2
13	0	50	0	0
14	0	0	0	0
15	1000	1000	18	3

İçme sularında, toplam bakteri sayısının artışı, su kaynağının kirlendiğinin uyarıcısı olarak kabul edilmektedir. Ayrıca su arıtım etkinliğinin ölçümünde de yararlıdır (Öztürk, 2003).

Aydın ve Demir (2003) Edirne ve Çanakkale illerinde bulunan 20 adet kaynaktan alınan içme suyu örneğinden 9'unda (%45) mikrobiyolojik analiz sonuçlarının ilgili mevzuatta belirtilen limit değerlerin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. Toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 20 su örneğinin sadece 1'inde (%5) limit değeri aştığı tespit edilmiştir.

30.03.2008 tarihli ilkbahar döneminde alınan 15 istasyondan 8'inde (%53) toplam mezofilik mikroorganizma saptanmıştır. Alınan örneklerin %66'sı Yönetmelikte belirtilen değere (Kaynaktan alınan numunede maksimum: 37 °C'de 24 saatte 5 /mL) uygundur.

14. 06. 2008 tarihli yaz döneminde alınan 15 istasyondan 11'inde (%73) toplam mezofilik mikroorganizma saptanmıştır. Alınan örneklerin %53'ü

yönetmelikte belirtilen değerlere uygundur.

24. 09. 2008 tarihli sonbahar döneminde alınan 15 istasyondan 12'sinde toplam mezofilik mikroorganizma saptanmıştır. Alınan örneklerin %40'ı Yönetmelikte belirtilen değerlere uygundur.

09.01.2009 tarihli kış döneminde alınan 15 istasyondan 8'inde (%53) toplam mezofilik mikroorganizma saptanmıştır. Alınan örneklerin %86'sı Yönetmelikte belirtilen değerlere uygundur.

Toplamda ise alınan 15 istasyondan 13'ünde toplam mezofilik mikroorganizma saptanmıştır. Alınan örneklerin %26 'sı Yönetmelikte belirtilen değerlere uygundur.

4.2. EMS (En Muhtemel Sayı) Sonuçları

Mevsimsel olarak yol hattı üzerinden alınan su örneklerinde toplam koliform sayısı EMS yöntemiyle tespit edilip sonuçlar Çizelge 4. 6-7-8-9'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. 30.03.2008 Tarihindeki Su Örneklerinin Toplam Koliform Sayısı

İstasyonlar	10 mL	1 mL	0,1 mL	EMS/100 mL
1	3	3	0	240
2	3	1	0	43
3	0	0	0	0
4	3	1	0	43
5	2	0	0	9
6	2	1	0	15
7	2	0	0	9
8	0	0	0	0
9	1	0	0	4
10	2	0	0	9
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	2	0	0	9
14	1	0	0	4
15	0	0	0	0

Çizelge 4.7. 14.06.2008 Tarihindeki Su Örneklerinin Toplam Koliform Sayısı

İstasyonlar	10 mL	1 mL	0,1 mL	EMS/100 mL
1	0	0	0	0
2	3	3	0	240
3	0	0	0	0
4	3	0	0	23
5	3	1	1	75
6	2	1	0	15
7	3	1	0	43
8	0	0	0	0
9	3	3	0	240
10	3	1	0	43
11	1	1	0	7
12	3	3	0	240
13	0	0	0	0
14	1	0	0	4
15	0	0	0	0

Çizelge 4.8. 24.09.2008 Tarihindeki Su Örneklerinin Toplam Koliform Sayısı

İstasyonlar	10 mL	1 mL	0,1 mL	EMS/100 mL
1	0	0	0	0
2	3	3	0	240
3	0	0	0	0
4	3	0	0	23
5	3	1	0	43
6	3	1	0	43
7	2	1	0	15
8	0	0	0	0
9	3	2	1	150
10	2	1	0	15
11	3	3	1	460
12	3	3	0	240
13	2	1	0	15
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0

Çizelge 4.9. 09.01.2009 Tarihindeki Su Örneklerinin Toplam Koliform Sayısı

İstasyonlar	10 mL	1 mL	0,1 mL	EMS/100 mL
1	0	0	0	0
2	3	3	1	460
3	0	0	0	0
4	3	1	0	43
5	1	0	0	4
6	2	0	0	9
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	2	0	0	9
10	2	2	0	21
11	3	0	0	23
12	3	1	0	43
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte Çizelge1.2.'de bulunan

mikrobiyolojik parametrelerde, kaynak suları için Koliform bakteri değeri 0 /250mL, içme ve kullanma suları için koliform bakteri değeri 0 /100 mL olarak belirtilmiştir.

Öz ve ark. (1995), yaptıkları bir araştırmada inceledikleri 669 kaynak suyu örneğinden, 352'sinde (%52,6) bir üreme saptamazken, 317'sinde (%47,4) total koliform bakteri ve 99'unda (%14,8) fekal koliform bakteri üretmiştir.

Buna göre 30.03.2008 tarihli ilkbahar döneminde alınan 15 istasyondan 10 tanesi (%66)'sı Yönetmelikte belirtilen değerlere uymamaktadır.

14.06.2008 tarihli yaz döneminde alınan 15 istasyondan 10 tanesi (%66)'sı Yönetmelikte belirtilen değerlere uymamaktadır.

24.09.2008 tarihli sonbahar döneminde alınan 15 istasyondan 9 tanesi (%60)'ı Yönetmelikte belirtilen değerlere uymamaktadır.

09.01.2009 tarihli kış döneminde alınan 15 istasyondan 8 tanesi (%53)'ü Yönetmelikte belirtilen değerlere uymamaktadır.

3,8 ve 15 nolu istasyonlar her 4 mevsimde de Yönetmelikte belirtilen değerlere uygun çıkmıştır.

Toplamda ise suların % 60'ı Yönetmelikte belirtilen değerlere uymamaktadır.

4.3 *Vibrio cholera*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Streptococcus faecalis* ve *Clostridium perfringens* Sonuçları

30.03.2008 tarihinde alınan su numunelerinde 2 ve 10 nolu istasyonlarda *Vibrio parahaemolyticus*, 12 nolu istasyonda ise *Aeromonas sobria* tespit edilmiştir.

Ayrıca 11 ve 15 nolu istasyonlarda *Streptococcus faecalis* tespit edilmiş *Clostridium perfringens* saptanmamıştır.

18.06.2008 tarihinde alınan su numunelerinde *Vibrio spp.*, *Streptococcus faecalis* ve *Clostridium perfringens* saptanmamıştır.

24.09.2008 tarihinde alınan su numunelerinde *Vibrio spp.*, *Streptococcus faecalis* ve *Clostridium perfringens* saptanmamıştır.

09.01.2009 tarihinde alınan su numunelerinde *Vibrio spp.*, *Streptococcus faecalis* ve *Clostridium perfringens* saptanmamıştır.

4.4.İzole Edilen Bakterilerin İMVİC Bulguları

Su numunelerinden izole edilen bakterilerin İMVIC testlerinin sonuçları Ekler bölümünde Ek çizelge 1–2–3-4’de verilmiştir.

03.04.2008 tarihinde izole edilen 90 izolat İMVİC testi sonuçlarına göre; bakterilerin 38 tanesinin *E. coli*, 5 tanesinin *Pseudomonas* sp., ve 18 tanesinin *Proteus* sp., olduğu belirlenmiş olup 29 izolat ise İMVİC çizelgesinde herhangi bir sonuca uymamaktadır.

20.06. 2008 tarihinde izole edilen 100 izolat İMVİC testi sonuçlarına göre; bakterilerin 15 tanesi *E. coli*, 10 tanesi *Citrobacter* sp., 8 tanesinin *Pseudomonas* sp., ve 38 tanesinin *Proteus* sp., olduğu saptanmış olup 29 izolat ise İMVİC çizelgesinde herhangi bir sonuca uymamaktadır.

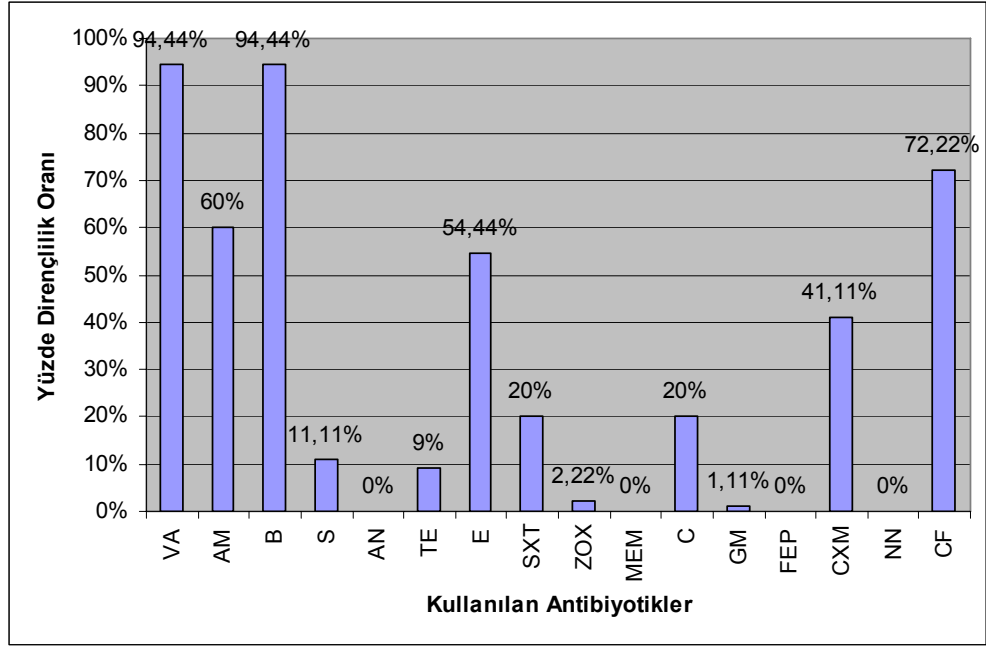
28.09.2008 tarihinde izole edilen 100 izolat İMVİC testi sonuçlarına göre; bakterilerin 6 tanesi *E. coli* 39 tanesi *Proteus* sp., 29 tanesi *Pseudomonas* sp., 13 tanesinin *Citrobacter* sp., olduğu saptanmış olup 13 izolat ise İMVİC çizelgesinde herhangi bir sonuca uymamaktadır.

13.01.2009 tarihinde izole edilen 70 izolat İMVİC testi sonuçlarına göre; 10 tanesi *E.coli* 5 tanesi *Citrobacter* sp., 9 tanesi *Pseudomonas* sp., ve 26 tanesini *Proteus* sp., olduğu saptanmış olup 20 izolat ise İMVİC çizelgesinde herhangi bir sonuca uymamaktadır.

Alınan su numunelerinden toplam 360 izolat izole edilmiş olup, bunların 69 tanesi *E. coli* , 28 tanesi *Citrobacter* sp., 51 tanesi *Pseudomonas* sp., ve 121 tanesinin *Proteus* sp., olduğu tespit edilmiştir. 91 izolat ise bu testle belirlenememiştir.

4.5. İçme Suyundan İzole Edilen İzolatların Antibiyogram Sonuçları

İçme suyundan izole edilen bakterilerin antibiyotiklere karşı tespit edilmiş mevsimsel dirençlilik oranları Şekil 4.1–2–3-4’de, toplam antibiyotik dirençlilik oranı Şekil 4.5’de ve çoklu antibiyotik dirençlilik yüzdeleri Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.1. 05.04.2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Yüzde Antibiyotik Dirençlilik Oranları

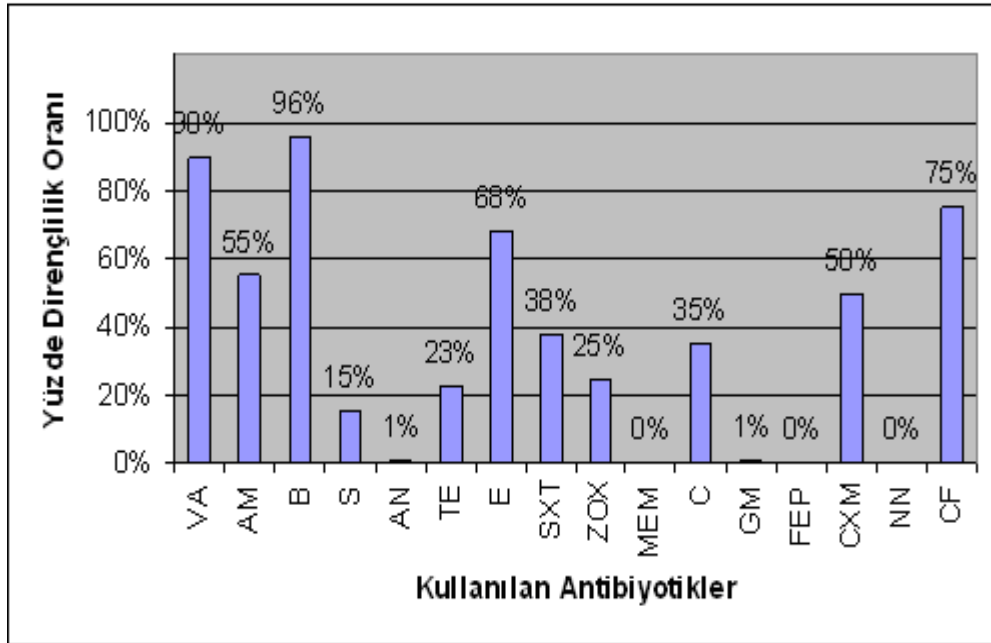
Çizelge 4.10. 05.04.2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Çoklu Antibiyotik (MAR) Oranları

	İstasyonlar						
MAR İndeksi	1	2	5	7	8	13	Toplam
0,0625	-	-	-	-	1	-	1
0,125	-	-	-	2	-	2	4
0,1875	1	-	3	3	1	1	9
0,25	2	2	5	1	2	1	13
0,3125	2	1	-	-	2	-	5
0,375	1	-	-	-	1	-	2
0,4375	-	1	-	-	1	-	2
0,5	1	1	-	-	-	-	2
0,5625	3	4	-	-	-	-	7
0,625	-	1	-	-	-	-	1
0,6875	-	-	-	-	-	-	-
0,75							

05.04.2008 tarihli İlkbahar döneminde izole edilen Ek Çizelge 7.de ise istasyonları belirtilen bakterilerin %94,44 ‘ü Vankomisin ve Basitrasin’e, %72, 22’si Sefalotin’e, %60’ı Amfisilin’e ve %54,44’ü Eritromisine direnç göstermiştir. Amikasin, Meropenem, Sefepim ve Tobramisine ise hiç direnç göstermemiştir.

MAR indeks değerleri (a/b ; a , izolatin dirençli olduğu antibiyotik sayısını temsil etmekte b ise izolata karşı denenen antibiyotik sayısını temsil etmektedir). Eğer izolat insan ya da hayvan kaynaklı antibiyotiklere yoğun miktarda maruz kalmış ise, o zaman 0,2 den daha yüksek bir MAR indeks değeri çıkmaktadır. Eğer antibiyotik çok nadir kullanılmışsa ya da hiç kullanılmamışsa MAR indeks değeri 0.2 den küçük ya da 0.2 ye eşit olarak gözlemlenmektedir (Krumperman, 1985).

Buna göre izolatların %69'unun MAR indeksinin 0.2 den yüksek çıktığı saptanmıştır. Özellikle 2, 5 ve 8. istasyonlarda insan ve hayvan kaynaklı antibiyotiklerle yoğun miktarda karşılaşıldığı saptanmıştır.



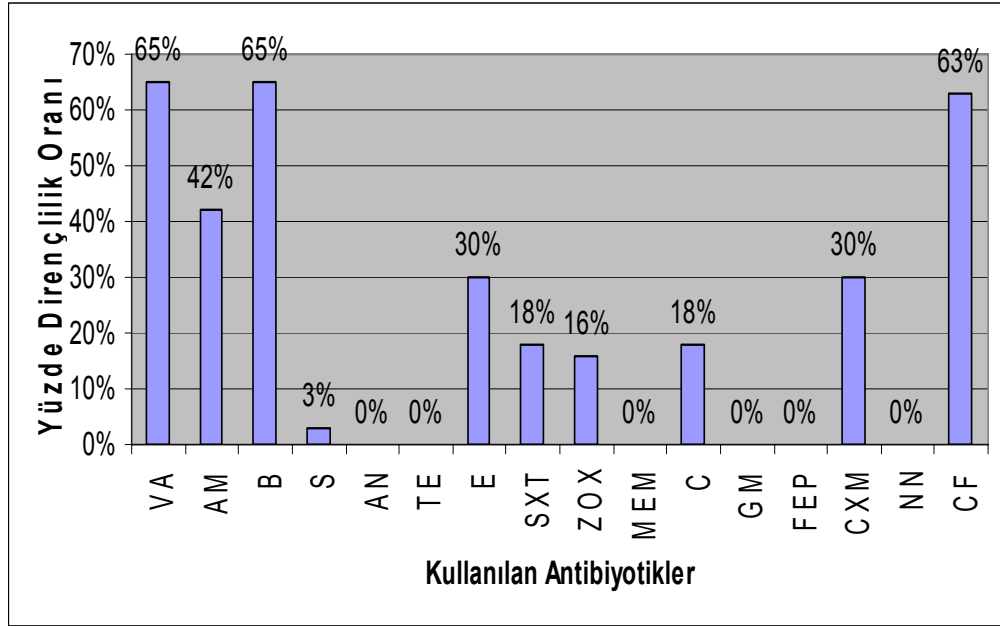
Şekil 4.2. 22.06.2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Yüzde Antibiyotik Dirençlilik Oranları

Çizelge 4.11. 22.06.2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Çoklu Antibiyotik Dirençlilik (MAR) Oranları

	İstasyonlar										
MAR İndeksi	2	4	5	6	7	9	10	11	12	14	Toplam
0,0625	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
0,125	-	3	-	-	-	-	-	1	2	6	12
0,1875	-	2	-	-	2	1	-	-	1	1	7
0,25	-	3	6	1	5	7	-	1	-	-	23
0,3125	-	-	4	2	2	1	-	1	2	-	12
0,375	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
0,4375	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	3
0,5	2	-	-	1	-	-	-	5	3	-	11
0,5625	2	-	-	1	-	-	-	-	1	-	4
0,625	6	-	-	2	-	-	7	-	-	-	15
0,6875	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3
0,75	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2

22.06.2008 tarihli yaz döneminde izole edilen Ek Çizelge 6.da ise istasyonları belirtilen bakterilerin %96'ı Basitrasın, %90'ı Vankomisin, %75'i Sefolatin ve %68'i Eritromisine direnç göstermiştir. Meropenem, Sefepim ve Tobramisine ise hiç direnç göstermemiştir.

İzolatların %91'nin MAR indeksi 0.2 'den büyük çıkmıştır. Özellikle 2, 10 ve 11. nolu istasyonların MAR indeks değerinin çok yüksek çıkmasına rağmen diğer tüm istasyonlarda da 0,2' den büyük değer saptanmıştır.



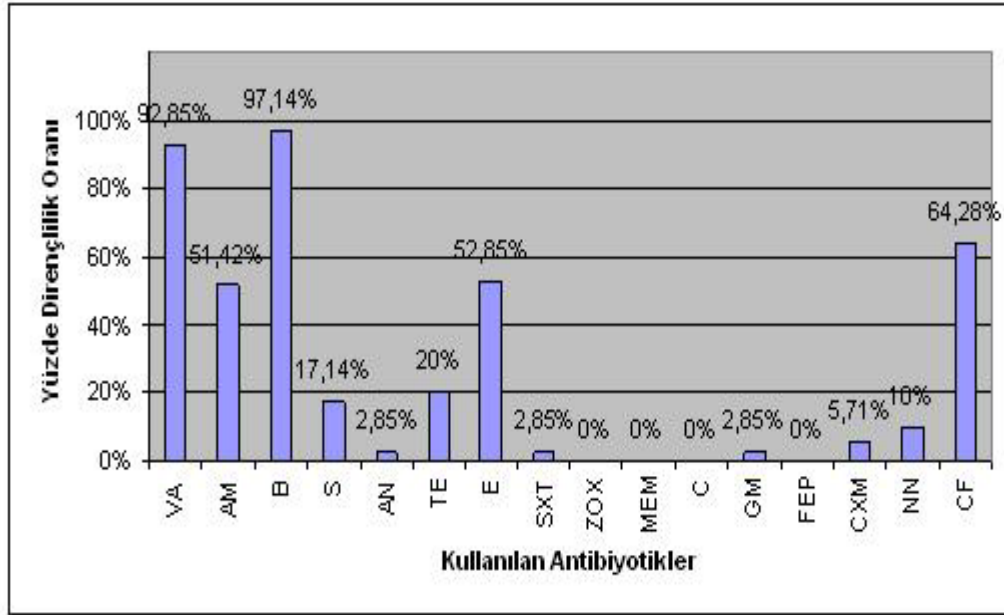
Şekil 4.3. 30.09.2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Yüzde Antibiyotik Dirençlilik Oranları

Çizelge 4.12. 30.09.2008 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Çoklu Antibiyotik Dirençlilik (MAR) Oranları

	İstasyonlar										
MAR İndeksi	2	4	5	6	7	9	10	11	12	Toplam	
0,0625	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,125	-	-	-	-	-	7	2	-	-	9	-
0,1875	-	1	3	1	3	3	1	-	1	13	-
0,25	1	3	5	-	4	-	3	-	1	17	-
0,3125	1	3	2	2	1	-	-	2	-	11	-
0,375	6	2	-	-	-	-	3	1	2	14	-
0,4375	1	1	-	3	-	-	-	-	6	11	-
0,5	1	-	-	3	-	-	1	3	-	8	-
0,5625	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
0,625	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,6875	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

30.09.2008 tarihli Sonbahar döneminde izole edilen Ek Çizelge 5.te ise istasyonları belirtilen bakterilerin %65'i Vankomisin ve Basitrasine, %63'ü Sefalotine, %42'si Amfisiline ve %30'unda Eritromisin ve Sefuroksime direnç göstermiştir. İzolatlar Amikasin, Tetrasiklin, Meropenem, Gentamisin, Sefepim ve Tobramisine hiç direnç göstermemiştir.

İzolatların %73'ünün MAR indeksi 0.2 'den büyük çıkmıştır. Özellikle 2, 6,11 ve 12 nolu istasyonlarda insan ve hayvan kaynaklı antibiyotiklerle yoğun bir karşılaşıldığı saptanmıştır.



Şekil 4.4. 15.01.2009 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Yüzde Antibiyotik Dirençlilik Oranları

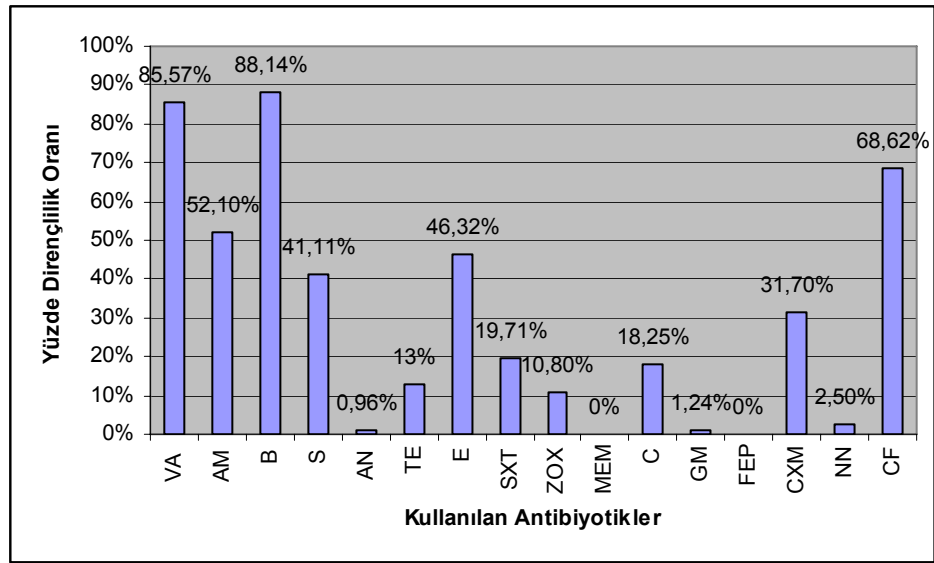
Çizelge 4.13. 15.01.2009 Tarihinde İzole Edilen Bakterilerin Çoklu Antibiyotik Dirençlilik Oranları

	İstasyonlar							
MAR İndeksi	2	4	5	6	10	11	12	Toplam
0,0625	-	-	-	-	-	-	-	-
0,125	-	1	2	-	2	-	-	5
0,1875	3	2	-	-	1	5	-	11
0,25	5	6	4	7	3	4	-	29
0,3125	2	-	3	1	3	1	6	16
0,375	-	1	1	1	-	-	3	6
0,4375	-	-	-	-	-	-	1	1
0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5625	-	-	-	-	-	-	-	-
0,625	-	-	-	-	-	-	-	-
0,6875	-	-	-	-	-	-	-	-

15.01.2009 tarihli Kış döneminde izole edilen Ek Çizelge 4.'de ise istasyonları

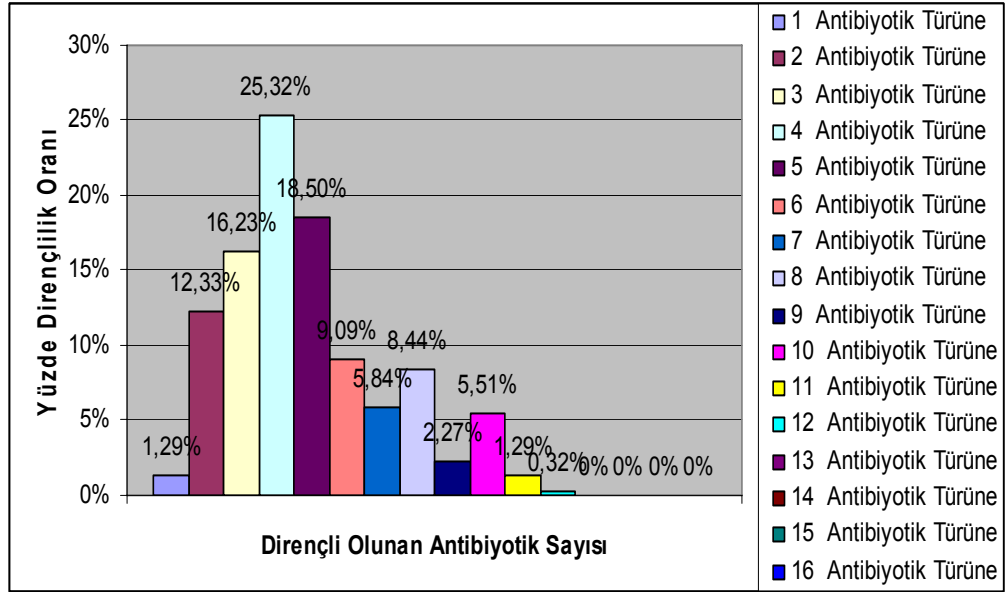
belirtilen bakterilerin %97,14'ü Basitrasine, %92,85'i Vankomisine, %64,28'i Sefalothine ve %52'si Amfisilin ve Eritromisine direnç göstermiştir.

İzolatların %76'sının MAR indeksi 0,2 'den büyük çıkmıştır. Özellikle 5, 6 ve 12 nolu istasyonlarda bu değerin yüksek çıktığı saptanmıştır.



Şekil 4.5. İçme Suyından İzole Edilen Bakterilerin Yüzde Antibiyotik Dirençlilik Oranları

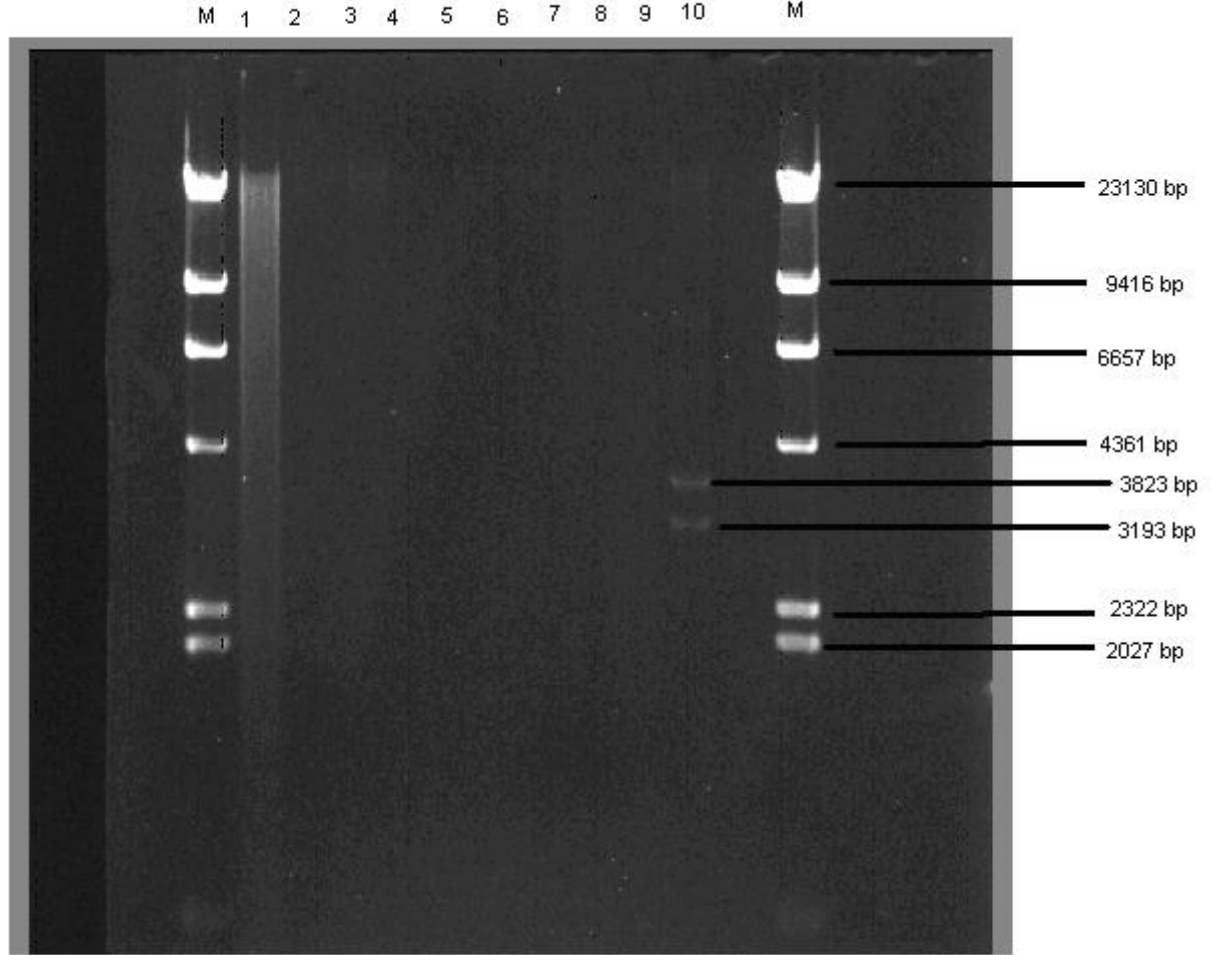
İzole edilen bakterilerin tümü değerlendirildiğinde, Basitrasine %88,14, Vankomisine %85,57, Sefalotine %68,62 ve Amfisiline %52,10 oranında yüksek direnç gösterdikleri saptanmıştır. Ayrıca izolatlar Meropenem ve Sefepime hiç direnç göstermemiştir.



Şekil 4.6. İzole Edilen Bakterilerin Çoklu Antibiyotik Dirençlilik (MAR) Oranları

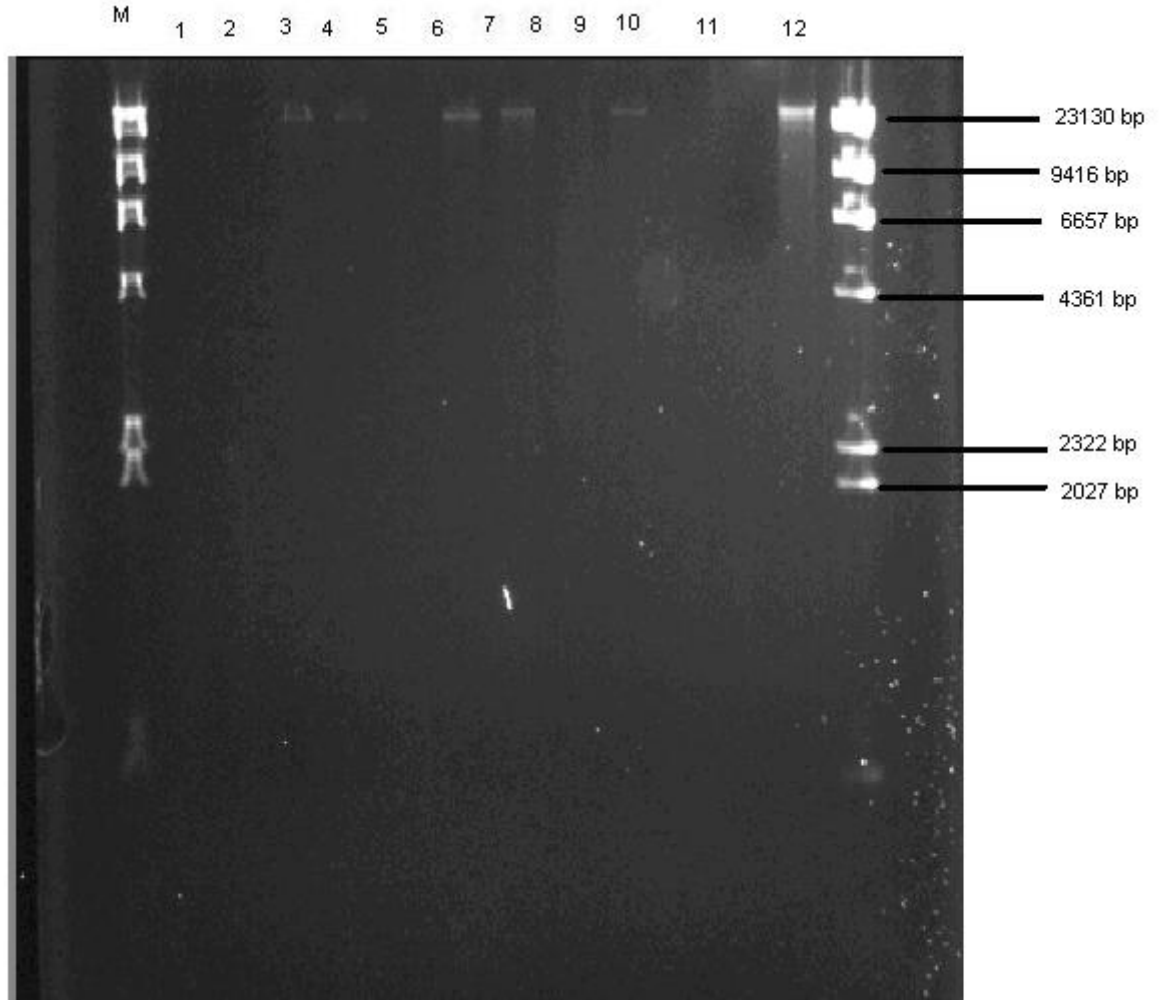
İzole edilen bakterilerin çoklu antibiyotik dirençlilik oranları incelendiğinde en yüksek dirençliliğin %25,32 ile 4 antibiyotik türüne olduğu tespit edilmiştir. İzolatlardan 13, 14, 15 ve 16 antibiyotik türüne dirençli suş tespit edilememiştir. 12 antibiyotik türüne dirençli suş 11 nolu istasyondan, 11 antibiyotik türüne dirençli suş 10 nolu istasyondan ve 10 antibiyotik türüne dirençli suşlar ise 2 ve 10 nolu istasyonlardan tespit edilmiştir.

4.7. Plazmid Profilleri



Şekil 4.7. Plazmid DNA'larının Agaroz Jel Elektroforez Sonuçlar -1(3 ve 9: 6. istasyon; 4 ve 8: 12. istasyon; 5: 14. istasyon; 6: 1. istasyon; 7: 9. istasyon; 10: 4. istasyon; 11: 2. istasyon; M: marker)

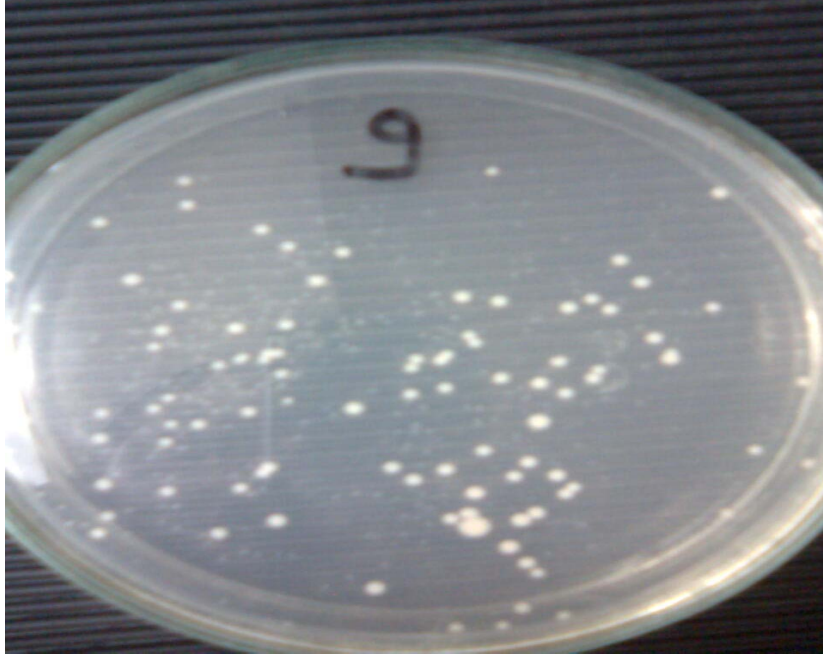
Antibiyotik dirençlilikleri belirlenen ve identifikasyonları gerçekleştirilen izolatlardan MAR değeri 0,3 ile 0,6 arasında bulunan izolatlardan 22 tanesinin plazmidleri izole edilmiş ve plazmid DNA'ları agaroz jel elektroforez ile analiz edilmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2). İzolatların plazmid büyüklükleri marker DNA'ya (Vivantes, NM046) göre belirlenmiştir. 10 numaralı *Proteus* cinsi bakteride 3823 bp ve 3193 bp boyutlarında plazmid izole edilmiştir.



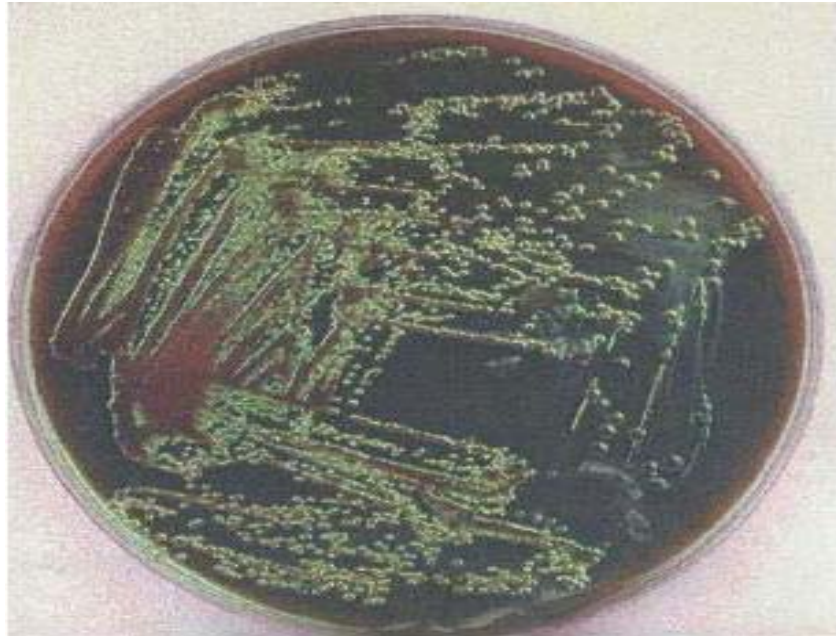
Şekil 4.8. Plazmid DNA'larının Agaroz Jel Elektroforez Sonuçları – 2 (3,4,12,13: 10. istasyon; 6,9,14: 2. istasyon; 8, 10: 7. istasyon; 5,12: 14. istasyon; 7: 11. istasyon; 11: 9 istasyon)

3 numaralı *Proteus* cinsi bakteride 20640 bp, 4 numaralı *Proteus* cinsi bakteride 19466 bp, 6 numaralı *Pseudomonas* cinsi bakteride 17254 bp, 7 numaralı *Proteus* cinsi bakteride 14020 bp, 10 numaralı *Proteus* cinsi bakteride 12215 bp ve 12 numaralı *E. coli* bakterisinde 20654 bp boyutlarında plazmid izole edilmiştir.

Mandal ve ark. (2004), *Salmonella typhi*, *K. Pneumoniae*, *E.coli* ve *Proteus vulgaris* gibi bakterileri suşları arasında ampicillin, chloramphenicol, ciprofloxacin, tetracylin ve nalidixic acid direncinden sorumlu R plazmidlerinin aktarılabildiğini ortaya koymuşlardır.



Şekil 4.9. PCA Besiyerinde üreyen Toplam Aerob Bakteriler



Şekil 4.10. EMB Besiyerinde Üreyen *E.coli* Bakterileri

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Adana- Tufanbeyli yol hattındaki içme sularında (Hayrat ve Musluk),toplam aerob, toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok bakteri düzeyleri belirlenmiş, izole edilen bakterilerin antibiyotik dirençliliği tespit edilmiş ve organizmaların plazmid profilleri agaroz jel elektroforez yöntemiyle ortaya konulmuştur. Ayrıca bu sular fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri açısından da incelenerek TS 266'ya uygunluğu yönünden incelenmiştir.

Mevsimsel olarak örnekleme yapılan çalışmada toplam koliform ve fekal koliform bakımından en yüksek değerin 14.06.2008 tarihli yaz ve 24.09.2008 tarihli sonbahar döneminde alınan örneklerde olduğu tespit edilmiştir. İnsanların oluşturduğu atık sular, çeşitli şekillerde yerleşim birimlerinden çevre sularına karışmaktadırlar. Bu nedenle bu sular, atık suların içerdiği organik ve inorganik kirlilik etkenlerine bağlı olarak kirletilmektedir (Karayakar ve ark., 2004). Seçilen istasyonlarda bakteriyolojik kirliliğin en fazla 2, 4, 9 ve 12 nolu istasyonlarda olduğu belirlenmiştir. Bu istasyonlardan 2. si Tufanbeyli'nin merkezinde yer almakta olup kanalizasyon sisteminin yetersiz olmasından dolayı ve evsel atık suların sızdırmaz fosseptiklerde toplanımının arazi yapısı yüzünden uygun olmadığından halk sağlığı açısından büyük tehlike arz etmektedir. Atık suların herhangi bir arıtma işlemi uygulanmadan çevre sularına karışımı, içerdikleri organik maddelerin parçalanması sonucu çevre sularında doğal yaşam koşullarının bozulmasına neden olurken içerdikleri çeşitli zehirli maddeler ve hastalık oluşturan mikroorganizmalar nedeniyle de insan sağlığı açısından da önemli tehlikeler oluşturur (Karayakar ve ark., 2004). 4 nolu istasyon Pınarlar Köyü yakınlarındadır. Bu istasyon köyün kanalizasyon sisteminin olmamasından dolayı ayrıca evcil ve evcil olmayan hayvanlar tarafından kullanılması neticesinde mikrobiyal kirlenmeye maruz kalmıştır. 9 nolu istasyon Feke ilçesi yakınlarındadır. Ana kaynağından alınarak boru vasıtasıyla yol kenarına getirilmiştir. Bu su ana kaynağında veya boru ile taşınım esnasında kirlenmeye maruz kalmıştır. 12 nolu istasyon Suluhan Köyü yakınlarındadır. Köyün kanalizasyon sisteminin olmaması, foseptik kuyuların çeşme suyuna çok yakın üst bölgelerde kurulması ve etrafının bir çitle çevrili olmaması insanlar ve hayvanlar

tarafından kirlenmesine yol açmaktadır.

Alınan su örnekleri içerisinde izole edilen izolatlarla İMVİC testi uygulanmış ve 121 tanesinin *Proteus sp.*, 51 tanesinin *Pseudomonas sp.*, 69 tanesinin *E. coli* olduğu tespit edilmiştir. İzole edilen toplam 360 izolat kullanılan antibiyotiklerden Basitrasin'e %88,14, Vankomisin'e %85,57, Sefalotin'e %68,62, Amfisilin'e %52,10 ve Eritromisin'e %46,32 oranında direnç göstermiştir. İzolatların 78 tanesi 4 antibiyotige dirençli, 57 tanesi 5 antibiyotik türüne birden dirençli ayrıca izolatların 17 tanesi 10 antibiyotik türüne birden direnç gösterdiği tespit edilmiştir.

Bakterilerde çoklu antibiyotik dirençliliğinin gelişmesinde çeşitli faktörler rol oynamaktadır. Colamiris ve ark.(1984), zararsız olarak tanımlanan bazı bakterilerde R- faktörlerine bağlı MAR dirençliliği olduğunu tespit etmişlerdir.

Stewart ve Koditsihek (1980), deniz suyundan izole ettikleri bakterilerle *Escherichia coli*'nin laboratuvar suşları arasında antibiyotik dirençliliğinin transfer edilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Shah ve Stille (1983), yaptıkları çalışmalar sonucunda Almanya'da beta-laktam antibiyotiklere karşı *Klebsiella pneumoniae* ve *Escherichia coli* suşlarının dirençlilik kazandıklarını tespit etmişlerdir.

İstasyonlardan numune alımı sırasında bakılan suyun sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik ve çözünmüş oksijen gibi fiziksel ve kimyasal parametrelerin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliğinde verilen değerler arasında olduğu tespit edilmiştir.

Bakteriler plazmid adı verilen ve genetik materyalin bir kısmını oluşturan yapılar barındırırlar. Yapı olarak bakteri kromozomundan farklı olan plazmidler, konjugasyon yolu ile antibiyotik dirençliliğinin taşınmasında aktif olarak rol oynarlar.

Evsel atık sular antibiyotik dirençliliği gösteren organizmaların en önemli kaynaklarından birini oluşturmaktadır. İnsan ve hayvanlar R plazmidlerinin en önemli rezervuarı olduğundan, evsel atıklar çoğunluğu barsak florasından kaynaklı bakteriler içerir ki bunlarda antibiyotiklere direnç gösteren R plazmidleri yaygın olarak bulunur.

Su numuneleri alığımız bölgelerde endüstriyel işletmelerin olmayışı, insan

nüfusu yoğunluğunun az olması ve sağlık merkezlerinin olmayışı gibi faktörlerle bakterilerimizde belirgin bir şekilde plazmid varlığına rastlanmadığı söylenilebilir.

Plazmide bağlı dirençliliğin ortaya çıkmasında, antibiyotiklerin yoğun ve bilinçsiz bir şekilde kullanımı ile atıklarındaki dirençli bakterilerin herhangi bir işleme tabi tutulmadan kanalizasyonlar aracılığı ile sucul ortamlara katılmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Sonuç olarak Adana- Tufanbeyli yol hattındaki içme sularının önemli sayılacak düzeyde mikrobiyal kirlenmeye maruz kaldığı ileriki zamanlarda aşağıdaki önlemler alınmadığında halk sağlığı açısından daha ciddi problemler oluşturabileceği düşünülmektedir.

1- Kanalizasyon sistemi olmayan bazı belde ve köylere kanalizasyon sistemi yapılması, arazi şartları uygun değilse sızdırmaz foseptiklerde evsel atık sular depolanmalıdır,

2- Kuyular, su depoları ve kaynak sularının üzerleri kapatılmalı ve insanlar ve hayvanlar tarafından kirlenmelerini önlemek için etrafı çitle çevrilmelidir,

3- Mikrobiyal ve kimyasal açıdan kirli olduğu tespit edilmiş istasyonlara uyarıcı levhalar asılmalıdır,

4- Yüzeysel su akıntılarının bu sulara ulaşmasını önlemek için akıntıların yönleri değiştirilmeli, helâlar bu su kaynaklarından daha alt rakımlarda ve en az 15 m. uzakta inşa edilmelidir,

5- Hem su hem de kanalizasyon borularının sağlam olması ve sık sık bakımlarının yapılarak eskiyenler değiştirilmelidir,

6- Evsel atık sular antibiyotik dirençliliğinin en önemli kaynağını oluşturduğu için akılcı antibiyotik kullanım politikasını uygulayıp antibiyotiklerin aşırı ve yanlış kullanımından kaçınılmalıdır,

7- Alınan bu suların ileri zamanlarda da düzenli olarak kontrolleri yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- AĞAOĞLU, S., EKİCİ, K., ALEMDAR, S., 1999. Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar. Van Tıp Dergisi. 6(2): 30- 33.
- AKIN, L., 2004. Gıda ve Su Kaynaklı Enfeksiyon Hastalıklarının Epidemiyolojisi. Gıda ve Su Kaynaklı Enfeksiyon Etkenlerinin Laboratuvar Tanısı ve Standardizasyon Workshop Eğitim Programı, Ankara.
- AKMAN, Y., KETENOĞLU, O., EVREN, H., KURT, L., DÜZENLİ, S., 2000. Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara s.268
- ALKAN, U., ÇALIŞKAN, S., MESCIOĞLU, U., 1999. Uluabat Gölünün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. Eko. Çev. Kor. 33: 3-5.
- ALTINKUM, S.M., 1996. İstanbul'da Satılan İçme Sularının Bakteriyolojik Yönünden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.
- ANONYMOUS., 1978. Mikrobiyologisches Handbuch, E. Merck, Darmstad.
- ANONYMOUS., 1993. Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. Tubitak. Gebze. Kocaeli. Yayın No: 124
- ANONİM, 1988. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. 19919 Sayılı Resmi Gazete, 04.09.1988, 965- 1026.
- ARDA, B, YAMAZHAN, T, ULUSOY, T, ÖZİNEL, M.A., 1999. Yoğun Bakım Ünitelerinden İzole Edilen P.aeruginosa ve Acinetobacter Türlerinin Antibiyotik Duyarlılığındaki Değişim. Hastane Enfeksiyon Derg 2001; 5(1): 49- 53.
- ATLAS, R., M., 1984. Microbiology Fundamentals And Applications. Macmillian Publishing Company, New York. s. 871.
- AYDIN, A., DEMİR, C., 2003. Edirne ve Çanakkale İllerindeki Kaynağından Alınan İçme Sularının Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Ankara. 1. Ulusal Su Sempozyumu.
- BALKAYA N, AÇIKGÖZ A., 2004. İçme Suyu Kalitesi ve Türk İçme Suyu Standartları. Standard Derg., 29-37.

- BARLAS, M., İKİEL, C., ve ÖZDEMİR, N., 1995. Gökova Körfezine Akan Tatlı Su Kaynaklarının Fiziksel ve Kimyasal Açından İncelenmesi. Doğu Anadolu Bölgesi 1. ve 2. Su Ürünleri Sempozyumu, 14- 16 Haziran, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 704- 712.
- BELL, J. B., MACRAE, W. R., ELLIOT, G. E., 1980. Incidence of R Factors in Coliform, Fecal Coliform, and Salmonella Populations of The Red River in Canada. Appl. Env. Microbio., 40: 486-491.
- BİLGEHAN, H., 1994. Temel Mikrobiyoloji ve Bağışıklık Bilimi. Fakülteler Kitap Evi Barış Yayınları, 589:145- 178.
- BİLGİN, M., 2003. Niğde İli İçme Sularının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi.Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.
- BOU, G., CERVERO, G., DOMINGUEZ, M. A., QEREDA, C., MARTINEZ BELTRAN, J., 2000. Characterization of a Nosocomial Outbreak Caused by a Multiresistant *Acinetobacter baumannii* Strain with a Carbapenem-Hydrolyzing Enzyme: High- Level Carbapenem Resistance in a *A. baumannii* not due Solely to the Presence of Beta-Lactamases. J. Clin. Mic.,s: 38:
- BRADFORD, PA., 2001.Extended Spectrum beta- lactamases in the 21 st Century. Characterization, Epidemiology and Detection of This Important Resistance Threat. Clin Micro Rev. S:45- 54.
- BRICK, T., PRIMROSE, P., 2004. International Journal of Hygiene and Environmental Health, Volum 207. Number:5 pp. 473- 480.
- BUSCHER, K.H., CULLAMANN, W., DICK, W., STIEGLITZ, M., 1987. Selection Frequency of Resistant Variants by Various Beta- Lactam Antibiotic in Clinical *Enterobacter cloacae* Isolates. Chemother., 33:40- 51.
- CAN, M., 2000. Balıkesir Yöresinde İçme Suyu Olarak Kullanılan Kuyu Suları ve Çeşme Sularının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi.Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- CASAWELL, M. W., PHILIPS, I., 1981. Aspect of the Plasmid-Mediated Antibiotic Resistance and Epidemiology of Klebsiella Species, Ann. J. Med. 70: 459–460

- CHAPMAN, D., KIMSTACH, V. 1996. Chapter 3. Selection of Water Quality Variables. Water Quality and Assessments- A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Enviromental Monitoring, Second Edition, Chapman, D. (ed), pp 1- 56, UNESCO/WHO/UNEP
- COLARIMIS, J.J., ARMSTRONG, J.L. and SEIDLER, R.J., 1984. Association of Metal Tolerance with Multiple – Antibiotic Resistance of Bacteria Isolated from Drinking Water, Applied and Environmental Microbiology, 47, pp: 1238-1242.
- COOKE, M. D., 1976. Antibiotic Resistance Among Coliform and Fecal Coliform Bacteria Isolated from Sewage, Seawater and Marina Shell Fish, Antimicrob. Agent and Chemother. 9: 879–944.
- ÇETİN Ç.B., YALÇIN A.N., TURGUT H., KALELİ İ., ORHAN N., 1999. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi’nde Hastane İnfeksiyonları. Hast. İnfek. Derg 3: 161.
- ÇİFTÇİ, A., AKSARAY, S., ve CESUR, S., (2003). Yanık Ünitesinde Yatan Hastaların Yara ve Kan Kültürlerinden İzole Edilen Mikroorganizmalar ve Antibiyotik Duyarlılıkları. İnfeksiyon Dergisi. 17(3):293–296.
- DEMİRER, A. 1995. Su Hijyeni. Teksir, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi
- DEMİRTÜRK, N., ve DEMİRDAL, T., 2004. Antibiyotiklerde Direnç Sorunu. Kocatepe Tıp Dergisi 5 sf:17–21
- Devlet Su İşleri Müdürlüğü (DSİ), Enerji ve Tabi Kaynakları Bakanlığı., Eğrekkaya Baraj Gölü ve Havzasında Kirlilik Araştırması Raporu., Şubat 2001, Ankara
- DİNÇER, S., MATYAR, F. ve SÖNMEZ, N., 2001. Seyhan Nehrinin Fekal Kirlilik Düzeyi ve Fekal Koliiformların Antibiyotik Hassasiyetleri. 12.Biyoteknoloji Kongresi, Ayvalık, 252–255.
- MATYAR, F., DİNÇER, S., KAYA, A., AKKAN, T., ve ERASLAN, B., 2009. İskenderun Körfezi Balıklarından İzole Edilen Bakterilerde Antibiyotik ve Ağır Metal Dirençliliklerinin Araştırılması. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 2(2):1–5, 2009.
- EGEMEN, Ö. ve SUNLU, U. 1999. Su Kalitesi (Ders Kitabı). Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14 3. Baskı, İzmir, 153 sayfa

- EHINMIDU, J.O., 2003. Antibiotics Susceptibility Patterns of Urine Bacterial Isolates in Zaria, Nigeria. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 2(2): 223- 228
- ERGÜN, F. 1999. İstanbul'daki Su Satış İstasyonlarında Satışa Sunulan İçme Sularının Genel Hijyenik Kriterleri ve Bazı Patojenler Yönünden İncelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- ERKAN, M. E., VURAL, A., 2006. Dicle Nehrinin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. *Dicle Tıp Dergisi*. 33(4): 205–209.
- GANGLE, B.J., 2005. Sources and Occurence of Antibiotic in The Environment, Master of Science, University of Maryland, Baltimore, USA.
- GÜLSEREN, F., MAMIKOĞLU L., ve ÖZTÜRK S., 1999. A Surveillance Study of Antimicrobial Resistance of Gram Negative Bacteria Isolated from Intensive Care in Eight Hospitals in Turkey. *J. Antimicrob Chemother* 43: 373.
- GÜNDÜZ, T., ÇİMEN, S., ARI, A., ETİZ, S., TAY, Z. 2006. Manisa kent merkezi içme ve kullanma sularının bakteiyolojik analizi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*. 36(2): 99- 102.
- GÜR, D., TUTAR, İ., VARDAR ÜNLÜ, G., 2001. “İsepamisinin Hastane İzolatı Gram Negatif Bakterilere Karşı İn vitro Etkisi” *Hastane Enfeksiyon Derg*; 5(1): 19.
- GÜR, D., 1994. Antibiyotiklere Direnç Gelişimi. *Klinik Uygulamalarda Antibiyotikler ve Diğer Antimicrobial İlaçlar*. Güneş Kitabevi Limited Şirketi. Ankara, s. 19–37.
- HOODA, P.S., EDWARD, A.C., ANDERSON, H.A., MILLER, A., 2000. A review of Water Quality Concerns in Livestock Farming Areas. *Sci. Total Environ*. 250 (1–3), 143–167
- HOWARD, S., GOLD, M.D., ROBERT, C. Ve MOELLERING, JR., M.D., 1996. Antimicrobial- Drug Resistance, *The New England Journal of Medicine*
- HURST CJ, TORANZUS GA 1997. Water Microbiology in Public Health. In: Hurst CJ (ed) *Manual of Environmental Microbiology*. ASM Press, Washington, D.C., pp 133–242

- KARAYAKAR, F., AY, Ö., CİCİK, B., 2004. Mersin Kıyı Şeridinden Alınan Su Örneklerinden İzole Edilen *Escherichia coli* Suşlarının Bazı Antibiyotiklere Karşı Plasmid Kökenli Dirençliliğin Saptanması. Eko. Çev. Kor. 13,52: 28–32.
- KARIM, N., 2004. Tropical Infectious Disease in Malaysia. Pathol. Int. 54, s275.
- KARPUZCU, M., 1996. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Gebze Yüksek Teknolojisi Çevre Mühendisliği Bölümü. Kubbealtı Neşriyatı Yayınları. s. 9- 92.
- KNUDTSON, L. M., HARTMAN, P. A., 1993. Antibiotic Resistance Among Enterococcal Isolates from Enviromental and Clinical Sources. Journal of Food Protection, 56: 489–492.
- KÖKSAL, F., 1999. İstanbul'un Su Kaynaklarının Patojen Barsak Bakterileri Bakımından Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul
- KRYALIKOVYA, K., KRYCMYERY, V., KRYCMYERY, V. Jr., 1984. Transferable Resistanee To Gentamicin And Other Antibiotics in *Enterobacteriaceae* Isolates from Municipal Wastewater. Jour. Hyg. Epidemiol. Immunol., 28: 161-166.
- KUMBUR, H., 1997. Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sisteminin Uygulanması, Hacettepe- Taş, Ankara, 2000 : 175- 314
- KRUMPERMAN, P.H., 1985. Multiple Antibiotic Resistance Indexing of *Escherichia coli* to Identify High- Risk Sources of Fecal Contamination of Foods. App Environ Microbiol 46: 165- 170.
- MADDEN, R. H., GILMOUR, A. A., 1995. Impedance as an Alternative to MPN Enumeration of Coliforms in Pasteurized Milks. Lett. Appl. Microbia., 21: 387- 388.
- MANDAL, S., MANDAL, M.D., PAL, N.K. 2004. Plasmid – Encoded Multidrug Resistance of *Salmonella typhi* and Some Enteric Bacteria in and Around Koklata India: A Premiliminary Study. Ojhas 3(4): 1- 7.
- MANIATIS, T., FRISTSCH, E.F., SAMBROOK, J., 1982. Moleculer Cloning A Laboratory Manuel, Cold Spring Harbor, New York 545.

- MESSER, J.W., H.M. BEHNEY AND L.O. LEUDECKE. 1985. Microbiological Count Methods. In Standard Methods for the Examination of Dairy Products (APHA), 15 th edition (Ed. G.H. Richardson), Washington D.C., 133- 149.
- MUTLUAY H., DEMİRAK A., 1996. Su Kimyası, İstanbul Üniv. Su Ürünleri Fak., İstanbul.
- NIEMI, M., SIBAKOV, M. VE NIEMALA, S., 1983. A of Fecal Coliforms Isolated from Water Sample, Appl. Environ. Microbiol., 45,1 ,79-83.
- NWACHUKU, N., GERBA, C.P., 2004. Microbial Risk Asssment: Don't Forget the Children. Current Opinion in microbiology 7: 206- 209
- ÖZ, V., KÖKSAL, S., ÇELİK, S., TOPRAK, N., ERGİNÖZ, E., CENGİZ, S., ERGİNÖZ, H., 1996. İstanbul'da Su İstasyonlarında Satışa Sunulan İçme Sularının Mikrobiyolojik Yönden Değerlendirilmesi. 5. Ulusal Halk Sağlığı Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Bildiri Kitabı; 447- 458.
- ÖZÇELİK, S., 1998. Genel Mikrobiyoloji Uygulama Klavuzu. SDÜ. Ziraat Fakültesi Yayın No: 2, Isparta.
- ÖZGÜVEN, V., 2006. UTS Mikrobiyoloji ve Enfeksiyonları Hastalıkları Kitabı sayı 1 sayfa 29.
- ÖZTÜRK R, AKTUĞLU Y., 2001. "Yoğun Bakım Ünitesinde Hastane Enfeksiyonu Etkeni Olarak Belirlenen *Acinetobacter baumannii* kökenlerinin Antibiyotik Duyarlılığı" ANKEM Derg 16(1): 85-88.
- ÖZTÜRK, M., (2003). İstanbul'da Dolum sonrası Kaynak Sularının Mikrobiyolojik İncelenmesi. Doktora Tezi. İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsü. İstanbul.
- PARENT, A., 1996. Control of Coliform Growth in Drinking Water Distribution Systems. Science Direct, Water Research, pp . 442- 445.
- PARVEEN, S., PORTIER, K. M., ROBINSON, K., EDMISTON, L., TAMPLIN, M. L., 1999. Discriminant Analysis of Ribotype Profiles of *Escherichia coli*. For Differentiating Human and Nonhuman Sources of Fecal Pollution. Applied and Enviromental Microbiology, 65(7): 3142–3147
- PATRIC, A., MARCH, D. J. GRIMES, 1982. R-plasmid transfer in a wastewater treatment plant. Appl. Env. Microbiol., 1395-1403.

- POLAT, M., 1997. Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler. Su Kalitesi Yönetim Semineri, Bildiri Kitabı, D.S.İ. Genel Müdürlüğü, Ankara, 45- 57.
- ROY, P.H., Integrons: Novel Mobile Genetic Elements Mediating Antibiotic Resistance in Enterobacteria and Pseudomonas. APUA Newsletter 13, 3, 4- 6.
- SANDERS, C. C, SANDERS, W. E. Jr., 1979. Emergence of Resistance Cefamendole Possible Role in Cefoxitin Inducible Beta-Lactamases, Antimicrob. Agent and Chemother. 15: 792–797.
- SHAH, P.M. nad STILLE, W., 1983. *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* Strains More Susceptible to Cefoxitin than to 3. Generation Cephalosporins. Journal of Antimicrobial Chomotheraphy., 11, pp: 597- 598.
- SOLİ J., Çevre Kirliliği Kontrolünde Atıksu Arıtımı., New Delhi; Ankara: Tata McGraw- Hill; Vahap Balman, 2002 (C. 1998).
- SON, R., RUSUL, G., SAHILAH, A.M., ZAINURI, A., RAHA, A.R., SALMAH, I., 1997. Antibiotic Resistance and Plasmid Profile of *Aeromonas hydrophila* Isolates from Cultured Fish, *Telapia* (*Telepia Mossambica*). Lett. Appl. Microbiology, 24: 479–482
- STEWART, K.R. and KODITCHEK, L., 1980. Drug Resistance Transfer in *Escherichia coli*. İn New York Bignt Sediment, Marine Pollution Bulletin, 11, pp: 130- 133.
- TANIR, G., GÖL, N., 1999. Hastane Personeline Nazal *Staphylococcus aureus* Taşıyıcılığı. Klimik Dergisi.
- TANIR, G., GÖL, N., 1999. Antibiyotik Direnci, Klimik Dergisi, 2,12.
- TANYOLAÇ, J. 2006. Limnoloji (Tatlısu Bilimi). Hatiboğlu Basım ve Yayım San. Tic. Ltd. Şti., 4. Baskı, Ankara, 237 sayfa
- TAŞDEMİR, M., GÖKSU, Z.L., 2001. Asi Nehri'nin (Hatay , Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt 18, Sayı (1- 2): 55- 64.
- TEBBUTT, T.H.Y., 1997. Principles of Water Quality Control, Pergamon Pres, GB, s.200
- TEKİNŞEN, C., O., 1976. Suyun Bakteriyolojik Muayenesi. Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Yayınları, s. 10- 11.

- THIMM, T., HOFFMAN, A., FRITZ, I., TEBBE, C. C., 2001. Contribution of the Earthworm *Lumbricus rubellus* (Annelida, Oligochaeta) to the Establishment of Plasmids in Soil Bacterial Communities. Microbial Ecology.
- TICKNER, JA, GEİSER K., 2004. The Precautionary Principle Stimulus for Solutionand Alternative Based Enviromental Policy. Enviromental impact Assessmnet Review 2004, pp.24.
- UĞUR, M., NAZLI, B., BOSTAN, K., 1999. Besin Hijyeni. İstanbul. İ.Ü. Veteriner Fakültesi Masaüstü Yayımcılık Ünitesi. s. 61, 62,63,65,82,311.
- USLU, O., TÜRKMAN, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü (Water Pollution and Control), T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Eğitim Yayınları Dizisi 1.
- YALÇIN, S., TEKİNŞEN, O.C., NİZAMLIOĞLU, M., 1989. Konya İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Hijyenik Kalitesi.Selçuk Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 4,1, 83- 89.
- YALÇIN, H., GÜRÜ, M., 2002. Su Teknolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara.
- YARAMAZ, Ö., 1997. Su Kalitesi, E.Ü. Basımevi, Yayın No: 4, İstanbul.
- WHO, 1996. Guidelines For Drinking Water Quality, Volume 2, Health Criteria and Other Supporting Information, pp.15.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Adana'nın Saimbeyli ilçesinde doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Tufanbeyli ilçesinde, lise öğrenimini ise Gaziantep Bayraktar Lisesinde tamamladım. 2002 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nü kazandım. 2006 yılında aynı bölümden mezun oldum. 2007 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimime başladım. Halen yüksek lisans öğrencisiyim.

Ek Çizelge1. 28.09.2008 Tarihli Çalışma Alanı IMViC Testlerinin Sonuçları

Bakteri No	2. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon	7. İstasyon	9. İstasyon	10. İstasyon	11. İstasyon	12. İstasyon	13. İstasyon
1	T.E.	<i>E. coli</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo</i>	<i>Pseudo</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>
2	<i>Pseudo.</i>	<i>E. coli</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Citro.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Citro.</i>	T.E.	T.E	<i>Proteus</i>
3	T.E.	<i>E. coli</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo</i>	<i>Citro.</i>	T.E	T.E.
4	<i>Pseudo.</i>	<i>Citro.</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Pseudo</i>
5	<i>Pseudo.</i>	<i>Citro.</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo</i>	<i>Proteus</i>	T.E	<i>Proteus</i>
6	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Pseudo</i>
7	<i>Pseudo.</i>	<i>Citro.</i>	T. E.	<i>Proteus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>E. coli</i>	T.E	T.E.
8	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	T. E.	<i>Citro.</i>	<i>E. coli</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Pseudo.</i>
9	<i>Pseudo.</i>	<i>Citro.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Citro.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo</i>	<i>Citro.</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Pseudo.</i>
10	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo.</i>	T. E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Citro.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>

T. E: Tiplendirilemedi

Ek Çizelge 2. 20.06.2008 Tarihli Çalışma Alanı IMVIC Testlerinin Sonuçları

Bakteri No	2. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon	7. İstasyon	9. İstasyon	10. İstasyon	11. İstasyon	12. İstasyon	14. İstasyon
1	<i>Citro.</i>	<i>Proteus</i>	T. E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo.</i>	T. E	<i>E. coli</i>
2	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T.E	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	<i>Citro.</i>	T. E	<i>E.coli</i>
3	<i>E.coli</i>	<i>Proteus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T.E	T.E.	T.E	<i>E.coli</i>
4	T.E	T. E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T. E.	<i>Citro.</i>	<i>Proteus</i>	T.E	T.E	<i>E. coli</i>
5	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T:E	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Citro.</i>	T. E.	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	<i>E.coli</i>
6	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	T.E.	<i>Citro.</i>	<i>Proteus</i>	T.E.	T.E.	<i>Citro.</i>	<i>E.coli</i>	T. E.
7	<i>Pseudo.</i>	T.E	T.E.	<i>Citro.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T. E.	T.E.	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i>
8	<i>Citro.</i>	T. E.	<i>Citro.</i>	<i>Proteus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Proteus</i>	T.E.	<i>Pseudo.</i>	<i>E. coli</i>	T. E
9	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T. E	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T.E.	<i>Pseudo.</i>	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i>
10	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T. E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i>

T.E: Tiplendirilemedi

Ek Çizelge 3. 03.04.2008 Tarihli Çalışma Alanı IMVIC Testlerinin Sonuçları

Bakteri No	1. İstasyon	2. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon	7. İstasyon	9. İstasyon	10. İstasyon	13. İstasyon
1	T. E.	<i>E. coli</i>	<i>E.coli</i>	<i>E. coli</i>	<i>Proteus</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>
2	<i>E. coli</i>	T.E	<i>Pseudo.</i>	<i>E. coli</i>	T.E	<i>E.coli</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>
3	<i>E. coli</i>	<i>E.coli</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>E. coli</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>E.coli</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	T.E
4	T.E	T.E	<i>Proteus</i>	<i>E.coli</i>	<i>Proteus</i>	T.E	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i>	<i>Proteus</i>
5	T. E.	<i>E. coli</i>	T.E	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	<i>E.coli</i>	<i>E.coli</i>	T.E.	<i>Proteus</i>
6	<i>E. coli</i>	<i>E. Coli</i>	<i>E.coli</i>	<i>E.coli</i>	<i>E.coli</i>	T.E.	<i>E.coli</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>
7	T. E.	T.E.	<i>E.coli</i>	T.E	<i>E.coli</i>	<i>E.coli</i>	<i>E. coli</i>	T.E	T.E.
8	<i>E. coli</i>	<i>E.coli</i>	<i>Proteus</i>	<i>E.coli</i>	<i>Proteus</i>	<i>E.coli</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	T.E.
9	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i>	<i>Proteus</i>	<i>E.coli</i>	T.E	T.E.	<i>E.coli</i>	T.E	<i>Proteus</i>
10	T. E.	<i>Pseudo.</i>	<i>E.coli</i>	<i>E.coli</i>	<i>E.coli</i>	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.

T.E: Tiplendirilemedi

Ek Çizelge 4. 13.01.2009 Tarihli Çalışma Alanı IMVIC Testlerinin Sonuçları

Bakteri No	2. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon	9. İstasyon	10. İstasyon	11. İstasyon
1	<i>Proteus</i>	<i>Citro.</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T.E	<i>Proteus</i>
2	<i>E.coli</i>	<i>Pseudo.</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T.E	<i>Proteus</i>
3	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo.</i>	T. E.	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>E.coli</i>	<i>Proteus</i>
4	<i>Proteus</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	T.E	T.E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>
5	<i>E.coli</i>	<i>Citro.</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	T.E.
6	<i>E.coli</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	T.E.	<i>Pseudo.</i>	T.E	T.E
7	<i>E.coli</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	<i>E.coli</i>	<i>Pseudo.</i>	<i>Proteus</i>	T.E
8	<i>E.coli</i>	<i>Pseudo.</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	<i>Citro.</i>	T.E	<i>Proteus</i>
9	<i>Citro.</i>	T.E.	T.E.	<i>Proteus</i>	<i>Citro.</i>	<i>E.coli</i>	T.E
10	<i>Citro.</i>	T.E.	<i>Proteus</i>	<i>Proteus</i>	<i>proteus</i>	<i>Proteus</i>	T.E.

T.E: Tiplendirilemedi

Ek Çizelge 5.30.09.2008 Tarihinde İzole edilen Bakterilerin 9 Farklı Sınıfa Ait 16 Antibiyotiğe Karşı Yüzde Dirençlilik Oranları

İstasyonlar	<u>Penisilinler</u> - Ampisilin (AM, 10 µg)	<u>Sefalosporinler</u> - Septizoksim(ZOX, 30 µg) - Sefepim (FEP, 30 µg) - Sefuroksim (CXM, 30 µg) - Sefalotin (CF, 30 µg)	<u>Karbapenemler</u> - Meropenem(10 µg)	<u>Glikopeptidler</u> -Vankomisin(30 µg) - Basitrasin (10 µg)	<u>Aminoglikozitler</u> -Streptomisin (S, 10 µg) -Gentamisin (GM, 10 µg) -Tobramisin (NN, 10 µg) -Amikasin (30 µg)	<u>Tetrasiklinler</u> -Tetrasiklin (TE, 30 µg)	<u>Makrolidler</u> -Eritromisin (E, 15 µg)	<u>Chloramphenicol</u> - Kloramfenikol (C, 30 µg)	<u>Sülfonamidler</u> - Trimethoprim- sulfamethokzol (SXT, 25 µg)
2	100	42,5	10	100	0	0	30	10	70
4	30	32,5	0	100	50	20	80	10	0
5	40	27,5	0	100	0	0	40	0	10
6	90	27,5	0	90	0	60	50	50	30
7	50	30	0	95	0	0	30	10	0
9	0	7,5	0	100	0	0	0	0	0
10	70	22,5	0	100	0	0	70	10	0
11	80	45	0	90	0	0	60	90	50
12	80	40	0	100	17,5	0	80	0	20

Ek Çizelge 6. 22.06.2008 Tarihinde İzole edilen Bakterilerin 9 Farklı Sınıfa Ait 16 Antibiyotiğe Karşı Yüzde Dirençlilik Oranları

İstasyonlar	<u>Penisilinler</u> - Ampisilin (AM, 10 µg)	<u>Sefalosporinler</u> - Septizoksim(ZOX, 30 µg) - Sefepim (FEP, 30 µg) - Sefuroksim (CXM, 30 µg) - Sefalotin (CF, 30 µg)	<u>Karbapenemler</u> - Meropenem(10 µg)	<u>Glikopeptidler</u> - Vankomisin(30 µg) - Basitrasin (10 µg)	<u>Aminoglikozitler</u> - Streptomisin (S, 10 µg) - Gentamisin (GM, 10 µg) - Tobramisin (NN, 10 µg) - Amikasin (30 µg)	<u>Tetrasiklinler</u> - Tetrasiklin (TE, 30 µg)	<u>Makrolidler</u> - Eritromisin (E, 15 µg)	<u>Chloramphenicol</u> - Kloramfenikol (C, 30 µg)	<u>Sülfonamidler</u> - Trimethoprim- sulfamethokzol (SXT, 25 µg)
2	100	75	0	100	0	60	100	90	100
4	30	22,5	0	75	0	0	30	0	10
5	0	45	0	100	0	0	60	0	0
6	80	45	0	100	0	50	90	50	60
7	70	15	0	100	0	70	20	0	0
9	20	27,5	0	100	0	0	80	0	10
10	100	75	0	100	25	40	100	100	100
11	80	40	0	100	0	0	80	50	50
12	70	32,5	0	100	0	0	80	40	50
14	0	0	0	65	0	0	40	0	0

Ek Çizelge 7. 05.04.2008 Tarihinde İzole edilen Bakterilerin 9 Farklı Sınıfa Ait 16 Antibiyotiğe Karşı Yüzde Dirençlilik Oranları

İstasyonlar	<u>Penisilinler</u> - Ampisilin (AM, 10 µg)	Sefalosporinler - Septizoksim(ZOX, 30 µg) - Sefepim (FEP, 30 µg) - Sefuroksim (CXM, 30 µg) - Sefalotin (CF, 30 µg)	<u>Karbapenemler</u> - Meropenem(10 µg)	<u>Glikopeptidler</u> -Vankomisin(30 µg) - Basitrasin (10 µg)	<u>Aminoglikozitler</u> -Streptomisin (S, 10 µg) -Gentamisin (GM, 10 µg) -Tobramisin (NN, 10 µg) -Amikasin (30 µg)	<u>Tetrasiklinler</u> -Tetrasiklin (TE, 30 µg)	<u>Makrolidler</u> -Eritromisin (E, 15 µg)	<u>Chloramphenicol</u> - Kloramfenikol (C, 30 µg)	<u>Sülfonamidler</u> - Trimethoprim-sulfamethokzol (SXT, 25 µg)
1	70	45	0	100	0	0	60	30	20
2	90	62,5	0	90	0	0	70	80	60
5	70	45	0	90	0	0	0	20	20
6	80	35	0	80	0	0	50	30	30
7	50	0	0	70	0	0	60	0	0
8	50	37,5	0	80	0	0	30	10	10
10	100	65	0	100	0	0	70	30	0
13	20	17,5	0	55	0	0	10	0	0

Ek Çizelge 8. 15.01.2009 Tarihinde İzole edilen Bakterilerin 9 Farklı Sınıfa Ait 16 Antibiyotiğe Karşı Yüzde Dirençlilik Oranları

İstasyonlar	<u>Penisilinler</u> - Ampisilin (AM, 10 µg)	<u>Sefalosporinler</u> - Septizoksim(ZOX, 30 µg) - Sefepim (FEP, 30 µg) - Sefuroksim (CXM, 30 µg) - Sefalotin (CF, 30 µg)	<u>Karbapenemler</u> - Meropenem(10 µg)	<u>Glikopeptidler</u> -Vankomisin(30 µg) - Basitrasin (10 µg)	<u>Aminoglikozitler</u> -Streptomisin (S, 10 µg) -Gentamisin (GM, 10 µg) -Tobramisin (NN, 10 µg) -Amikasin (30 µg)	<u>Tetrasiklinler</u> Tetrasiklin (TE, 30 µg)	<u>Makrolidler</u> -Eritromisin (E, 15 µg)	<u>Chloramphenicol</u> - Kloramfenikol (C, 30 µg)	<u>Sülfonamidler</u> - Trimethoprim- sulfamethokzol (SXT, 25 µg)
2	0	0	0	90	10	10	50	0	0
4	70	17,5	0	100	0	0	0	0	20
5	90	25	0	100	0	0	90	0	0
6	10	10	0	90	0	90	70	0	0
10	60	25	0	90	0	0	50	0	0
11	70	15	0	100	0	0	40	0	0
12	60	22,5	0	100	20	30	60	0	10
13	60	20	0	60	0	0	0	0	10