

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Fikret BÜYÜKKAYA KAYIŞ

**GÖLBAŞI VE AZAPLI GÖLLERİNİN (ADİYAMAN) MİKROBİYOLOJİK
KALİTESİ VE İZOLATLARIN ANTİBİYOTİK DİRENÇLİLİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2014

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÖLBAŞI VE AZAPLI GÖLLERİNİN (ADİYAMAN) MİKROBİYOLOJİK
KALİTESİ VE İZOLATLARIN ANTİBİYOTİK DİRENÇLİLİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Fikret BÜYÜKKAYA KAYIŞ

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 01/07/2014 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri tarafından
Oy Birliği / Oy çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Sadık DİNÇER
DANIŞMAN

.....
Doç. Dr. Fatih MATYAR
2. DANIŞMAN

.....
Prof.Dr. Hatice KORKMAZ GÜVENMEZ
ÜYE

.....
Doç.Dr. Osman GÜLNAZ
ÜYE

.....
Yrd.Doç.Dr. Hatice Aysun MERCİMEK
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Biyoloji Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.
Proje No: FEF2013D6**

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

DOKTORA TEZİ

GÖLBAŞI VE AZAPLI GÖLLERİNİN (ADIYAMAN) MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ VE İZOLATLARIN ANTİBİYOTİK DİRENÇLİLİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Fikret BÜYÜKKAYA KAYIŞ

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Sadık DİNÇER
2. Danışman : Doç. Dr. Fatih MATYAR
: Yıl: 2014, Sayfa: 127
Jüri : Prof. Dr. Sadık DİNÇER
: Prof. Dr. Hatice KORKMAZ GÜVENMEZ
: Doç. Dr. Osman GÜLNAZ
: Doç. Dr. Fatih MATYAR
: Yrd. Doç. Dr. H. Aysun MERCİMEK

Bu çalışmada Gölbaşı ve Azaplı (Adıyaman) göllerinin mikrobiyolojik kirlilik düzeyleri, bazı fiziksel parametreleri araştırılarak, bu göllerden izole edilen bakterilerin identifikasyonları yapılarak, antibiyotik dirençlilik düzeyleri ile çoklu antibiyotik dirençlilik oranları belirlenmiştir.

Bunun için, her gölde beş farklı istasyon belirlenerek 4 farklı periyotta (Aralık, Mart, Temmuz, Ekim) su örnekleri alınmıştır.

Ortalama sıcaklık değerleri, pH, çözünmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik değerlerine göre her iki gölün kıta içi su kaynakları yönetmeliğine göre yüksek kalitede olduğu belirlenmiştir.

Her iki gölde de fekal streptokok varlığı belirlenerek toplam koliform sayısının Azaplı Kanal 1 ve 2 istasyonlarında yüksek olduğu (1100>kob/100mL), Gölbaşı gölünde ise örnek toplama periyotlarına bağlı olarak değiştiği saptanmıştır.

Analizler sonucunda 464 izolatın 14 farklı türe ait olduğu belirlenmiş olup dominat tür *Aeromonas sobria* izolatlarıdır. İzolatların sefazolin, sefalotin, sefuroksim, seftizoksime, penisilin ve nitrofurantoin'e karşı dirençlerinin genel olarak yüksek olduğu (>%50) tespit edilmiştir. Gölbaşı gölündeki izolatların %89.5'inde, Azaplı gölündeki izolatların ise %94.0'ünde çoklu antibiyotik direnci belirlenmiştir. Çoklu antibiyotik dirençliliği (ÇAD) 0.50 ile 1.00 arasında değişkenlik gösteren ve rastgele seçilen 103 bakteriden 15'inde plazmit varlığı tespit edilmiştir.

Sonuçlar göstermektedir ki, Gölbaşı ve Azaplı gölleri fiziksel parametreler bakımından iyi kalitede suya sahip olduğunu ancak her iki gölünde mikrobiyolojik olarak kirli olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Azaplı Gölü, ÇAD, fekal Streptokok, Gölbaşı Gölü, koliform, mikrobiyal kirlilik

ABSTRACT

PhD THESIS

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF GÖLBAŞI AND AZAPLI LAKES (ADIYAMAN) AND DETERMINATION OF ANTIBIOTIC RESISTANCE PROPERTIES OF ISOLATES

Fikret BÜYÜKKAYA KAYIŞ

**DEPARTMENT OF BIOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Advisor : Assoc. Prof. Dr. Fatih MATYAR
: Year: 2014, Pages: 127
Jury : Prof. Dr. Sadık DİNÇER
: Prof. Dr. Hatice KORKMAZ GÜVENMEZ
: Assoc. Prof. Dr. Osman GÜLNAZ
: Assoc. Prof. Dr. Fatih MATYAR
: Asst. Prof. Dr. H. Aysun MERCİMEK

In this study, microbial pollution levels and some physical parameters of Golbasi and Azaplı Lakes (Adiyaman) were investigated, and also identified bacteria and determined the resistance levels and multiple antibiotic resistance of bacteria isolated from lakes.

For this purpose, five place were determined for taking water samples each of lakes. Water samples were collected at four different periods (December, march, july, october). Average water temperature, pH, dissolved oxygen and conductivity results shown that lakes have a high water quality according to in land water resources management.

The presence of fecal streptococ was determined each of lakes and total coliform levels was high in station of Azaplı water canal 1 and 2 (>1100), total coliform levels were showed differences depending on periods in Golbasi lake.

Results obtained from analyses have shown that 14 different species from 464 isolates were identified. Dominat bacteria was *Aeromonas sobria* . It was observed CZ, KF, CXM, ZOX, P and F resistance were observed generally high levels (up to %50) in isolates. Multiple antibiotic resistance (MAR) were determined from the rate of 89.5% of isolates in Golbasi lake and 94% of isolates in Azaplı lake. In all of randomly selected fifteen isolates have multiple antibiotic resistance presence of plasmid was observed.

The results indicated that Golbasi and Azaplı lakes are good quality in terms of physical parameters, but in microbiologically polluted significantly.

Key Words: Azaplı Lake, coliform, fecal streptococcus, Golbaşı Lake, MAR, microbial pollution, physical parameters

TEŞEKKÜR

Öncelikle bana bu araştırma konusunu veren, çalışmayı yöneten, deneylerimin yapılması ve tezimin yazımı sırasında her türlü desteğini ve yardımını esirgemeyen, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sadık DİNÇER'e, ikinci danışmanım Sayın Doç. Dr. Fatih MATYAR'a içtenlikle teşekkür ederim.

Tez izleme komitesinde ve doktora sınav jürimde yer alan, yardımları ve önerileriyle tezimin sonuçlandırılmasında büyük katkıları olan Sayın Prof. Dr. Hatice KORKMAZ GÜVENMEZ'e ve Sayın Doç. Dr. Osman GÜLNAZ'a ve Sayın Yrd. Doç. Dr. H. Aysun MERCİMEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Yardımları ve desteklerinden dolayı Adıyaman Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Mustafa COŞKUN'a teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında yardımları ve destekleri ile beni yalnız bırakmayan çok değerli dostlarım Dr. Melis SÜMENGİN ÖZDENEFE, Yrd. Doç. Dr. Afet ARKUT ve Arş. Gör. Nihan ARABACI'ya sonsuz teşekkür ederim.

Bölüm olanaklarından faydalanmamı sağlayan Biyoloji Bölüm Başkanlığı'na, Moleküler Biyoloji ve Mikrobiyoloji laboratuvarlarında bana yardımcı olan arkadaşlarım ile Dr. Saim AKTÜRK ve Arman Levent KARCI'ya teşekkür ederim.

Son olarak hayatım boyunca olduğu gibi doktora eğitimim süresince de benden maddi ve manevi her türlü desteklerini esirgemeyen aileme ve çok değerli eşim Yrd. Doç. Dr. Tamer KAYIŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
SİMGELER VE KISALTMALAR	XIV
1.GİRİŞ	1
1.1. Antibiyotiklerin Sınıflandırılması	3
1.1.1. Antibiyotiklerin Etki Mekanizmalarına Göre Sınıflandırılması	3
1.1.1.1. Hücre Duvarı Sentez İnhibitörleri	3
1.1.1.1.(1). Beta Laktamlar	3
1.1.1.1.(2). Glikopeptitler	4
1.1.1.2. Protein Sentez İnhibitörleri	4
1.1.1.3. Nükleik Asit Sentez İnhibitörleri	4
1.1.1.4. Antimetabolitler	4
1.1.1.5. Membran Bütünlüğünü Bozanlar	4
1.1.2. Antibiyotiklerin Hedef Hücreye Etkilerine Göre Sınıflandırılması	5
1.1.3. Antibiyotiklerin Etki Gösterdiği Mikroorganizma Grubuna Göre Sınıflandırılması	5
1.1.4. Antibiyotiklerin Etki Spektrumuna Göre Sınıflandırılması	5
1.1.5. Antibiyotiklerin İmmunomodülatör Etkilerine Göre Sınıflandırılması	6
1.2. Antibiyotiklere Karşı Direnç Gelişimi	6
1.2.1. Doğal (İntrinsik) Direnç	7
1.2.2. Kazanılmış Direnç	7
1.2.2.1. Biyokimyasal Mekanizmalar	8
1.2.2.2. Genetik Mekanizmalar	8
1.2.2.2.(1). Kromozomal Direnç	8
1.2.2.2.(2). Direnç Genlerinin Dışardan Alınması	9

1.2.2.2.(2).(a). Plazmidlere Bağlı Direnç	9
1.2.2.2.(2).(b). Transpozonlara Bağlı Direnç	9
1.2.2.2.(2).(c). İntegronlar	9
1.3. Antibiyotikler Arasında Etkileşim	10
1.3.1. Aditif Etki ve Sinerjizma	10
1.3.2. Antagonizma	10
1.3.3. Aldırmazlık	10
1.4. Agaroz Jel Elektroforezi	11
1.5. Gölbaşı ve Azaplı Gölleri	11
1.6. Çalışmanın Amacı	12
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	13
3. MATERYAL ve METOD	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Kullanılan Besiyerleri ve Çözeltiler	17
3.1.1.1. Plate Count Agar (PCA)	17
3.1.1.2. McConkey Agar	17
3.1.1.3. Alkali Peptonlu Su (APS)	18
3.1.1.4. Thiosulfate Citrate Bile Sucrose (TCBS) Agar	18
3.1.1.5. Patates Dekstrozu Agar (PDA)	19
3.1.1.6. Luria-Bertoni (LB) Broth	19
3.1.1.7. Brewer Anaerobik Agar	19
3.1.1.8. Mueller Hinton Agar	20
3.1.1.9. Tryptic Soy Agar (TSA)	20
3.1.1.10. Laktozu Buyyon (LST Broth)	21
3.1.1.11. Çift Laktozu Buyyon (LST Broth)	21
3.1.1.12. Azid Dekstrozu Broth	22
3.1.1.13. İndol Sıvı Besiyeri	22
3.1.1.14. Kovaks Ayırıcı	23
3.1.1.15. Methyl-Red Voges-Proskauer Broth	23
3.1.1.16. Metil Kırmızısı Ayırıcı	23
3.1.1.17. α - naftol Solüsyonu (%5)	24

3.1.1.18. Potasyum Hidroksit (%40)	24
3.1.1.19. Simmon's Sitrata Agar	24
3.1.1.20. Plazmid İzolasyon Kiti	24
3.1.1.21. 10X Tris-Borik Asit-EDTA (TBE)	25
3.1.1.22. Agaroz Jel (%1).....	25
3.1.1.23. Örnek Yükleme Tamponu (Loading Buffer)	25
3.1.1.24. Yürütme Tamponu (Running Buffer) (1X).....	25
3.1.1.25. Stok Boyama Solüsyonu (Staining)(Ethidium Bromür)	26
3.1.1.26. Boyayı Geri Alma Solüsyonu (Destaining)	26
3.1.1.27. Kullanılan Antibiyotikler	26
3.2. Metod	27
3.2.1. Örnek Toplama İstasyonlarının Belirlenmesi	27
3.2.2. Su Örneklerinin Alınması	29
3.2.3. Su Örneklerinden Bakteri İzolasyonu ve Stoklanması	29
3.2.4. Toplam Aerob Bakterilerin Saptanması	29
3.2.5. Fekal Streptokok Sayımı	29
3.2.6. Küf ve Maya Sayımı	29
3.2.7. <i>Vibrio</i> spp. Tayini	30
3.2.8. Toplam Koliform Sayımı.....	30
3.2.9. Toplam Anaerob Sayımı.....	30
3.2.10. Antibiyotik Dirençliliklerinin Belirlenmesi	30
3.2.11. Çoklu Antibiyotik Dirençlilik Düzeylerinin Belirlenmesi	31
3.2.12. Bakteri İdentifikasyonu	31
3.2.13. Bakterilerden Plazmid İzolasyonu.....	31
3.2.14. Agaroz Jelin Hazırlanması ve Örneklerin Jele Uygulanması	33
3.2.15. DNA'nın Ethidium Bromür ile Boyanması.....	33
3.2.16. Dendrogramların Hazırlanması	34
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	35
4.1. Fiziksel Parametreler	35
4.1.1. Sıcaklık	35
4.1.2. pH Değerleri	36

4.1.3. Çözünmüş Oksijen.....	37
4.1.4. İletkenlik.....	38
4.2. Mikrobiyolojik Kirlilik.....	40
4.2.1. Toplam Koliform Sayısı.....	40
4.2.2. Fekal Streptokok Sayısı.....	44
4.2.3. Toplam Aerobik, Toplam Anaerobik, Toplam Gram Negatif Bakteri ile Maya ve Küf Sayıları.....	45
4.3. İzole Edilen Bakteri Türleri ve Dağılımı.....	46
4.4. Antibiyotiklere Karşı Gözlenen Direnç Oranları.....	56
4.5. Çoklu Antibiyotik Direnci (ÇAD).....	73
4.6. Plazmid Profilleri.....	86
4.7. İzole Edilen Bakterilerin Antibiyotik Direnç Oranlarına Göre Dendrogramı.....	90
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	113
KAYNAKLAR.....	115
ÖZGEÇMİŞ.....	127

SAYFA

VIII

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Azaplı gölü örnek toplama istasyonları.....	28
Şekil 3.2. Gölbaşı gölü örnek toplama istasyonları.....	28
Şekil 4.1. Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel sıcaklık değişimleri.....	36
Şekil 4.2. Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel pH değişimleri	37
Şekil 4.3. Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel çözünmüş O ₂ değerleri	38
Şekil 4.4. Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel iletkenlik değişimleri.....	39
Şekil 4.5. Gölbaşı gölü mesire alanı	41
Şekil 4.6. Azaplı Kanal 1 istasyonu	43
Şekil 4.7. Azaplı Kanal 2 istasyonu	43
Şekil 4.8. İzolasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri ve bölgelere göre dağılımı ..	52
Şekil 4.9. Gölbaşı gölünden birinci periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları.....	58
Şekil 4.10. Azaplı gölünden birinci periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları.....	59
Şekil 4.11. Gölbaşı gölünden ikinci periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları.....	61
Şekil 4.12. Azaplı gölünden ikinci periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları.....	62
Şekil 4.13. Gölbaşı gölünden üçüncü periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları	64
Şekil 4.14. Azaplı gölünden üçüncü periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları	65
Şekil 4.15. Gölbaşı gölünden dördüncü periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları	67
Şekil 4.16. Azaplı gölünden dördüncü periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları	68
Şekil 4.17. Antibiyotiklere karşı gözlenen ortalama direnç oranlarının genel görünümü	72
Şekil 4.18. Gölbaşı 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri	73

Şekil 4.19. Gölbaşı 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri	74
Şekil 4.20. Gölbaşı 3 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri	75
Şekil 4.21. Gölbaşı 4 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri	76
Şekil 4.22. Gölbaşı 5 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri	77
Şekil 4.23. Azaplı 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri	78
Şekil 4.24. Azaplı 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri	79
Şekil 4.25. Azaplı 3 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri	80
Şekil 4.26. Azaplı Kanal 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri	81
Şekil 4.27. Azaplı Kanal 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri	82
Şekil 4.28. Gölbaşı ve Azaplı gölleri ÇAD indeksleri ortalaması	83
Şekil 4.29. Örnekleme yapılan periyotlara göre ÇAD indeksleri dağılımı	83
Şekil 4.30. Örnekleme yapılan istasyonlara göre ÇAD indeksi dağılımı	84
Şekil 4.31. Agaroz jel elektroforezi	87
Şekil 4.32. Gölbaşı gölü <i>A. denitrificans</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	90
Şekil 4.33. Gölbaşı gölü <i>A. hydrophila</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	91
Şekil 4.34. Gölbaşı gölü <i>A. salmonicida</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	92
Şekil 4.35. Gölbaşı gölü <i>A. sobria</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	93
Şekil 4.36. Gölbaşı gölü <i>E. aerogenes</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	94
Şekil 4.37. Gölbaşı gölü <i>E. coli</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	95
Şekil 4.38. Gölbaşı gölü <i>K. pneumoniae</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	96
Şekil 4.39. Gölbaşı gölü <i>P. aeruginosa</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	97
Şekil 4.40. Gölbaşı gölü <i>P. agglomerans</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	98
Şekil 4.41. Gölbaşı gölü <i>Pantoea</i> spp. antibiyotik dirençlilik dendrogramı	99
Şekil 4.42. Gölbaşı gölü <i>S. paucimobilis</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	100
Şekil 4.43. Gölbaşı gölü <i>S. typhi</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	101
Şekil 4.44. Azaplı gölü <i>A. denitrificans</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	102
Şekil 4.45. Azaplı gölü <i>A. hydrophila</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	103
Şekil 4.46. Azaplı gölü <i>A. sobria</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	104
Şekil 4.47. Azaplı gölü <i>E. aerogenes</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	105

Şekil 4.48. Azaplı gölü <i>E. coli</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	106
Şekil 4.49. Azaplı gölü <i>K. pneumoniae</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	107
Şekil 4.50. Azaplı gölü <i>P. aeruginosa</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	108
Şekil 4.51. Azaplı gölü <i>S. paucimobilis</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	109
Şekil 4.52. Azaplı gölü <i>S. typhi</i> antibiyotik dirençlilik dendrogramı	110

SİMGELER ve KISALTMALAR

APS	: Alkali peptonlu su
ÇAD	: Çoklu antibiyotik direnci
cfu	: Colony forming unit
EMS	: En muhtemel sayı
Gram (-)	: Gram negatif
Gram (+)	: Gram pozitif
KOB	: Koloni oluşturan bakteri sayısı
km	: Kilometre
KOB	: Koloni oluşturan birim
LB	: Luria-bertoni broth
LST Broth	: Laktozlu buyyon
MAR	: Multiple antibiotic resistance
µL	: Mikrolitre
mL	: Mililitre
µmhos	: Mikromhos
MBK	: Minimum bakterisid konsantrasyonu
MİK	: Minimum inhibitör konsantrasyonu
PCA	: Plate count agar
PDA	: Patates dekstroza agar
RNA	: Ribonükleik asit
spp.	: Species
TBE	: 10X Tris-borik asit-EDTA
TCBS	: Thiosulfate citrate bile sucrose agar
TSA	: Triptik soy agar

1. GİRİŞ

Doğal kaynakların en önemlisi olan su, yapısında milyonlarca mikroskobik organizma bulunduğundan canlı bir ortam şeklinde tanımlanmaktadır (Akman ve ark, 2000). Su, tatlı ve tuzlu su şeklinde yeryüzünün %70'inden fazlasını kaplar ve sucul çevre olarak bilinir (Öner, 1987).

İnsanların yaşamsal ve ekonomik gereksinimleri sonucunda suya karışan maddeler suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek su kirliliğine neden olurlar. Artan nüfus ve gelişen endüstrileşme sonucunda yoğunlaşan su kullanımı, suyun kirlenmesini hızlandıran önemli bir etkidir (Alkan ve ark., 1999).

Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde atık sular temizleme işlemine tabi tutulmadan akarsulara boşaltılmaktadır. Su kirliliğine neden olan etmenler genellikle evsel ve endüstriyel kökenli olarak sınıflandırılrsa da, su kirliliği çok daha karmaşık bir temele sahiptir. Evsel kökenli atık suları; mutfak, banyo ve temizlik amaçlı kullanılan sular ile kanalizasyon suları oluşturur. Kanalizasyon atık suları, yüksek oranda patojen mikroorganizma barındırdığı için suları büyük oranda kirletmektedir. Ayrıca suların biyolojik kirlenmesinde, yüksek oranda kirletici olan mezbahane, mandıra, şeker fabrikaları gibi gıda sanayileri de önemli rol oynamaktadır (Toroğlu ve ark., 2006).

Çevre Koruma Ajansı ve Dünya Sağlık Örgütü mikrobiyolojik su kalitesi için toplam koliform ve fekal koliform terimlerini kabul eder (Hurst ve ark., 1997). Koliformlar, insan ve hayvan dışkılarındaki bakterilerin çoğunluğunu teşkil eder. Bir suda koliform bakteri bulunmaması o suyun temiz olduğuna, belirli bir sayıdan fazla bulunması ise tehlikeli olduğuna işaret eder (Kıvanç ve ark., 1996).

Su kirliliği, su kalitesinin dolayısıyla su ortamının doğal dengesinin bozulmasıdır. Suyu kirleten etmenlerin arasında insan ve hayvan kökenli özellikle fekal kökenli bazı patojenik bakteri, parazit ve virüslerin yanı sıra ağır metaller, bazı radyoaktif izotoplar, fosfor, azot, sodyum ve diğer yararlı bazı elementler yer almaktadır (Akman ve ark, 2000).

Suda bulunan mikroorganizmalar; suda doğal olarak bulunanlar, toprak kökenli olanlar ile insan ve hayvan bağırsak kökenli olanlar şeklinde sayılabilir. Suda doğal olarak bulunan mikroorganizmalar; *Spirillum*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*,

Chromobacterium türleri ile *Micrococcus* ve *Sarcina*'nın bazı türleridir. Toprak kökenli mikroorganizmalar; toprağın yıkanması sonucu suya karışır. Bunların başlıcaları; *Bacillus*, *Streptomyces* ve *Enterobacteriaceae*'nin saprofit üyeleridir. Bağırsak kökenli mikroorganizmalar ise *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* ve muhtemel bağırsak patojenleridir (*Salmonella*, *Vibrio*). Bu mikroorganizmalar fekal kontaminasyon sonucu suda bulunurlar. Kontamine olan bu suların kullanılması ise birçok hastalığa yol açar (Hurst ve ark., 1997; Köksal, 1999).

İçme ve kullanma sularının bakteriyolojik yönden kalitesini ve güvenilirliğini saptamak için suda birtakım bakteriyolojik testler yapılmaktadır. Bu testlerde patojen ve virüslerin suda varlığının saptanmasından daha çok “indikatör” organizmaların saptanması daha pratiktir. Bunun nedeni; indikatör organizmalar suların dezenfeksiyonunda kullanılan yöntemlere hemen hemen patojenler kadar dayanıklıdır. Sudaki patojenlerin varlığını belirten indikatör organizmalar; koliform grubu organizmalar, fekal *Streptococcus*'lar ve *Clostridium perfringens* aranarak fekal kontaminasyonu saptamak mümkün olmaktadır. Fekal kontaminasyonun tanımlayıcısı olarak en çok koliform grubu, özellikle *Escherichia coli* aranır (Tekinşen, 1976; Öztürk, 2003).

Bakteriler ortam şartlarına kolay uyum sağlayabilen organizmalardır. Bunun nedeni, çok kısa jenerasyon süresine sahip olmaları ve farklı türler arasındaki genetik bilgiyi düzenli paylaşma yetenekleridir (Vahaboğlu, 2004).

Antibiyotikler, mantar veya benzeri mikroorganizmalar tarafından üretilen, mikroorganizmaların ve başka canlıların gelişmesini durduran (biyostatik) ve hatta bunları öldüren (biyosidal) doğal ya da kimyevi maddeler olarak adlandırılmaktadır (Öner, 1992). Antibiyotikler çevredeki çoğu bakteriyi öldürebilir fakat dirençli bakteriler kendini yeniden düzenler ve dirençlilik genlerini diğer bakteri türlerine aktarır (Doyle, 2001). Son yıllarda antibiyotiklere karşı artan direnç sorunu tüm dünyayı tehdit eder hale gelmiştir (Akçam ve ark, 2004). Gerek toplum gerekse hastane kökenli enfeksiyon hastalıkları, bilinçsiz antibiyotik kullanımı sonucu tedavi edilemez boyuta ulaşabilmektedir. Bunun yanında viral enfeksiyonlarda antibiyotik kullanımı gibi akılcı olmayan yaklaşımlar mikroorganizmaların antibiyotiklere direnç kazanmasına ve gereksiz harcamalar yapılmasına yol açmaktadır (Öztürk, 2008).

1.1. Antibiyotiklerin Sınıflandırılması

Antibiyotiklerin sınıflandırılmasında çeşitli kriterler göz önünde bulundurulmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (Saran ve Karahan, 2010; Khardori, 2006; Öncül, 2010; Ayaz, 2008; Öztürk, 2002; Akkan, 1997).

- Etki mekanizmaları
- Hedef hücreye olan etkileri (etki güçlerine göre)
- Etki gösterdiği mikroorganizma grubu
- Etki spektrumu
- İmmunmodülatör etkileri

1.1.1. Antibiyotiklerin Etki Mekanizmalarına Göre Sınıflandırılması

En çok kullanılan sınıflandırma grubudur. Buna göre antibiyotikler beş sınıfta toplanırlar.

1.1.1.1. Hücre Duvarı Sentez İnhibitörleri

Bu grupta bulunan antibiyotikler bakteriyel hücre duvarı peptidoglikanın polisakkarit zincirlerinin çapraz bağlanmasında rolü olan transpeptidasyon enzimlerini inhibe ederek bakterisidal etki gösterirler ve hücre duvarı sentezini bloke ederler.

1.1.1.1.(1). Beta Laktamlar

Bakterisidal etki gösteren bu antibiyotikler, bakterilerin hücre duvarında yer alan ve peptidoglikan sentezinin son basamağında görev yapan transpeptidaz ve karboksipeptidaz enzimlerine bağlanarak hücre duvarı sentezini durdururlar. Penisilinler, sefalosporinler, monobaktamlar, karbapenemler, beta-laktamaz inhibitörleri bu grupta yer almaktadır.

1.1.1.1.(2). Glikopeptitler

Gram negatif bakterilerin hücre duvarından geçemedikleri için, etki spektrumları aerob ve anaerob gram pozitif bakterilerle sınırlıdır. Vankomisin ve teikoplanin bu gruba örnektir.

1.1.1.2. Protein Sentez İnhibitörleri

Protein sentezi hücre içinde oluşan kompleks biyokimyasal olaylar zinciridir ve birçok basamağı vardır. Bu antibiyotikler protein sentezinin çeşitli aşamalarına etki ederler ve bakterisidal etki göstererek sentezi bozarlar.

- 50S'lik ribozomal alt üniteye bağlanarak etkili olanlar
Kloramfenikol, makrolidler, linkozaminler bu gruptadır.
- 30S'lik ribozomal alt üniteye bağlanarak etkili olanlar
Aminoglikozidler, tetrasiklinler bu gruptadır.

1.1.1.3. Nükleik Asit Sentez İnhibitörleri

- Öncü madde sentezini inhibe edenler: Sulfonamidler, trimetoprim
- DNA sentezini inhibe edenler: Kinolonlar
- RNA transkripsiyonunu inhibe edenler: Rifampin.

1.1.1.4. Antimetabolitler

Ara metabolizmanın bozulmasına neden olan antibiyotikler; bakteriler için gerekli bazı maddelerin (folik asit gibi) sentezini engellerler. Bu grup antibiyotiklere örnek olarak sulfonamidler, kinolonlar, trimetoprim, p-aminosalisilik asit ve izoniazid gösterilebilir.

1.1.1.5. Membran Bütünlüğünü Bozanlar

Sitoplazma zarı mikroorganizma için gerekli maddelerin dış ortamdan difüzyon veya aktif transportla alındığı osmotik bir engeldir. Buraya etkili antibiyotikler sitoplazma zarının geçirgenliğini artırıp sitoplazma içinde genellikle ufak moleküllü bileşiklerin (aminoasitler, nükleotitler, potasyum) dışarı çıkmasına neden olarak bakterisidal etki gösterirler.

Bu maddeler üremesi tamamlanmış mikroorganizmalara da etkili olurlar. Örneğin katyonik deterjan etkisi yapan polimiksinler bakteri hücre zarındaki fosfolipidlerin fosfat bölümleriyle birleşir ve kendi moleküllerinin lipofilik bölümünü hücre zarı lipidlerine yerleştirerek bunları bozar. Bir polyen grubu antibiyotik olan amfoterisin B ise mantarların sitoplazmik zarındaki sterollere bağlanmakta ve zarın geçirgenliğini artırmaktadır. Sonuçta osmotik denge bozulur ve hücre içeriği dışarı sızar.

1.1.2. Antibiyotiklerin Hedef Hücreye Etkilerine Göre Sınıflandırılması

Vücut sıvılarında oluşturdukları konsantrasyonlarda, mikroorganizmalar üzerindeki etki derecelerine göre iki gruba ayrılır.

Bakteriyostatikler (Bakterilerin üremesini engelleyenler): Bunlar bakteri hücrelerinin gelişmesini veya üremesini önlerler. Gelişmesi ve üremesi duran bakteriler, vücudun savunma mekanizmaları tarafından yok edilirler. Bakteriyostatik etki gücünün göstergesi ‘‘Minimum İnhibitör Konsantrasyonu’’ (MİK)’tir. Tetrasiklinler, makrolidler, sulfonamidler ve eritromisin bu grupta yer alır.

Bakterisidler (Bakterileri öldürenler): Bunlar bakteri hücrelerini doğrudan yok ederler. Bakterisid etki gücünün göstergesi ‘‘Minimum Bakterisid Konsantrasyon’’ (MBK)’dır. Beta-laktamlar, florokinolonlar, vankomisin bu grup içerisinde yer alır.

1.1.3. Antibiyotiklerin Etki Gösterdiği Mikroorganizma Grubuna Göre Sınıflandırılması

- Antiviraller
- Antibakteriyeller
- Antifungallar
- Antiparaziterler
- Antimikobakteriyeller

1.1.4. Antibiyotiklerin Etki Spektrumuna Göre Sınıflandırılması

- Dar spektrumlu

- Makrolidler
- Polimiksin
- Orta derecede geniş spektrumlu
 - Sulfonamidler
 - Aminoglikozidler
 - Beta-laktamlar
- Geniş spektrumlu
 - Kloramfenikol
 - Tetrasiklinler

1.1.5. Antibiyotiklerin İmmunomodülatör Etkilerine Göre Sınıflandırılması

- Konak immün savunmasına belirgin etkileri olmayanlar: Beta-laktamlar, vankomisin
- İmmün sistemle sinerjik davrananlar: Mikroorganizmaları fagositoza elverişli hale getirirler. Kinolonlar örnektir.
- İmmün fonksiyonları deprese edenler: Selüler ve humoral yanıtları olumsuz etkilerler. Tetrasiklinler, kloramfenikol örnektir.
- İmmün fonksiyonları şiddetlendirenler: Sitotoksisteyi, kemotaksisi ve fagositozu güçlendirirler. Sefozidim örnektir. (Akkan, 1997; Kılıçturgay, 1993).

1.2. 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 gelmesi olarak tanımlanır (Demirtürk ve Demirdal, 2004).

Bazı bakteri türleri, belirli bir antibiyotiğe karşı normal olarak dirençlidir. Buna doğal direnç denir. Bir antibiyotiğe dirençli olan bir bakteri türü benzer kimyasal yapı ve etki şekline sahip diğer bir antibiyotiğe de direnç gösterir. Buna da çapraz direnç denir. Örneğin; beta-laktam halkasına sahip olan penisiline dirençli bir bakteri türü

aynı halkayı taşıyan sefalosporinlere de dirençlidir (Kayaalp, 1991; Şanlı ve Kaya, 1994).

Bakterilerin antibiyotiklere karşı gösterdiği direnç genetiğe bağlı olmayan doğal (İntrinsik) ve kazanılmış (edinsel) direnç olmak üzere iki bölümde incelenebilir.

1.2.1. Doğal (İntrinsik) Direnç

Doğal direnç, bakterinin genetik özelliğinden dolayı bazı antibiyotiklere olan doğal direncini belirtmektedir. Bakterilerin doğal yapısı nedeniyle antibiyotiğin etki edebileceği uygun bölgenin olmamasından veya antibiyotiğin yapısal bir özellikten dolayı hedefine ulaşamamasının bir sonucudur. Birçok Gram-negatif bakteri vankomisine ve metisiline, enterokoklar sefalosporinlere duvar yapıları nedeniyle intrinsik direnç gösterir. Genellikle antibiyotiklerin etkili olması için mikroorganizmanın aktif üreme döneminde olması gerekmektedir. Bakteri sporları veya metabolik olarak inaktif mikroorganizmalar antibiyotiklere fenotipik olarak dirençli görülebilir, ama bunlardan oluşan yeni kökenler antibiyotiklere duyarlıdır (Öztürk, 2002). Buna benzer şekilde bakterilerin hücre duvarsız L şekilleri hücre duvarı sentezini bozarak etkili olan antibiyotiklerden etkilenmezler. L şekilleri ana şekle dönüp hücre duvarlarını yeniden kazanınca antibiyotiklere duyarlı hale gelirler. Burada olay genetik değil tamamen fenotipik özellikten dolayıdır (Öztürk, 2002).

1.2.2. Kazanılmış Direnç

Sonradan kazanılan bir direnç tipidir. Burada bakteri popülasyonu antibiyotik ile ilk kez karşılaştığında antibiyotik mikroorganizma üzerine etkilidir ancak temas süresinde veya tekrarlanan tedaviler sırasında mikroorganizma popülasyonunda antibiyotiğe karşı direnç gelişir. Antibiyotiklere karşı gelişen direnç esas olarak bu yolla olmakta ve genetik değişim sonunda seleksiyonla dirençli kökenler ortaya çıkıp yayılmaktadır. Kazanılmış direnç biyokimyasal veya genetik mekanizmalarla meydana gelebilmektedir (Yüce, 2001).

1.2.2.1. Biyokimyasal Mekanizmalar

- a) Antibiyotiğin hedefinde değişiklik oluşturulması
 - Antibiyotiğin bakterideki reseptöre bağlanma yeteneğindeki azalma
 - Antibiyotikten etkilenmeyen farklı bir metabolik yolun kullanılması
- b) Bakteri tarafından sentezlenen enzimlerle antibiyotiğin etkisizleştirilmesi
- c) Bakteri hücreğine giren antibiyotik miktarının azaltılması
 - Hücre zarında geçirgenliğin azaltılması
 - Aktif atım pompalarıyla (effluks) antibiyotiğin hücre dışına atılması

Mikroorganizmalar bu direnç mekanizmalarından birini, bazen bir kaçını birlikte kullanarak antibiyotiklere direnç kazanmaktadır (Öztürk, 2002; Tanır ve Göl, 1999).

1.2.2.2. Genetik Mekanizmalar

Genetik mekanizmalarla direnç kazanılması kromozomlarda meydana gelen mutasyonlarla veya direnç genlerinin dışardan alınması yoluyla meydana gelmektedir (Gür, 2004).

1.2.2.2.(1). Kromozomal Direnç

Bu tip direnç kromozomda kendiliğinden (spontan) bir mutasyon sonucu oluşmaktadır. Her hücre bölünmesinde mutasyon sıklığı 10^{-5} - 10^{-10} oranındadır. Bakterinin antibiyotiğe maruz kalması, duyarlılığın azalmasına ve dirençliliğin artmasına sebep olmaktadır. Bu direnç tipinde *Enterobacter* spp., *Serratia* spp. ve *Pseudomonas aeruginosa*'da sefalosporinlere karşı geliştirilen dirençte olduğu gibi, tek basamaklı bir mutasyon organizmalarda sefalosporinleri yıkan β -laktamaz salgılanmasında artışa yol açabileceği gibi, penisilin ve tetrasikline karşı geliştirilen dirençte olduğu gibi çok aşamalı olarak da mutasyon gerçekleşebilir. Bu tür direnç gelişiminde mutasyonla porin üretiminin bozulması sonucu bakterinin antibiyotiğe geçirgenliği azalabilir, antibiyotiğin bağlandığı hedef değişebilir veya bakteriyi parçalayan bir enzim sentezlenir (Ör: kromozomal β -laktamazlar).

1.2.2.2.(2). Direnç Genlerinin Dışarıdan Alınması**1.2.2.2.(2).(a). Plazmidlere Bağlı Direnç**

Plazmidler kromozomdan bağımsız olarak çoğalabilen kromozom dışı genetik yapılar olup antibiyotiklere ve ağır metallere direnç genlerinin yanında değişik virulans faktörlerini de taşıyabilirler. Klinikte görülen direncin ana sorumlusu plazmide bağlı dirençtir. R-plazmidi denen direnç plazmidleri bir veya daha çok sayıda antibiyotiğe karşı direnç genlerini taşıyabilirler. Direnç plazmidleri diğer duyarlı bakterilere transdüksiyon (direnç plazmidleri bakteriyofajlarla birleşir ve bakteriyofajlar bu direnç genlerini taşıyarak diğer bakterilere aktarır, örnek olarak β -laktamaz geninin hassas stafilokoklara aktarımı, *Salmonella*'larda direnç aktarımı), transformasyon (diğer bakterilerin parçalanmasıyla ortama yayılan plazmidler veya DNA kırıntıları duyarlı başka bakteriler tarafından alınır) ve konjugasyon (bakterilerin birbirleri ile teması ile oluşan sitoplazmik köprü aracılığı ile R-plazmidleri dirençli bakteriden duyarlıya geçer) olaylarıyla geçerek direnç gen paketini aktarır ve böylece direncin yayılmasına neden olur. Vücuttaki normal floranın plazmid transferine karşı bir koruma sağladığı belirtilmektedir. Normal barsak florasının çoğunluğunu anaerob organizmaların oluşturduğu ve anaerob koşullarda plazmid transferinin inhibe edildiği, bu nedenle normal sağlıklı bir insanın barsak florasının R-plazmidlerine karşı en iyi savunma mekanizması olduğu düşünülmektedir.

1.2.2.2.(2).(b). Transpozonlara Bağlı Direnç

Sıçrayıcı gen adı da verilen transpozonlar bir DNA molekülünden diğerine (kromozomdan plazmide, plazmidden kromozoma) geçebilen DNA dizileridir. Plazmidden farklı olarak kendilerini replike edemezler.

1.2.2.2.(2).(c). İntegronlar

Bazı transpozon veya plazmidlerde bulunan genetik yapılar olup yeni genlerin kazanılmasından sorumludurlar. Özellikle çok kısa süre içerisinde çok antibiyotiğe dirençli kökenlerin ortaya çıkıp yayılmasında integronların rolü vardır.

1.3. Antibiyotikler Arasında Etkileşim

Antibiyotiklerin etki spektrumu ve etki gücünün kısıtlı olması, öte yandan enfeksiyonlu bir hasta ile karşılaşan hekimin hastalık etkenini klinik veya bakteriyolojik olarak teşhis etmekte güçlükle karşılaşması; tedavide antibiyotiklerin kombine olarak kullanılmasını teşvik eden ana nedenleri oluşturur (Şanlı ve Kaya, 1994). Ancak bu durum antibiyotikler açısından etkileşim sorununu da beraberinde getirmektedir. Antibiyotik kombinasyonlarının bakteri üremesini inhibe edici ya da bakterileri öldürücü etkisinin derecesini, bunların tek başlarına gösterdikleri etkinin derecesi ile karşılaştırmak suretiyle söz konusu antibiyotikler arasındaki etkileşimin üç şekilde olabildiği saptanmıştır.

1.3.1. Additif Etki ve Sinerjizma

İki antibiyotiğin bir arada uygulanması durumunda elde edilen etki, bu antibiyotiklerin tek başına uygulanmaları halinde elde edilen tekli etkilerin toplamına eşitse bu şekildeki etkileşime additif etkileşim ya da sumasyon adı verilir. Eğer antibiyotiklerin kombinasyonu bu antibiyotiğin tek başlarına kullanımından daha fazla antibakteriyel etki gösteriyorsa bu tip etkileşime de sinerjizma ya da sinerjistik etkileşim adı verilir.

1.3.2. Antagonizma

Antibiyotiğin kombinasyonunun etki gücü, antibiyotiğin en güçlüsünün tek başına gösterdiği etkiden daha düşük ise ortaya çıkan etkileşim antagonizma ya da antagonistik etkileşim şeklinde kendini gösterir.

1.3.3. Aldırmazlık

Güçlü bir antibiyotiğe daha az güçlü bir diğərinin ilavesi birincinin antibakteriyel etki gücünde belirgin artma veya azalma sağlamıyorsa buna da aldırmazlık adı verilir (Kayaalp, 1991; Şanlı ve Kaya, 1994).

1.4. Agaroz Jel Elektroforezi

Agaroz jel elektroforezi DNA moleküllerinin araştırılması ve özelliklerinin saptanmasında kullanılan çok yönlü bir tekniktir. Bu teknik, basit, hızlı ve diğer ayırma teknikleri ile birbirinden ayrılması güç olan DNA parçalarının analizleri için uygundur. Ayrıca, DNA jel içerisinde direkt olarak incelenebilir. Agaroz çeşitli kırmızı alglerden elde edilmiş bir polisakkarittir. Polimerizasyon, H bağlarının çapraz bağlar oluşturması ile gerçekleştirilir. DNA molekülleri elektroforez sırasında sahip oldukları negatif yüklü fosfat grupları nedeniyle anoda doğru göç ederler. Göç hızı, elektroforez tamponu, jele uygulanan voltaj gradienti, jelin por büyüklüğü ve DNA moleküllerinin şekli ile moleküler büyüklüğüne göre saptanır. DNA'nın jelde görünür hale gelmesi ethidium bromürün DNA bağları arasına bağlanarak 300 veya 360 nm'deki UV ışığı absorblaması sonucu floresan etki göstermesiyle oluşur (Olgun ve Topal, 1999).

DNA moleküllerinin agaroz jel içerisindeki elektroforetik hareketi DNA'nın moleküler büyüklüğüne, agaroz konsantrasyonuna, DNA molekülünün yapısına ve uygulanan akıma bağlıdır.

1.5. Gölbaşı ve Azaplı Gölleri

Gölbaşı Gölleri Tabiat Parkı; Adıyaman İli Gölbaşı İlçesi sınırlarındaki Gölbaşı, İnekli ve Azaplı göllerini kapsayan alan 12/05/2008 tarihinde Bakanlar kurulunca “Gölbaşı Gölleri Tabiat Parkı” olarak ilan edilmiştir. Yerli ve göçmen çok sayıda kuş türü için yumurtlama, yavru çıkarma ve mevsimlik yaşama alanı olan bu göller ötücü ve su kuşlarının yanı sıra başta balık türleri ve sucul canlıları da bünyesinde bulundurmaktadır. Bu alanlarda kuşların yoğun olduğu mevsimlerde kuş gözlemlerinin yapılması için kuş gözlem evi bulunmaktadır. Ayrıca piknik alanları ve yürüyüş yolları mevcuttur. Göllerin çevresinde sazlıkların yanı sıra otsu ve odunsu bitkiler de yer almaktadır.

Gölbaşı Gölü; Gölbaşı'nın kuzeydoğu ve güneybatı yönünde yer almaktadır. Göl karstik-tektonik kökenli bir göl olup yüzölçümü 2.19 km²'dir. Bir çöküntü hendeği içinde yer alan gölün deniz seviyesinden yüksekliği 863 metredir. Gölbaşı ilçesinde

doğu-batı yönünde uzanan göl, eriyen kar suları, yağmur suları ve güneyden Yemişen ile Kırkbayır, kuzeydoğudan Nergis, Alikayasım ve Ağ dereleri tarafından beslenmektedir. Derinliği 22 metre olan gölün su seviyesi mevsimsel yağışlara bağlı olarak değişmektedir. Suyu tatlı, fakat içmeye elverişli değildir. Batı istikametinde bir kanalla Azaplı gölüne bağlanır (Eroğlu, 2013).

Azaplı Gölü, 2.72 km² alana sahip olup deniz seviyesinden yüksekliği 840 metredir. Kıyıları girintili-çıkıntılı olmayıp etrafı sazlık ve kamışlıklarla kaplıdır. Gölbaşı Gölü gibi suları tatlı fakat içmeye elverişli değildir. Oluşumu karstik bir yapıya sahiptir. Sazan ve yayın balığı yetiştirmek için müsaittir. Yılda yaklaşık 20 ton sazan ve 25-30 ton yayın balığı elde edilir. Tarım için sulamadan faydalanılır (URL 1, 2014).

1.6. Çalışmanın Amacı

Su, doğal kaynaklarımız içinde canlı hayatı için en önemli unsurlardan biridir. Hızlı nüfus artışı ve sanayileşmeye ek olarak evsel ve kanalizasyon atıklarının bilinçsiz bir şekilde çevreye verilmesi, atıkların son durağı olan suları kirletmektedir. Günümüzde sucul ortamlarda mikrobiyal kirliliğin boyutları kontrol edilemez seviyeye çıkmıştır. Adıyaman ili Gölbaşı ilçesi sınırlarında yer alan Gölbaşı ve Azaplı gölleri, Tabiat parkı koruma alanı içerisinde yer almasına rağmen, yerleşim alanlarına yakınlığından dolayı, doğrudan ve dolaylı olarak insan kaynaklı etkilere maruz kalmaktadır.

Bu sebeplerden dolayı çalışmanın amaçları;

- 1-Gölbaşı ve Azaplı göllerinin fiziksel yönden kalitesinin belirlenmesi,
- 2- Mikrobiyolojik yönden su kirlilik düzeyinin belirlenmesi,
- 3-Alınan su örneklerinden izole edilen bakterilerin antibiyotik direnç düzeylerinin ve çoklu antibiyotik dirençlerinin belirlenmesi,
- 4-Direnç gözlenen bakterilerde direncin kökeninin ortaya çıkarılması olarak sıralanabilir.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Alkan ve ark. (1999), Uluabat gölünün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesini amaçladıkları çalışmada toplam koliform ve *Escherichia coli* sayımı yapmıştır. Uluabat gölünün kirlilik seviyesinin tespiti; su kirliliği kontrol yönetmeliğindeki su ortamlarının kalite sınıflandırılması bölümüne göre yapılmıştır. Sonuçlar su kalitesinin; gölün bazı noktalarında II. ve III. sınıf olduğunu, fekal kirliliğin ise bazı noktalarda IV. sınıf olduğunu göstermiştir.

Karayakar ve ark. (2004), Mersin kıyı şeridinden izole ettikleri *E. coli*'lerin 3. kuşak antibiyotiklerden sefazol, seftriakson ve sefizoksa karşı doğal dirençlilik frekanslarını araştırdıkları çalışmalarında, en fazla doğal direncin mersin balıkçı barınağında, sonra sırasıyla Karaduvar, Çeşmeli ve Taşucu'ndan izole edilen bakterilerde görüldüğünü tespit etmişlerdir. Plazmitlere bağlı direncin ise yine mersin balıkçı barınağı, Karaduvar ve Çeşmeli'de görüldüğü fakat Taşucu'nda plazmit dirençliliğinin olmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca doğal ve plazmitlere bağlı direncin en fazla sefazol antibiyotiğine karşı gözlemlendiğini ve bunu sefizoks ve seftriaksonun izlediğini belirtmişlerdir.

Özaktaş (2007), Mogan gölünde (Ankara) farklı mevsimlerde gümüş balıklarının yüzey mukozalarından elde ettiği bakterilerde çoklu antibiyotik direnci gözlemlendiğini ayrıca bu bakterilerin %90'ının kloramfenikole, %84'ünün kanamisine, %88'inin streptomisine ve %98'inin amfisiline dirençli olduklarını belirtmişlerdir.

Elmacı ve ark. (2008), Ulubat gölünün mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimleri mevsimsel olarak araştırmışlar, sıcaklığın en yüksek olduğu Haziran ayında toplam koliform bakteri sayısının en yüksek (9.6×10^3 EMS/100 ml) seviyede olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca toplam koliform bakteri sayısının yüksek olduğu bu dönemde biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) konsantrasyonunun da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Minimum toplam koliform bakteri sayısının ise Nisan ayında (1.43×10^2 EMS/100 ml) olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuçlar, Ulubat gölünde göle giren kirlilik yükü ve sıcaklığın toplam koliform bakteri sayısını önemli ölçüde artırdığını saptamışlardır.

Oryaşın (2008), çeşitli çevresel kaynaklardan (toprak, su ve atıklar) izole edilen 50 enterokokun %34'ünün eritromisine, %78'inin klindomisine, %78'inin pirlimisine, %22'sinin amfisiline, %30'unun penisiline, %10'unun doksisisikline, %8'inin vankomisine ve %20'sinin tetrasikline dirençli olduğunu belirtmiştir.

Matyar ve ark. (2009), İskenderun Körfezi'nden izole ettikleri *Aeromonas* spp. ve *Pseudomonas* spp.'ye ait izolatların 15 farklı antibiyotiğe ve altı farklı ağır metale karşı dirençliliğini araştırmışlardır. *Aeromonas* izolatlarının sefazoline (%66.6) ve trimethoprim-sülfametoksazole (%66.6) yüksek oranda direnç gösterdiğini, *Pseudomonas* izolatlarından bazılarının nitrofurantoin (%86.2), sefazoline (%84.8) ve sefuroksime (%71.7) yüksek oranda direnç gösterdiğini belirlemişlerdir. Aynı zamanda bu izolatların minimal inhibisyon konsantrasyonları 25-3200 µg/ml arasında değişen ağır metal miktarlarına dirençlilik değerlerini araştırmışlar ve buna göre *Aeromonas* spp. ve *Pseudomonas* spp.'lerin sırasıyla bakıra %98.3 ve %75.4 oranında direnç gösterdiğini, kurşuna ise %1.7 ve %7.2 oranında direnç gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Toroğlu ve Toroğlu (2009), Gölbaşı gölünün (Adıyaman) mikrobiyal kirlilik düzeyini araştırdıkları çalışmalarında toplam aerobik bakteri sayısının 2.0×10^4 olduğunu, fekal koliform bakteri sayısının >1100 MPN/100 ml olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca izolasyonunu gerçekleştirdikleri toplam 13 *E. coli*'nin 12 farklı antibiyotiğe hassasiyetlerinin olduğunu, penisiline karşı dirençlilik oranlarının %100 olduğunu ve bakterilerin 2 ile 5 antibiyotiğe karşı çoklu dirençlilik gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Yardımcı (2009), Sapanca gölünün bakteriyolojik kirlilik düzeyini incelediği çalışmasında gölün Batı tarafını temsil eden ilk üç istasyonda toplam koliform ve fekal koliform 2.4×10^4 KOB/100 ml düzeyinde olduğunu ve bakteriyel yoğunluğun diğer istasyonlara da zaman zaman taşınabildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca *Enterobacteriaceae* familyasına ait 146 izolatın %67.12'sinin amfisiline, %63.01'inin seruroksime, %50.00'inin amoksisiline, %36.98'inin imipeneme, %2.74'ünün sefotaksime ve %1.37'sinin seftriaksona dirençli olduğunu tespit etmiştir.

Matyar ve Dinçer (2010), Akdeniz'den izole ettikleri bakterilerden 150 adet *Enterococcus faecalis*'in 15 farklı antibiyotiğe dirençli olduğunu belirtmişlerdir. Bu

bakterilerin gentamisine %98.7, siproflaksine %77.8, imipeneme %77.2 ve levoflaksine %72.8 oranında yüksek antibiyotik dirençlilik gösterdiğini, en az dirençliliğin ise vankomisine (%3.2), minosikline (%13.3) ve kinopristin-dalfopristine (%13.3) karşı olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca çalışmalarında çoklu antibiyotik dirençliğinin 0.2-0.93 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Koloren ve ark. (2011a), Gaga gölünde (Ordu) bakteriyolojik kirlilik seviyesinin tespitinde membran filtre yöntemini kullanmış ve toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok sayımları yapmışlardır. Yüzey suyunda toplam koliform bakteri sayısı >1000 KOB/100 ml, fekal koliform bakteri sayısı >11 ile <26 KOB/100 ml, fekal streptokok bakteri sayısı >2 ile <20 KOB/100 ml olarak bulunmuştur. 5 m derinlikte ise toplam koliform bakteri sayısı >1000 KOB/100 ml, fekal koliform bakteri sayısı >8 ile <24 KOB/100 ml, fekal streptokok bakteri sayısı >1 ile <13 KOB/100 ml arasında tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçları, su kirliliği kontrol yönetmeliği kıta içi su kaynakları kalite kriterleri ile karşılaştırıldığında, Gaga gölünün II. sınıf su kalitesinde, az kirlenmiş su olduğu tespit edilmiştir.

Koloren ve ark. (2011b), Ulugöl'de (Ordu) fekal kirlilik indikatörü bakterilerin tespiti ile ilgili çalışmalarında toplam koliform, fekal streptokok, fekal koliform, *E. coli* ve *Clostridium perfringens* sayımı yapmış, Ocak, Şubat ve Mart aylarında toplam koliform sayısının, Ocak ayında fekal koliform sayısının, Şubat ayında *E. coli* sayısının ve Aralık ayında ise *C. perfringens* sayısının en yüksek değerde olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca hiç bir ayda fekal streptokoka rastlamadıklarını ve Ulugöl'ün su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre 1. sınıf su kalitesine sahip yüksek kaliteli su olduğunu belirtmişlerdir.

Gholami, (2012) yapmış olduğu çalışmada, Akdeniz bölgesinde bulunan Ağyatan Lagünü'nde (Karataş) mikrobiyal kirliliğin boyutlarını belirlemek amacıyla su örnekleri alarak toplam aerob, toplam koliform, toplam maya ve küf miktarlarını belirlemiştir. Ayrıca fekal *Streptococcus* ve *Vibrio* spp. varlığını araştırmış, izolatların günümüzde sıklıkla kullanılan 42 antibiyotiğe karşı dirençliliklerini araştırarak, bunlar arasından çoklu antibiyotik dirençliliği (ÇAD) yüksek olan izolatların plazmid profillerini belirlemiştir. Su örneklerinden *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus intermedius*, *Achromobacter xylosoxisans*, *Oligella ureolytica*, *Pasteurella canis*,

Spingomonas paucimobilis, *Bordetella trematum*, *Moraxella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus vitulinus*, *Pseudomonas stutzeri*, *Vibrio alginolyticus* ve *Aeromonas salmonicida* izole ederek tanımlamıştır. İzolatları antibiyotik hassasiyet testine tabi tutmuş ve en yüksek direncin %98 oranında penisilline gösterildiğini; imipenem, ertapenem, levofloksasin ve gentamisine karşı direnç olmadığını tespit etmiştir. Bu izolatların Çoklu Antibiyotik Direnç indeksinin 0 ile 0.67 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Ağyatan Lagünü'nün, Çevre ve Orman Bakanlığı su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre 1.sınıf su kalitesinde olduğunu tespit etmiştir.

Karim ve ark. (2012), Bangladeş'te Gulshan gölünde sedimentlerde fiziksel ve kimyasal kirliliğin heterotrofik ve enterik bakteriler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında heterotrofik aerob bakterilerin sayısının $1,1 \times 10^4$ ile $1,2 \times 10^6$ cfu/mg arasında olduğunu ve üç farklı besiyerinde gerçekleştirilen sayımlarda (SS Agar, MacConkey Agar ve Centrimide Agar) enterik bakteri sayısının sırasıyla 10 ile $1,5 \times 10^4$ cfu/mg, 10 ile 6×10^4 cfu/mg ve 10 ile $1,1 \times 10^3$ cfu/mg arasında olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca izole edilen 23 bakteriden 18 tanesinin Gram pozitif, 5 tanesinin de Gram negatif olduğunu, Gram pozitiflerin tümünün *Bacillus* cinsi olduğunu, Gram negatiflerin ise 2 tanesinin *Pseudomonas* ve birer tanesinin de *Eschericia*, *Aeromonas* ve Enterobakter olduğunu tespit etmişlerdir.

Latha ve Mohan (2013), Hindistan'da Kengeri gölünde toplam koliform bakteri sayısının yaz aylarında önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan Besiyerleri ve Çözeltiler

3.1.1.1. Plate Count Agar (PCA)

Su örneklerinde *in vitro* yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde, toplam aerobik mezofilik bakteri sayımında kullanılmıştır (Messer ve ark., 1985).

Bileşimi	g/l
Pepton	5
Maya ekstraktı	2.5
D(+) glukoz	1
Agar	12
pH 7.0±0.2	

3.1.1.2. McConkey Agar

Su örneklerinden Gram negatif bakterilerin izolasyonu aşamasında kullanılmıştır (Halkman, 2005).

Bileşimi	g/l
Kazein peptonu	17
Et peptonu	3
Laktoz	10
Safra tuzu	1.5
Sodyum klorür	5
Nötral kırmızı	0.03
Kristal viyole	0.001
Agar	13.5

3.1.1.3. Alkali Peptonlu Su (APS)

Vibrio cholera'nın üretilmesi için kullanılan selektif besiyeridir. *Vibrio* türlerinin teşhisi için gerektiğinde içeriğindeki sodyum klorür miktarı değişik konsantrasyonlarda kullanılabilir (Atlas, 2005).

Bileşimi	g/l
Pepton	10
Sodyum klorür	5
pH 8.4±0.2	

3.1.1.4. Thiosulfate Citrate Bile Sucrose (TCBS) Agar

Vibrio spp. tayininde selektif besiyeri olarak kullanılmıştır (Atlas, 2005).

Bileşimi	g/l
Kazein peptonu	5
Et peptonu	5
Maya özütü	5
Sodyum sitrat	10
Sodyum tiyosülfat	10
Sodyum kolat	3
Oksgal	8
Sükroz	20
Sodyum klorür	10
Ferrik amonyum sitrat	1
Bromtimol mavisi	0.04
Timol mavisi	0.04
Agar	14
pH 8.6±0.2	

3.1.1.5. Patates Dekstroz Agar (PDA)

Standart mikrobiyolojik analizlerde maya ve küfler için selektif katı besiyeri olarak kullanılmıştır (Halkman, 2005).

Bileşimi	g/l
Patates infüzyonu	4
D (+) glukoz	20
Agar	15
pH 3.5	

3.1.1.6. Luria-Bertoni (LB) Broth

İzole edilen bakterilerin antibiyotik dirençliliğinin belirlenmesinde ve plazmid izolasyonunda bakteri üretimi için kullanılmıştır (Manniatis ve ark. 1982).

Bileşimi	g/l
Trypton	10
Maya	5
Sodyum klorür	10
pH 7.5±0.2	

3.1.1.7. Brewer Anaerobik Agar

Standart mikrobiyolojik analizlerde *Clostridium* türleri ve diğer anaerobların üremesi için selektif katı besiyeri olarak kullanılmıştır (Anonymous, 1978).

Bileşimi	g/l
Kazein peptonu	10
Soya peptonu	5
Maya ekstraktı	5
L-sistein	0.4
D(+) glukoz	10
Sodyum klorür	5
Sodyum tiyoglukolat	2
Metilen mavisi	0.002
Agar	17
pH 7.2	

3.1.1.8. Mueller Hinton Agar

Bakterilerin antibiyotik dirençliliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Halkman, 2005).

Bileşimi	g/l
Et özütü	2
Kazein hidrolizatı	17.5
Nişasta	1.5
Agar	13
pH 7.4±0.2	

3.1.1.9. Triptik Soy Agar (TSA)

Vitek II ile bakteri identifikasyonunda taze bakteri kültürünün elde edilmesinde kullanılmıştır (Atlas, 2005).

Bileşimi	g/l
Kazein peptonu	15
Et peptonu	5
Sodyum klorür	5
Agar	15
pH 7.3±0.2	

3.1.1.10. Laktozlu Buyyon (LST Broth)

Alınan su numunelerinde koliform ve fekal koliform bakterilerin varlığı ile muhtemel koliform sayısının saptanmasında kullanılmıştır (Özçelik, 1998).

Bileşimi	g/l
Triptoz	20
Laktoz	5
Dipotasyum fosfat	2.75
Monopotasyum fosfat	2.75
Sodyum klorür	5
Sodyum lauryl sülfat	0.1
pH 6.8±0.2	

Besiyeri hazırlanarak tüplere 10'ar ml dağıtıldıktan sonra içlerine durham tüpleri konularak 121°C'de 1.2 atm basınçta otoklavda 15 dakika steril edilmiştir.

3.1.1.11. Çift Laktozlu Buyyon (LST Broth)

Koliform ve fekal koliform bakterilerinin tespiti için kullanılmıştır (Özçelik,1998). Laktozlu buyyon besiyerinde 1000 ml'deki konsantrasyonların iki katı olacak şekilde hazırlanmıştır.

Bileşimi	g/l
Triptoz	40
Laktoz	10
Dipotasyum fosfat	5.5
Monopotasyum fosfat	5.5
Sodyum klorür	10
Sodyum lauryl sülfat	0.2
pH 6.8±0.2	

Besiyeri hazırlanarak tüplere 10'ar ml dağıtıldıktan sonra içlerine durham tüpleri konularak 121°C'de 1.2 atm basınçta otoklavda 15 dakika steril edilmiştir.

3.1.1.12. Azid Dekstroz Broth

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

Bileşimi	g/l
Et özütü	4.5
Pankreatik kazein	7.5
Proteaz peptonu	7.5
Dekstroz	7.5
Sodyum klorür	7.5
Sodyum azid	0.2

3.1.1.13. İndol Sıvı Besiyeri

Bileşimi	g/l
Pepton	20
Sodyum klorür	5
pH 7.1	

3.1.1.14. Kovaks Ayıracı

Bileşimi	
p- dimetilaminobenzaldehit	10 g
Hidroklorik asit (Konsantre)	50 ml
İzoamil alkol	150 ml

İzoamil alkol ve p-dimetilaminobenzaldehit yoğunlaştırılmış HCl’de çözülür ve +4°C’de buzdolabında muhafaza edilir. İndol testinin ayıracı olarak kullanılmıştır.

3.1.1.15. Methyl-Red Voges-Proskauer Broth

Standart mikrobiyolojik analizlerde koliform grubu bakterilerin tanımlama testlerinden Metil Red (MR) ve Voges Proskauer (VP) testleri için kullanılmıştır.

Bileşimi	g/l
Poliipepton	7
D(+) glukoz	5
Dipotasyum fosfat	5
pH 7.0	

3.1.1.16. Metil Kırmızısı Ayıracı

Bileşimi	
Metil kırmızısı	0.05 g
Etil alkol (%95’lik)	150 ml
Distile su	100 ml

3.1.1.17. α - naftol Solüsyonu (%5)

Bileşimi	
α - naftol	5 g
Etil alkol (%95'lik)	100 ml

Voges-Proskauer ayırıcı olarak kullanılmıştır.

3.1.1.18. Potasyum Hidroksit (%40)

Bileşimi	
KOH	40 g
Distile su	100 ml

Voges-Proskauer ayırıcı olarak kullanılmıştır.

3.1.1.19. Simmon's Sitrat Agar

Sitrat testi için kullanılmıştır (Akın, 2004).

Bileşimi	g/l
Et özütü	4.5
Pankreatik kazein	7.5
Magnezyum sülfat	0.2
Dipotasyumhidrojenfosfat	1
Sodyum klorür	5
Agar	15
pH 6.8	

3.1.1.20. Plazmid İzolasyon Kiti

Thermo scientific geneJET plazmid miniprep kit, #K0502 kullanılmıştır.

3.1.1.21. 10X Tris-Borik Asit-EDTA (TBE) (Manniatı ve ark. 1982).

Bileşimi	
Tris	21.6 g
Borik asit	11 g
EDTA	1.86 g
Distile su	200 ml
pH 8.3	

3.1.1.22. Agaroz Jel (%7)

Bileşimi	
Agaroz	0.7 g
10X TBE solüsyonu	7 g
Distile su	63 ml

Agaroz çözündükten sonra ısıtılarak eritilmiştir. Plazmid DNA'nın yürütülmesi için kullanılmıştır (Manniatı ve ark. 1982).

3.1.1.23. Örnek Yükleme Tamponu (Loading Buffer)

Bileşimi	
Brom fenol mavisi	%0.25
Gliserol	%10

İstenilen hacmi elde etmek için yeterli miktarda distile su eklenir (Manniatı ve ark. 1982).

3.1.1.24. Yürütme Tamponu (Running Buffer) (1X)

Yürütme tamponu, stok TBE tampon (10X) 10 kat sulandırılarak hazırlanır (Manniatı ve ark. 1982).

3.1.1.25. Stok Boyama Solüsyonu (Staining) (Ethidium Bromür)

Bileşimi	
Ethidium bromür	1 g
Distile su	100 ml

Hazırlanan stok çözeltiden son hacim 10 mg/ml olacak şekilde hazırlanır (Manniatis ve ark. 1982).

3.1.1.26. Boyayı Geri Alma Solüsyonu (Destaining)

Bileşimi	
Magnezyum sülfat	0.04 g
Distile su	100 ml

Boyama sonrasında ethidium bromür fazlasının geri alınmasında kullanılır (Manniatis ve ark. 1982).

3.1.1.27. Kullanılan Antibiyotikler

Antibiyotik dirençlilik düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan antibiyotik diskleri (Bioanalyse) isimleri, içerdikleri antimikrobiyal madde miktarı, grupları ve etki mekanizmaları Çizelge 3.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Kullanılan antibiyotikler ve özellikleri

Sınıfı	İsmi	Etkin Madde Miktarı (µg)	Etki Mekanizması
Sefalosporin	Sefazolin	(CZ-30)	Bakteri hücre duvar sentezini inhibe ederler.
	Sefalotin	(KF-30)	
	Sefuroksim	(CXM-30)	
	Seftizoksım	(ZOX-30)	
	Sefpirom	(CPO-30)	
β-laktam	Penisilin	(P-10)	
Aminoglikozit	Kanamisin	(K-30)	Protein sentezini inhibe ederler.
	Streptomisin	(S-10)	
	Gentamisin	(CN-10)	
Tetrasiklin	Tetrasiklin	(TE-30)	Bakteri ribozomlarının 30S alt birimine bağlanarak tRNA'nın bağlanmasını ve peptid zincirinin uzamasını önlerler.
Kloramfenikol	Kloramfenikol	(C-30)	50S ribozomunu etkileyerek peptidil transferaz etkinliğini azaltırlar.
Karbapenem	İmipenem	(IPM-10)	Bakteri duvarındaki penisilin bağlayan proteinlerden PBP-1 ve PBP-2'ye bağlanırlar. En geniş spektrumlu β-laktam antibiyotiklerdir.
	Meropenem	(MEM-10)	
Kinolon	Nalidiksik Asit	(NA-30)	DNA giraz (topoizomeraz II) enzimi inhibitörüdür.
Nitrofurantoin	Nitrofurantoin	(F-300)	Bakteride piruvattan asetilkoenzim A oluşmasına engel olurlar.
Sülfonamid	Trimetoprim sulfametoksazol	(ShXT-25)	Folik asit sentezine girerler ve folat sentezini inhibe ederler (Nükleik asit-sentezini inhibe ederler).

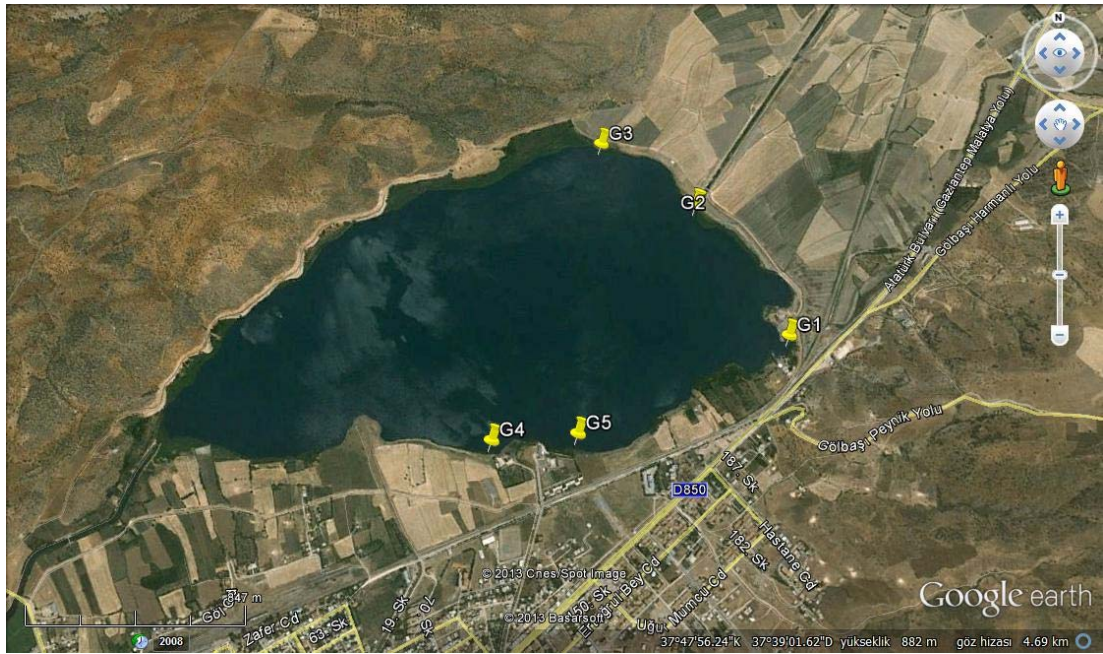
3.2. Metod

3.2.1. Örnek Toplama İstasyonlarının Belirlenmesi

Gölbaşı ve Azaplı gölleri 5 farklı istasyona ayrılarak toplam 10 farklı istasyon belirlenmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Azaplı gölü örnek toplama istasyonları



Şekil 3.2 Gölbaşı gölü örnek toplama istasyonları

3.2.2. Su Örneklerinin Alınması

Gölbaşı ve Azaplı göllerinden alınan su örnekleri steril bakteriyolojik su numune şişeleri kullanılarak mevsimsel olarak (Aralık 2012, Mart 2013, Temmuz 2013 ve Ekim 2013 tarihlerinde) örnekler alınmıştır. Örnekler alındıktan sonra soğuk zincirle muhafaza edilerek 4 saat içerisinde laboratuvara getirilmiştir (APHA, 1992).

3.2.3. Su Örneklerinden Bakteri İzolasyonu ve Stoklanması

Laboratuvara getirilen su örneklerinden 1'er ml alınarak, steril saf su içerisinde seri sulandırma yapılmış ve McConkey Agara yayma tekniği kullanılarak Gram negatif bakterilerin izolasyonu gerçekleştirilmiştir. İzolasyonu yapılan bakterilerin antibiyotik dirençlilik testlerinin ve identifikasyonunun yapılabilmesi için McConkey Agarda stok kültürleri hazırlanmıştır.

3.2.4. Toplam Aerob Bakterilerin Saptanması

Su örneklerinden 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} oranında seri sulandırma yapılarak PCA Agara 100'er µL örnek baget ile yayma ekim yapılmıştır. 37°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır (APHA, 1992).

3.2.5. Fekal Streptokok Sayımı

10 ml'lik tüplere 5'er ml sodyum azidli besiyerinden eklenerek otoklavda steril edilmiştir. Daha sonra üzerine 1 ml su örneği konularak 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda bulanıklık oluşturmuş tüpler pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (APHA, 1992).

3.2.6. Küf ve Maya Sayımı

Maya ve küfler için selektif katı besiyeri olan PDA besiyerine su örneklerinden 100 µL konularak baget ile yayma ekim yapılmıştır. 30°C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılarak bu süre sonunda oluşan koloniler sayılarak değerlendirilmiştir (APHA, 1992).

3.2.7. *Vibrio* spp. Tayini

Vibrio'ların tespiti için APS'lere ekim yapılarak 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda üreme olan tüplerden TCBS Agara azaltma ekim yapılarak 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda TCBS agarda oluşan kolonilerden *Vibrio cholerae* için 2-4 mm çapındaki sarı parlak koloniler, *Vibrio parahaemolyticus* için 2 mm çapındaki yeşil dairesel koloniler pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir.

3.2.8. Toplam Koliform Sayımı

Toplam koliform sayısının belirlenmesi için Çoklu Tüp Fermantasyon (En Muhtemel Sayı=EMS) Yöntemi kullanılmıştır. İçerisinde durham tüpü bulunan çift ve tek laktozlu besiyerlerinden 3 adet 10 ml'lik çift laktozlu besiyerine 10'er ml su örneği, 3 adet tek laktozlu besiyerine 1'er ml ve 3 adet tek laktozlu besiyerine 0.1'er ml su örneği koyulmuştur. Bu tüpler 37°C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Tüplerde bulanıklık ve asit-gaz oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirilerek EMS tablosuna göre 100 ml'deki toplam koliform sayısı hesaplanmıştır (Madden ve Gilmour, 1995; Avcı ve ark, 2006).

3.2.9. Toplam Anaerob Sayımı

Anaerobik bakterilerin sayısının belirlenmesi için Brewer besiyeri kullanılmıştır. Besiyerlerine 100'er µL su örneği eklenerek baget ile yayma ekim yapılmıştır. Anaerobik jarda 37°C'de 24-48 saat inkübe edilerek bu süre sonunda oluşan koloniler sayılmıştır.

3.2.10. Antibiyotik Dirençliliklerinin Belirlenmesi

Antibakteriyal hassasiyet testi, Agarda disk difüzyon testi kullanılarak yapılmıştır (Bauer ve ark., 1966). Bakterilerin üremesi için stok kültürlerden bir öze örnek alınarak LB broth besiyerine ekim yapılarak 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda yayma ekim yapılarak Müeller Hinton Agara örnekler yayılmış ve yüzey kuruduktan sonra dispenser yardımı ile 12 farklı antibiyotik grubunu temsil eden toplam 16 farklı antibiyotik disk (Bioanalyse) besiyerine

yerleştirilmiştir. Bakterilerin antibiyotik direnç düzeyleri 24 saatlik inkübasyon süresinin sonunda oluşan zon çaplarına göre değerlendirilmiştir.

3.2.11. Çoklu Antibiyotik Dirençlilik Düzeylerinin Belirlenmesi

Çoklu antibiyotik dirençliliği; (ÇAD) indeksi; $= \frac{a}{b}$

a: Test organizmalarının dirençli olduğu antibiyotik sayısı

b; Toplam denenen antibiyotik sayısı

oranı ile her izolat için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplanan ÇAD indeksi sonucu 0.2'den büyükse izolatın insan ya da hayvan kaynaklı antibiyotiklere yoğun miktarda maruz kaldığını, 0.2'den küçük veya eşit ise antibiyotiğin çok nadir kullanıldığını ya da hiç kullanılmadığını göstermektedir (Krumperman,1985).

3.2.12. Bakteri İdentifikasyonu

Tüm isolatlar imvic sonuçlarına göre değerlendirildikten sonra tiplendirme işlemi VITEK II (Biomerieux) identifikasyon sistemi kullanılarak yapılmıştır.

3.2.13. Bakterilerden Plazmid İzolasyonu

1. Plazmid izole edilecek mikroorganizmanın LB broth besiyerinde bir gecelik taze kültürü hazırlanarak, bu kültürden 0.1 ml alınıp 10 ml'lik LB broth besiyerine inokulasyonu yapılmıştır. 4-6 saat 37°C'de üremeye bırakılmıştır. Daha sonra örneğin tamamı 100 ml'lik LB broth besiyerine aktarılmış ve 2 saatlik inkübasyon süresi sonunda ortama son konsantrasyon 170 µg/ml olacak şekilde kloramfenikol ilave edilerek bir gece üremeye bırakılmıştır.

2. Bu süre sonunda bakteri kültürünün 0.5-4 ml'si steril mikrosantrifüj tüplerine aktararak 6000xg'de 2 dakika santrifüj edilmiştir. Bakteri hücreleri çökelti haline geldikten sonra üst faz atılmıştır. Çökeltinin üzerine 250 µL resüspansiyon çözültisi (daha önceden RNase A koyularak hazırlanır) eklenmiştir. Bakteriyel karışım resüspanse edilerek iyice karıştırılmıştır.

3. Resüspanse edilmiş bakteriyel karışım üzerine 250 µL lizis çözeltisi eklenerek 4-6 defa yavaşça alt üst edilerek karıştırılmıştır. 5 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir.

4. Lizis edilmiş bakteriyel karışıma 350 µL nötralize çözeltisi eklendikten sonra tüpler 4-6 defa yavaşça alt üst edilerek karıştırılmıştır.

5. Hücresel atıkları uzaklaştırmak için 5 dakika 13000xg'de santrifüj edilmiştir.

6. Santrifüj edildikten sonra; bir filtrasyon tüpü bir toplama tüpü içerisine yerleştirilerek elde edilen bütün süpernatant filtrasyon tüpü içerisine aktarılmıştır. Bütün toplama tüplerinin içerisine yerleştirilmiş olan filtrasyon tüpleri mikrosantrifüj içerisine yerleştirilip, 1 dakika 13000xg'de santrifüj edilmiştir.

7. Santrifüjden sonra; toplama tüpünden filtrasyon tüpü taşınıp, toplama tüpü içerisindeki akışkan sıvı atılarak yeniden filtrasyon tüpü aynı toplama tüpü içerisine yerleştirilmiştir.

8. Yüksek miktarda nükleaz aktivitesi içermeye ihtimaline karşı isteğe bağlı yıkama işlemi yapılmıştır. İsteğe bağlı yıkama işlemi; 500 µL yıkama çözeltisi (etanolle seyreltilmiş) eklenmiştir. 1 dakika 13000xg'de santrifüj edilmiştir.

9. Aynı aşama tekrarlanmıştır.

10. Akışkan sıvı atıldıktan sonra; bütün filtrasyon tüpleri içerisine hiçbir madde eklenmeden ek olarak 1 dakika daha santrifüj edilmiştir. Bu aşama yıkama çözeltisi kalıntısının uzaklaştırılmasını sağlamak için yapılmıştır.

11. DNA'yı elüt etmek için; filtrasyon tüpleri 1.5 ml'lik steril mikrosantrifüj tüplerinin içerisine yerleştirilmiştir. 50 µL elüsyon çözeltisi filtrasyon tüplerinin içerisine eklenerek 2 dakika oda sıcaklığında bekletilmiş ve 2 dakika 13000xg'de santrifüj edilmiştir.

12. Santrifüj sonunda tüp içerisinde plazmid DNA'sı elde edilmiştir.

NOT: Bu aşama isteğe bağlı tekrarlanırsa membrandan %10-20 oranında plazmid DNA miktarı artırılabilir.

13. Filtrasyon tüpü atılarak elde edilen plazmid DNA'sı -20°C'de saklanmıştır.

3.2.14. Agaroz Jelin Hazırlanması ve Örneklerin Jele Uygulanması

1. %0.7'lik jel hazırlamak için 0.7 g agaroz tartılarak 7 mL 10X TBE tamponu ve 63 mL saf suda çözüldükten sonra ısıtılarak eritilmiştir.
2. Çözelti yaklaşık 40°C'ye kadar soğutulup, jel kutusuna dökülerek üzerine jel tараğı yerleştirilmiştir.
3. Jel tamamen donduktan sonra tarak dikkatlice çıkarılmıştır.
4. 20-25 µL'lik miktarlarda DNA örnekleri alınarak 5 µL yükleme tamponuyla karıştırıldıktan sonra örnekler mikropipet ile jel çukurlarına doldurulmuştur.
5. Separe edilen plazmid DNA'larının moleküler ağırlıklarını belirlemek amacı ile jeldeki çukurlardan birine 5 µL marker DNA (Sigma Lambda DNA Hind III Digest Aqueous Solution-D9780) yüklenmiştir.
6. Jel, agaroz aparatına yerleştirilmiştir.
7. Aparata jelin üzerini kaplayacak kadar yürütme tamponu konularak 10 V/cm² voltaj uygulanarak 10-12 saat yürütme işlemi gerçekleştirilmiştir. Separasyon işleminin sonlandırma aşaması, yükleme tamponunda bulunan brom fenol mavisinin jelde kat ettiği mesafe dikkate alınarak belirlenmiştir.

3.2.15. DNA'nın Ethidium Bromür ile Boyanması

1. Elektroforez işlemi sonlandırıldıktan sonra, jel elektroforez aparatından alınıp boyama kabına konularak jel üzerine ethidium bromür boyama solüsyonu ilave edilmiş ve 30-45 dakika boyanmıştır.
2. Boyanın fazlası, MgSO₄ solüsyonu ile 15 dakika muamele edilerek geri alınmıştır (Manniatı ve ark., 1982).
3. Daha sonra jel dökümantasyon ve görüntüleme cihazında elde edilen görüntü bilgisayar ortamına aktarılarak moleküler ağırlıklar bilgisayar programı ile hesaplanmıştır.

3.2.16. Dendrogramların Hazırlanması

Antibiyogram sonuçlarının dendrogramı Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averages (UPGMA) analizi ile NTSYS pc 2.21q programı kullanılarak yapıldı.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

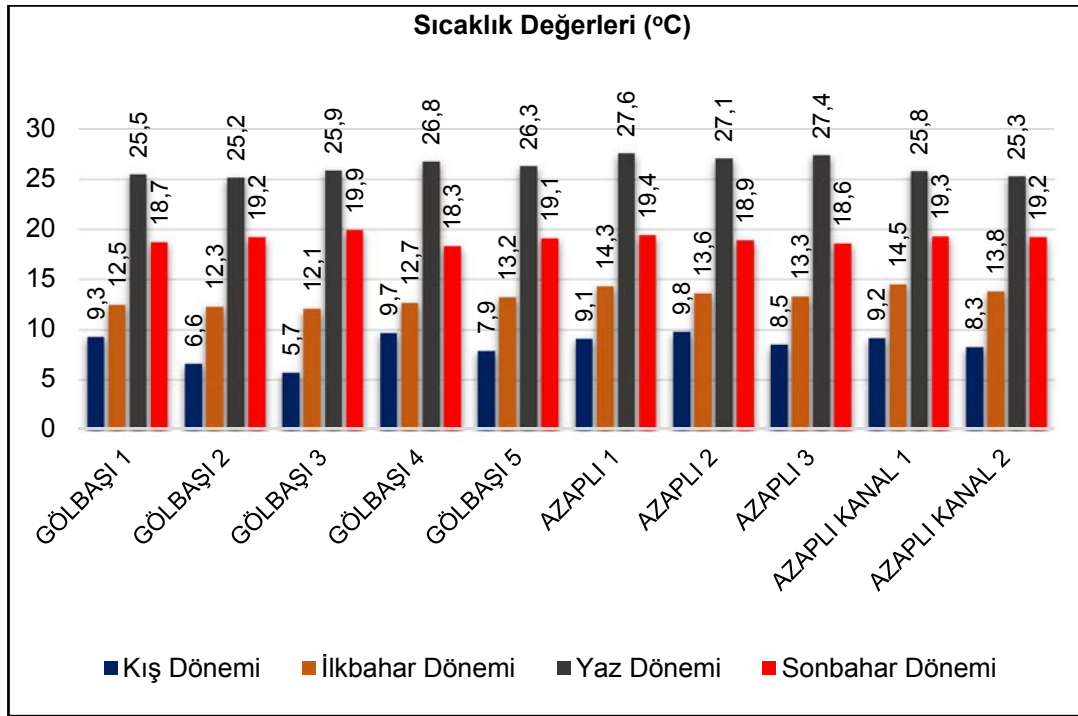
4.1. Fiziksel Parametreler

4.1.1. Sıcaklık

Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel sıcaklık değişimleri Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Gölbaşı gölünde sıcaklık değerleri kış döneminde en düşük 6.6°C ile en yüksek 9.7°C, ilkbahar döneminde en düşük 12.1°C ile en yüksek 13.2°C, yaz döneminde en düşük 25.2°C ile en yüksek 26.8°C, sonbahar döneminde en düşük 18.3°C ile en yüksek 19.9°C değerleri arasında ölçülmüş yıllık ortalama sıcaklığı ise 16.34 ± 3.93 olarak hesaplanmıştır.

Azaplı gölünde ise sıcaklık değerleri kış döneminde en düşük 8.3°C ile en yüksek 9.8°C, ilkbahar döneminde en düşük 13.3°C ile en yüksek 14.5°C, yaz döneminde en düşük 25.3°C ile en yüksek 27.6°C, sonbahar döneminde en düşük 18.6°C ile en yüksek 19.4°C değerleri arasında değişkenlik göstermekle birlikte yıllık ortalama sıcaklık ise 17.14 ± 3.78 olarak hesaplanmıştır. Her iki gölde ortalama sıcaklık bakımından kıta içi yüzeysel su kaynakları sınıflandırmasına göre birinci sınıf göller grubunda olup, mevsimsel olarak ikinci ve üçüncü sınıfa kaymalar göstermektedir (SKKY, 2012). Yaz aylarında sıcaklığın artması buharlaşma ile artan su kaybından dolayı su seviyesinin azalması sonucu oluşmaktadır (Mert ve ark. 2008). Göllerde benzer sıcaklık değişimleri Derbent ve APA baraj göllerinde de gösterilmiştir (Mert ve ark., 2008; Taş, 2006).



Şekil 4.1. Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel sıcaklık değişimleri

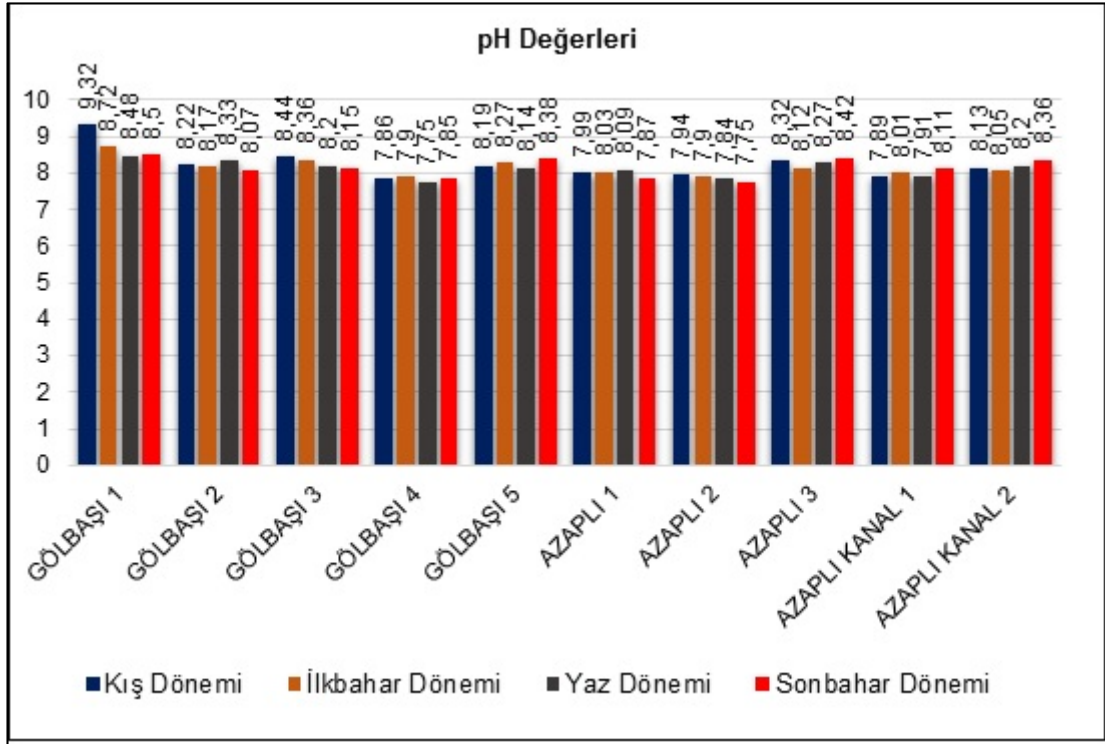
4.1.2. pH Değerleri

Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel pH değişimleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Gölbaşı gölünde pH değerleri kış döneminde 7.86 ile 9.32 arasında değişkenlik göstermiştir. Daha sonra sırasıyla ilkbahar döneminde 7.90 ile 8.27, yaz döneminde 7.75 ile 8.48 ve sonbahar döneminde 7.85 ile 8.50 arasındaki değerleri göstermekle beraber ortalama pH 8.26 ± 0.05 olarak hesaplanmıştır.

Azaplı gölünde ise pH değerleri sırasıyla kış döneminde 7.89 ile 8.32, ilkbaharda 7.90 ile 8.12, yazda 7.84 ile 8.27 ve sonbaharda 7.75 ile 8.42 arasında ölçülmüştür. Göldeki ortalama pH 8.06 ± 0.01 olarak hesaplanmıştır. Her iki gölde ortalama pH bakımından kıta içi yüzeysel su kaynakları sınıflandırmasına göre birinci sınıf göller grubunda olup hafif alkali özellik göstermektedir (SKKY, 2012).

Suların biyolojik ve kimyasal yönden kalitesinin belirlenmesinde pH önemli bir faktördür. Tatlı sular için optimum pH’nın 6.5-9.0 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Bulut ve ark., 2011). Elde edilen veriler Gölbaşı ve Azaplı göllerinin pH değerlerinin canlılığın devamı için normal sınırlar içerisinde olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.2. Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel pH değişimleri

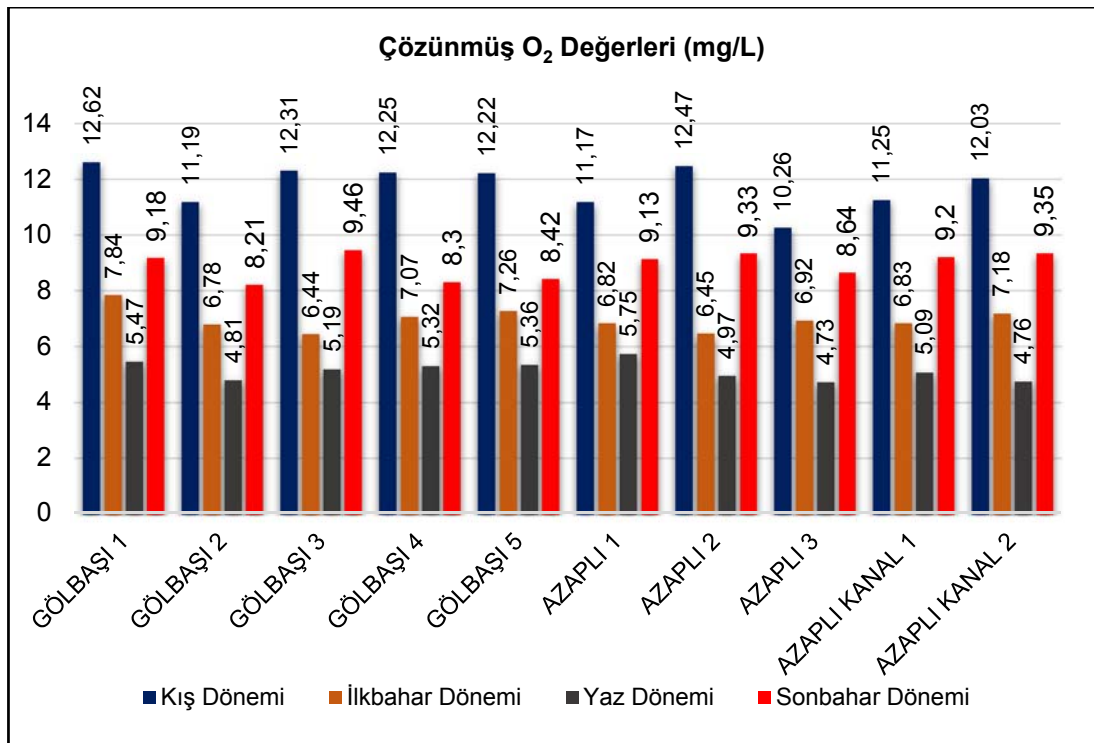
4.1.3. Çözünmüş Oksijen

Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel çözünmüş O₂ değerlerindeki değişiklikler Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Gölbaşı gölünde, çözünmüş oksijen miktarı kış döneminde 11.19 ile 12.62 mg/L, ilkbahar döneminde 6.44 ile 7.84 mg/L, yaz döneminde 4.81 ile 5.47 mg/L ve sonbahar döneminde 8.30 ile 9.46 mg/L arasında değişkenlik gösterirken ortalama çözünmüş oksijen 8.28 ± 1.46 olarak hesaplanmıştır. Azaplı gölünde bu değerler kış döneminden başlayarak sırasıyla 10.26-12.47 mg/L, 6.45-7.18 mg/L, 4.73-5.75 mg/L ve 8.64-9.35 mg/L olarak ölçülmüş ortalama olarak ise 8.11 ± 1.38 olarak hesaplanmıştır. Her iki gölde ortalama çözünmüş oksijen değerleri bakımından kıta içi yüzeysel su kaynakları sınıflandırmasına göre birinci sınıf göller grubunda olup mevsimsel olarak 2. ve 3. sınıf su özelliği de göstermektedir (SKKY, 2012).

Çözünmüş oksijen miktarı, sıcaklığın yükselmeye başladığı ilkbahar döneminde ve sıcaklığın yüksek olduğu yaz döneminde düşük iken sıcaklığın düşmeye başladığı sonbahar ve kış aylarında yüksek seviyelerde ölçülmüştür. Herhangi bir

zamanda suda saptanan oksijen miktarı; o andaki suyun sıcaklığına, su yüzeyine temas eden atmosferdeki gazın kısmi basıncına, suda çözünmüş tuz yoğunluğuna ve biyolojik olaylara bağlıdır. Oksijenin suda çözünebilirliği sıcaklıkla ters orantılıdır (Tanyolaç, 1993). Sunulan çalışmada yaz aylarında çözünmüş oksijen miktarının azalması ve kış aylarında artması sıcaklık değişimine paralel olarak gerçekleşmiştir. Benzer sonuçlar Mert ve ark., (2008), APA Baraj gölünde ve Taş (2006), Derbent Baraj gölünde (Konya) elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel çözünmüş O₂ değerleri

4.1.4. İletkenlik

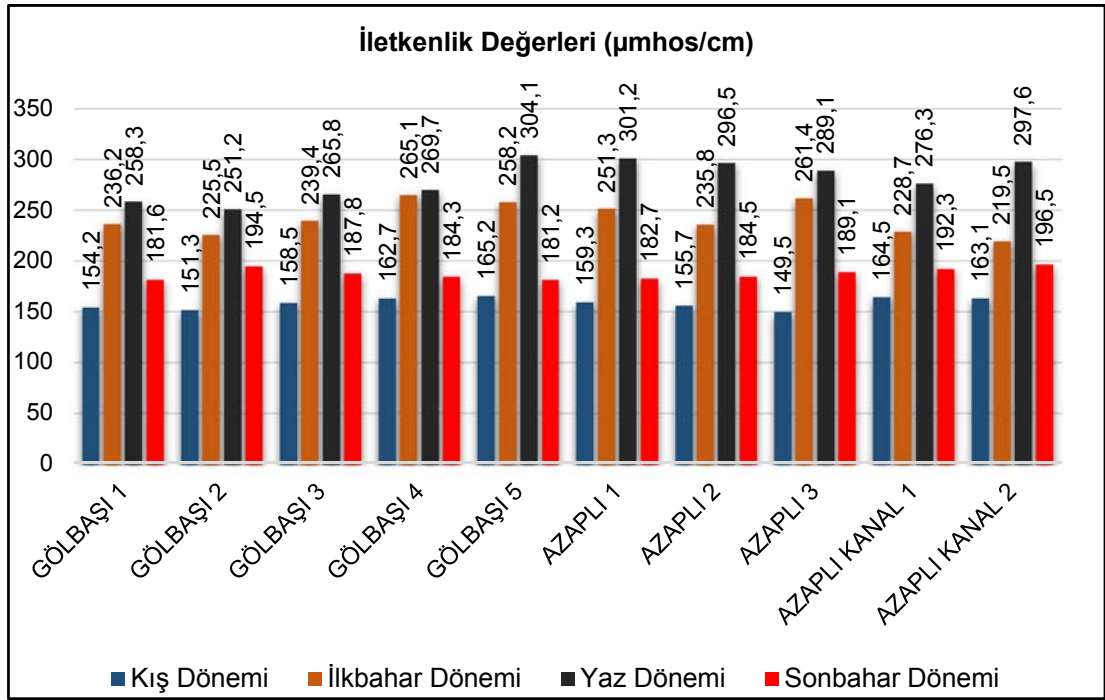
Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel iletkenlik değişimleri Şekil 4.4’de gösterilmiştir.

Kondüktivite (Elektriksel iletkenlik); sularda çözünmüş olarak bulunan inorganik maddelerin anyon ile katyon yoğunluğudur ve iyon kirliliğinin bir göstergesidir (Bulut ve ark. 2009).

Gölbaşı gölünün iletkenlik değerleri kış döneminde en düşük 151.3 μ mhos/cm ile en yüksek 165.2 μ mhos/cm, ilkbahar döneminde en düşük 225.5 μ mhos/cm ile en

yüksek 265.1 $\mu\text{mhos/cm}$, yaz döneminde en düşük 251.2 $\mu\text{mhos/cm}$ ile en yüksek 304.1 $\mu\text{mhos/cm}$, sonbahar döneminde en düşük 181.2 $\mu\text{mhos/cm}$ ile en yüksek 194.5 $\mu\text{mhos/cm}$ arasındaki değerleri göstermiştir. Göldeki ortalama iletkenlik 214.74 ± 25.75 olarak hesaplanmıştır.

Azaplı gölünün iletkenlik değerleri ise kış döneminde en düşük 149.5 $\mu\text{mhos/cm}$ ile en yüksek 164.5 $\mu\text{mhos/cm}$, ilkbahar döneminde en düşük 228.7 $\mu\text{mhos/cm}$ ile en yüksek 261.4 $\mu\text{mhos/cm}$, yaz döneminde en düşük 276.3 $\mu\text{mhos/cm}$ ile en yüksek 301.2 $\mu\text{mhos/cm}$, sonbahar döneminde en düşük 182.7 $\mu\text{mhos/cm}$ ile en yüksek 196.5 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında değişkenlik göstermiş, ortalama olarak ise 219.73 ± 29.33 olarak hesaplanmıştır. İletkenlik değerleri bakımından kıta içi yüzeysel su kaynakları sınıflandırmasına göre birinci sınıf göller grubunda olduğu belirlenmiştir (SKKY, 2012).



Şekil 4.4. Gölbaşı ve Azaplı göllerinin mevsimsel iletkenlik değişimleri

4.2. Mikrobiyolojik Kirlilik

4.2.1. Toplam Koliform Sayısı

Çalışma yapılan istasyonlardaki toplam koliform sayılarının mevsimsel olarak dağılımı Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışma yapılan istasyonların koliform bakteri sayılarının mevsimsel dağılımı

BÖLGELER	Toplam Koliform Sayısı (EMS/100 ml)			
	1.PERİYOT	2.PERİYOT	3.PERİYOT	4.PERİYOT
GÖLBAŞI 1	28	150	240	210
GÖLBAŞI 2	210	28	460	1100
GÖLBAŞI 3	150	210	1100	460
GÖLBAŞI 4	28	20	11	3
GÖLBAŞI 5	150	43	460	460
AZAPLI 1	210	150	240	460
AZAPLI 2	210	75	460	240
AZAPLI 3	150	150	150	240
AZAPLI KANAL 1	>1100	>1100	>1100	>1100
AZAPLI KANAL 2	>1100	>1100	>1100	>1100

Tüm periyotlarda çalışma yapılan istasyonlardan Azaplı Kanal 1 ve Azaplı Kanal 2 istasyonlarında toplam koliform bakteri sayısının >1100 olması kirliliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Bunun dışında Gölbaşı 2 istasyonunda 4. periyotta ve Gölbaşı 3 istasyonunda 3. periyotta toplam koliform sayıları yüksek bulunmuştur. Sunulan çalışmada toplam koliform değerleri yönünden incelendiğinde kirlenmenin en az olduğu istasyon Gölbaşı 4 numaralı istasyon olmuştur.

Toplam koliform değerleri bakımından kıta içi yüzeysel su kaynakları sınıflandırmasına göre Azaplı Kanal 1 ve Azaplı Kanal 2 istasyonları ikinci sınıf su kalitesine sahipken, Gölbaşı 2 ve Gölbaşı 3 istasyonlarında mevsimsel olarak su kalitesi değişkenlik göstermektedir (SKKY, 2012).

Daha önce yapılan çalışmalarda Gölbaşı gölünde fekal kirlilik indikatörü olan *E. coli* varlığı gösterilmiştir (Toroglu ve Toroglu, 2009). Göllerde toplam ve fekal koliform sayıları ile ilgili çalışmalarda, kirlilik düzeyinin farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Ulubat gölünün mikrobiyolojik kirlilik düzeyinin çalışıldığı çalışmada toplam koliform sayısının 2.03×10^2 EMS/100 ml ile 2.sınıf su kalitesine sahip olduğu (Elmacı ve ark., 2008), Sapanca gölünde toplam koliform düzeyinin 24×10^3 KOB/100 ml düzeyinde olduğu gösterilmiştir (Yardımcı, 2009). Koloren ve ark., (2011a), Gaga gölünün (Ordu) yüzey suyunda toplam koliform sayısının > 1000 KOB/100 ml, fekal koliform sayısının 8 ile 24 KOB/100 ml arasında olduğunu ve Gaga gölünün ikinci sınıf az kirlenmiş bir göl olduğunu belirtmişlerdir.

Gölbaşı 2 ve Gölbaşı 3 istasyonları konum itibarı ile Gölbaşı Milli Parklar Müdürlüğü'nün koruma alanı içerisinde yer alan ve ilçe halkı tarafından mesire alanı olarak kullanılan bir konumdur (Şekil 4.5). Ayrıca her iki istasyona iki adet kanal girişi bulunmaktadır.



Şekil 4.5. Gölbaşı gölü mesire alanı

Mikrobiyal kirlenmenin en önemli nedenlerinden biri evsel ve kanalizasyon sularının arıtılmadan sucul ortamlara verilmesidir (Uğur ve ark. 2009). Mikrobiyolojik

su kalitesi için koliform grubu bakteriler yaygın olarak kullanılır (Chao ve ark. 2003; Sullivan ve ark. 2005). Koliform grubu bakteriler insan ve hayvan dışkılarındaki bakterilerin çoğunluğunu oluşturmaktadır. Bu nedenle dışkı ile kirlenmiş bir suda daima koliform bakteriler bulunmaktadır. Bir suda koliform bakteri bulunmaması o suyun temiz, belirli bir sayıdan fazla bulunması da tehlikeli olduğunun göstergesidir (Kıvanç ve ark. 1996). Bu grup bakterilerin normal florası insan ve hayvanların sindirim sistemidir ve büyük çoğunluğunu *E.coli*'nin oluşturduğu bir gruptur. Bunlar fekal koliform olarak adlandırılır ve fekal kontaminasyon göstergesi olması bakımından önemlidir (Çakır, 2000). Sunulan çalışmada her iki gölde de fekal koliform varlığına rastlanmıştır.

Azaplı Kanal 1 ve Azaplı Kanal 2 istasyonları ise Gölbaşı gölünü Azaplı gölüne bağlayan kanal üzerinde yer alan istasyonlardır (Şekil 4.6 ve Şekil 4.7). Gölbaşı ilçesinin sahip olduğu merkez dahil birçok belde ve köy bu kanallar ve göllerin etrafında konumlanmıştır. Gölbaşı kaymakamlığının resmi internet sitesinde yer alan bilgilere göre 34 yerleşim biriminin (Gölbaşı Merkez ilçe, Balkar Beldesi, Belören ve Harmanlı Beldeleri ve 30 köy) 2012 verilerine göre toplam nüfusu 52.980 olarak verilmiştir. Yine kaymakamlık verilerine göre bu yerleşim yerlerinden merkez ilçe, Ozan, Cankara, Köşüklü, Çatalağaç, Karaburun, Akçabel ve Yukarı Nasırlı köyleri dışındaki 26 yerleşim biriminin kanalizasyonunun olmadığı belirtilmiştir (URL-2, 2014). Yani 52.980 kişilik nüfusun, 19.245 kişilik kısmı için herhangi bir kanalizasyon şebekesi mevcut değildir.



Şekil 4.6. Azaplı Kanal 1 istasyonu



Şekil 4.7. Azaplı Kanal 2 istasyonu

Koliform bakteri kirliliğinde, su ve kanalizasyon atıklarının önemli rol oynadığı bilinmektedir. Bunun yanında göl sularının koliform bakteri yönünden

kirlilik düzeyinin artma nedenleri arasında göl çevresindeki hayvancılık faaliyetlerinin sebep olabileceği belirtilmiştir (Durak ve ark. 1997).

Çalışma yapılan istasyonların tamamında fekal koliformları da içeren, koliform grubu bakterilerin tespit edilmesi Gölbaşı ile Azaplı göllerine insan ve hayvan dışkısı karıştığını göstermektedir. Çalışma yapılan bölgede, yukarıda belirtildiği gibi yeterli kanalizasyon sisteminin olmaması, olan kanalizasyon sistemlerinin göllere karışma ihtimali, hayvancılık faaliyetleri ve milli parkların insanlar tarafından mesire yeri olarak kullanılmasının mikrobiyolojik kirliliğe neden olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızda inceleme yapılan periyotlarda Azaplı Kanal 1 ve Azaplı Kanal 2 istasyonları dışındaki bölgelerde; ki bu bölgelerde mikrobiyal kirlilik her periyotta yüksek bulunmuştur, özellikle bahar ve yaz aylarında gözlenen koliform bakteri sayısındaki artışın ise artan insan faaliyetine ve azalan su miktarına ek olarak sıcaklığın bakterilerin üremesi için optimum koşullara yaklaşmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen gibi parametrelerin koliform bakteri sayısında değişmelere neden olduğu bilinmektedir (An ve Breindenbach, 2005). Sıcaklığın toplam koliform bakteri sayısına etkisi ile ilgili benzer çalışmalarda Ulubat gölünde (Elmacı ve ark. 2008), Texoma gölünde (An ve ark. 2002) ve Eymir ile Mogan göllerinde (Karakoç ve ark. 2003) ise sıcaklığın en yüksek olduğu yaz aylarında toplam koliform sayısının yüksek olduğu belirtilmiştir.

4.2.2. Fekal Streptokok

Sunulan çalışmada istasyonlardan alınan ve sodyum azidli besiyerine ekilen örneklerden birinci periyotta tüm istasyonlardan alınan örneklerde, ikinci periyotta Gölbaşı 1., 3. ve Azaplı tüm istasyonlarda, üçüncü periyotta Gölbaşı 3. ve 5. istasyonlar ile Azaplı Kanal 1 ve Azaplı Kanal 2 istasyonlarında, son periyotta ise yine Azaplı Kanal 1 ve Azaplı Kanal 2 istasyonlarında fekal streptokok varlığı tespit edilmiştir.

Fekal streptokoklar enterokok olarak da bilinirler. Özellikle *E. faecalis* insan ve hayvan dışkısında bulunan bir bakteridir. Ancak bu bakterilere insan ve memeli hayvanların dışkısı dışında toprak, su, bitki ve böcek gibi bir çok çevrede de rastlanır. Geniş bir pH aralığında ve pek çok patojen bakterinin gelişemediği alkali pH'da (pH

9.6) gelişebilirler. Ayrıca enterokoklar suda koliformlardan daha uzun süre canlılıklarını korur ve dezenfektanlara karşıda *E. coli*'den daha çok direnç gösterirler. Dolayısıyla enterokokların araştırılmasının önemi, *E. coli*'lerden farklı olarak, zor çevresel koşullara daha dayanıklı olmalarından ve su içerisinde daha uzun yaşamalarından ileri geldiğinden enterokokların incelenmesi en az koliformlar kadar önemlidir (Kavas ve Kınık, 2003). Fekal kontaminasyonun göstergesi (Lopez-Diaz et al., 1995) ve özellikle sularda hijyen indikatörü olarak değerlendirilmektedirler (Arizcun et al., 1997).

Sunulan çalışmada varlığı gösterilen fekal streptokokların daha önce toplam koliform ve fekal koliform kirliliğinde belirtildiği gibi evsel atıklar, kanalizasyon sularının arıtılmadan sucul ortamlara verilmesi, tarım ve hayvancılık faaliyetleri ile insanların bilinçsiz kullanımı sonucu meydana geldiği düşünülmektedir. Benzer bir sonuç Adana Seyhan Baraj gölünde de elde edilmiştir (Balci, 2007). Göllerde fekal streptokok sayıları ile ilgili bir çalışmada ise Gaga gölünde (Ordu) yüzey suyunda 2-20 KOB/100 ml, 5 metre derinlikte ise 1-13 KOB/100 ml olarak belirlenmiştir (Koloren ve ark. 2011a). Koloren ve ark. (2011b) ise Ulugöl'de (Bursa) yaptıkları çalışmalarında ise toplam koliform, fekal koliform ve *E. coli* izolasyonu gerçekleştirmişler fakat fekal streptokoka rastlanmadığını göstermişlerdir.

4.2.3. Toplam Aerobik, Toplam Anaerobik, Toplam Gram (-) Bakteri ile Maya ve Küf Sayıları

Çalışmamızda Gölbaşı ve Azaplı göllerinden elde edilen toplam Gram negatif bakteri, toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam anaerobik bakteri ile maya ve küf sayıları Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Toplam aerobik, toplam anaerobik, toplam Gram (-) bakteri ile maya ve küf sayıları

KOB/ml*	GÖLBAŞI GÖLÜ				
	1.Periyot	2.Periyot	3.Periyot	4.Periyot	Ortalama
Toplam Aerobik	8.2×10^3	5.1×10^3	3.5×10^3	3.7×10^3	5.1×10^3
Toplam Gram(-)	4.0×10^3	6×10^2	5.0×10^2	1.3×10^3	1.6×10^3
Toplam Anaerobik	3.8×10^2	0.2×10^2	0.2×10^2	6×10^1	1.1×10^2
Maya-Küf	2.4×10^2	0.1×10^2	6×10^1	1×10^1	8×10^3
	AZAPLI GÖLÜ				
	1.Periyot	2.Periyot	3.Periyot	4.Periyot	Ortalama
Toplam Aerobik	1.3×10^3	2.2×10^3	1.4×10^4	5.3×10^4	1.8×10^3
Toplam Gram(-)	1×10^3	4.6×10^2	2.7×10^2	2.7×10^3	1.2×10^3
Toplam Anaerobik	2.5×10^2	3×10^1	3.1×10^2	6.1×10^2	3×10^2
Maya-Küf	8×10^4	1.2×10^2	3.3×10^2	1.6×10^3	5.3×10^2

*KOB/ml: Mililitrede koloni oluşturan birim

Sunulan çalışmada ortalama toplam aerobik, anaerobik bakteri ile maya ve küf sayısı bakımından Azaplı gölünün (1.8×10^3 , 3×10^2 , 5.3×10^2) Gram negatif bakteri yönünden ise Gölbaşı gölünün (1.6×10^3) daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Toplam canlı mikroorganizma sayısı, hijyen kalitesi ve ortam koşullarının patojen bakteri gelişmesi için uygun olup olmadığının bir göstergesidir. Genel hijyen ve mikrobiyal yükün belirlenmesinde indikatör grup olarak kullanılan toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısının yüksek olması durumunda, diğer mikroorganizma gruplarının miktarının fazla olması beklenmektedir (Temiz, 2003).

4.3. İzole Edilen Bakteri Türleri ve Dağılımı

Birinci periyotta tüm istasyonlardan izolasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri ve istasyonlara göre dağılımı Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Birinci periyotta izole edilen bakteri türleri ve dağılımı

1.PERİYOT	İSTASYONLAR										
BAKTERİ TÜRLERİ	G1	G2	G3	G4	G5	A1	A2	A3	AK1	AK2	TOPLAM
<i>Achromobacter denitrificans</i>	5	7	6	2	1	1	1	6	3	4	36
<i>Acinetobacter haemolyticus</i>					1						1
<i>Aeromonas salmonicida</i>	3	1	2	4	7	10	6	5	3	8	49
<i>Aeromonas sobria</i>	1	3	2	4			4		5		19
<i>Enterobacter aerogenes</i>			1	1							2
<i>Escherichia coli</i>	1	3	1			2	2		2	2	13
<i>Klebsiella pneumoniae</i>							1				1
<i>Morganella morganii ssp.sibonii</i>					1						1
<i>Pantoea agglomerans</i>			1		4		1				6
<i>Pantoea spp</i>					2						2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	1	2	3		3	3	7	2	2	28
<i>Salmonella typhi</i>		1		1					1		3
<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	1		1	1							3
TOPLAM BAKTERİ SAYISI	16	16	16	16	16	16	18	18	16	16	164

İstasyonlar tür bakımından incelendiğinde toplam 36 tane *Achromobacter denitrificans*'tan Gölbaşı 1'de 5, Gölbaşı 2'de 7, Gölbaşı 3 ve Azaplı 3 istasyonlarında 6, Gölbaşı 4'te 2, Gölbaşı 5, Azaplı 1 ve Azaplı 2 istasyonlarında 1, Azaplı Kanal 1'de 3, Azaplı Kanal 2'de ise 4 tane izole edilmiştir.

Acinetobacter haemolyticus bakterisinden birinci periyotta yalnız Gölbaşı 5'te 1 tane izole edilmiştir. Diğer istasyonlardan elde edilen izolatlarda bu bakteriye rastlanmamıştır.

İzole edilen toplam 49 adet *Aeromonas salmonicida* bakterisinden Gölbaşı gölündeki örnek toplama istasyonlarından birinci istasyonda 3, ikinci istasyonda 1, üçüncü istasyonda 2, dördüncü istasyonda 4 ve beşinci istasyonda 7 tane; Azaplı gölünde ise bu bakteriden birinci istasyonda 10, ikinci istasyonda 6, üçüncü istasyonda 5, Azaplı Kanal 1'de 3 ve Azaplı Kanal 2'de ise 8 tane izole edilmiştir.

Birinci periyotta izole edilen 19 tane *Aeromonas sobria*'dan 1 tane Gölbaşı 1, 3 tane Gölbaşı 2, 2 tane Gölbaşı 3, 4 tane Gölbaşı 4 istasyonlarından izole edilmişken

Gölbaşı beşinci istasyonda bu türün izolasyonu gerçekleşmemiştir. Azaplı gölünde ise Azaplı 2’de 4 ve Azaplı Kanal 1 istasyonundan ise 5 tane izole edilmiştir. Azaplı 1, Azaplı 3 ve Azaplı Kanal 2 istasyonlarında ise bu türün izolasyonu gerçekleşmemiştir.

Enterobacter aerogenes’ten Gölbaşı 3 ve Gölbaşı 4’te 1’er tane izole edilmiş olup diğer istasyonlarda bu türün izolasyonu gerçekleşmemiştir.

Escherichia coli bakterisinden Gölbaşı 1 ve Gölbaşı 3’te 1, Gölbaşı 2’de 3, Azaplı 1, Azaplı 2, Azaplı Kanal 1 ve Azaplı Kanal 2’de ise 2 tane izole edilmiştir. Gölbaşı 4, Gölbaşı 5 ve Azaplı 3’te bu türün izolasyonu gerçekleşmemiştir.

Klebsiella pneumoniae bakterisinden sadece Azaplı 2’de 1 adet izole edilmiştir. Diğer istasyonlarda bu türün izolasyonu gerçekleşmemiştir.

Morganella morganii ssp. *sibonii* bakterisinden Gölbaşı 5’te 1 adet izole edilmiştir. Diğer istasyonlarda bu türün izolasyonu gerçekleşmemiştir.

İzole edilen 6 adet *Pantoea agglomerans*’ın birer tanesi Gölbaşı 3 ve Azaplı 2, dört tanesi de Gölbaşı 5 istasyonundan izole edilmiştir.

Pantoea spp.’den sadece Gölbaşı 5 istasyonundan 2 adet izole edilmiştir.

Pseudomonas aeruginosa bakterisinden Gölbaşı 1’de 5, Gölbaşı 2’de 1, Gölbaşı 3’te 2, Gölbaşı 4, Azaplı 1 ve Azaplı 2’de 3’er tane, Azaplı 3’te 7 tane, Azaplı Kanal 1 ve Azaplı Kanal 2’de ise 2 tane izole edilmiştir. Gölbaşı 5 istasyonunda bu türün izolasyonu gerçekleşmemiştir.

Salmonella typhi’den Gölbaşı 2, Gölbaşı 4 ve Azaplı Kanal 1 istasyonlarından birer tane olmak üzere toplam 3 adet izole edilmiştir.

Sphingomonas paucimobilis bakterisinden Gölbaşı 1, Gölbaşı 3 ve Gölbaşı 4’te 1’er tane izole edilmiştir.

Birinci periyotta izole edilen 164 bakterinin 49 tanesi *A. salmonicida*, 36 tanesi *A. denitrificans* olup bu türlerin izolasyonu tüm istasyonlardan gerçekleşmiştir. Geriye kalan bakterilerin 28 tanesi *P. aeruginosa*, 19 tanesi *A. sobria*, 13 tanesi *E. coli*, 6 tanesi *P. agglomerans*, 3’er tanesi *S. typhi* ve *S. paucimobilis*, ikişer tanesi *E. aerogenes* ve *Pantoea* spp., birer tanesi ise *K. pneumoniae*, *A. haemolyticus*, ve *Morganella morganii* ssp. *sibonii*’dir

İkinci periyotta tüm istasyonlardan izolasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri ve istasyonlara göre dağılımı Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4. İkinci periyotta izole edilen bakteri türleri ve dağılımı

2. PERİYOT	İSTASYONLAR										
BAKTERİ TÜRLERİ	G1	G2	G3	G4	G5	A1	A2	A3	AK1	AK2	TOPLAM
<i>Achromobacter denitrificans</i>	2	2	1			2	2	2	1	1	13
<i>Aeromonas salmonicida</i>	3	3	2	4	4	2	3	1			22
<i>Aeromonas sobria</i>	1	1	2	1		1	1	1	4	5	17
<i>Escherichia coli</i>			3	1	1	1	1	1	3	3	14
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			1	1	5	2	1	1	2		13
<i>Salmonella typhi</i>	4	4	1	2		2	2	3		1	19
<i>Sphingomonas paucimobilis</i>				1				1			2
TOPLAM BAKTERİ SAYISI	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100

Gölbaşı 1 ve Gölbaşı 2 istasyonlarında en fazla izole edilen bakteri *S. typhi* (4) olmuştur. Bunu 3 tane ile *A. salmonicida*, 2 tane ile *A. denitrificans* ve bir tane ile *A. sobria* takip etmiştir. Gölbaşı 3 istasyonunda en fazla izole edilmiş olan tür *E. coli* (3) iken Gölbaşı 4 istasyonunda *A. salmonicida* (4) ve Gölbaşı 5 istasyonunda ise *P. aeruginosa* (5) olmuştur.

Azaplı gölü birinci, ikinci ve üçüncü istasyonlarda *A. denitrificans*, *A. salmonicida*, *A. sobria*, *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *S. typhi* türlerinin hepsinin izolasyonu gerçekleşmişken bunlardan farklı olarak Azaplı 3 istasyonunda bir tane *S. paucimobilis* izole edilmiştir. Azaplı Kanal 1 ve Azaplı Kanal 2 istasyonlarında en fazla izole edilen tür *A. sobria*'dır.

İkinci periyotta izole edilen toplam 100 tane bakterinin %22'sini *A. salmonicida*, %19'unu *S. typhi*, %17'sini *A. sobria*, %14'ünü *E. coli*, %13'ünü *A. denitrificans*, %13'ünü *P. aeruginosa* ve %2'sini *S. paucimobilis* oluşturmaktadır.

Üçüncü periyotta tüm istasyonlardan izolasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri ve istasyonlara göre dağılımı Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Üçüncü periyotta izole edilen bakteri türleri ve dağılımı

3.PERİYOT	İSTASYONLAR										
BAKTERİ TÜRLERİ	G1	G2	G3	G4	G5	A1	A2	A3	AK1	AK2	TOPLAM
<i>Achromobacter denitrificans</i>	6	2		1	1	1					11
<i>Aeromonas hydrophila</i>		1			1		5	4	1	4	16
<i>Aeromonas sobria</i>		2	2		3	5		4	6	2	24
<i>Enterobacter aerogenes</i>		2				1				1	4
<i>Escherichia coli</i>			1			2	3		1		7
<i>Klebsiella pneumoniae</i>			2	9	3	1		2	2	3	22
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	1	5		2		1				11
<i>Salmonella typhi</i>	2	1					1				4
<i>Sphingomonas paucimobilis</i>		1									1
TOPLAM BAKTERİ SAYISI	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100

Gölbaşı 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin %60'ını *A. denitrificans* oluştururken %20'sini *P. aeruginosa* ve diğer %20'lik kısmını ise *S. typhi* oluşturmaktadır. Gölbaşı 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin yüzdelik dilimleri şu şekilde gerçekleşmiştir. *A. denitrificans* (%20), *A. sobria* (%20), *E. aerogenes* (%20), *Aeromonas hydrophila* (%10), *P. aeruginosa* (%10), *S. typhi* (%10) ve *S. paucimobilis* (%10). Gölbaşı 3 istasyonunda en fazla izole edilen tür %50'lik oranla *P. aeruginosa* iken Gölbaşı 4 istasyonunda en fazla izolasyonu gerçekleştirmiş olan tür %90'lık oranla *K. pneumoniae*'dir. Gölbaşı 5 istasyonunda ise en fazla izolasyonu gerçekleştiren türler %30'luk oranlarla *A. sobria* ve *K. pneumoniae*'dir.

Azaplı gölü istasyonlarından birinci istasyonda en fazla izole edilen tür %50 ile *A. sobria* iken ikinci istasyonda ise yine %50 ile *A. hydrophila*'dır. Azaplı 3 istasyonunda ise en fazla izolasyonu gerçekleştiren türler %40'lık oranlarla *A. sobria* ve *A. hydrophila* olmuştur. Azaplı Kanal 1 istasyonundan en fazla izole edilen bakteri %60 ile *A. sobria*'dır. Azaplı Kanal 2 istasyonunda izole edilen bakterilerin %40'ını *A. hydrophila*, %30'unu *K. pneumoniae*, %20'sini *A. sobria* ve %10'unu *E. aerogenes* oluşturmaktadır.

Üçüncü periyotta izole edilen toplam bakterilerin %24'ünü *A. sobria*, %22'sini *K. pneumoniae*, %16'sını *A. hydrophila*, %11'ini *A. denitrificans*, %11'ini *P. aeruginosa*, %7'sini *E. coli*, %4'ünü *E. aerogenes*, %4'ünü *S. typhi* ve %1'ini *S. paucimobilis* oluşturmaktadır.

Dördüncü periyotta tüm istasyonlardan izolasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri ve istasyonlara göre dağılımı Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Dördüncü periyotta izole edilen bakteri türleri ve dağılımı

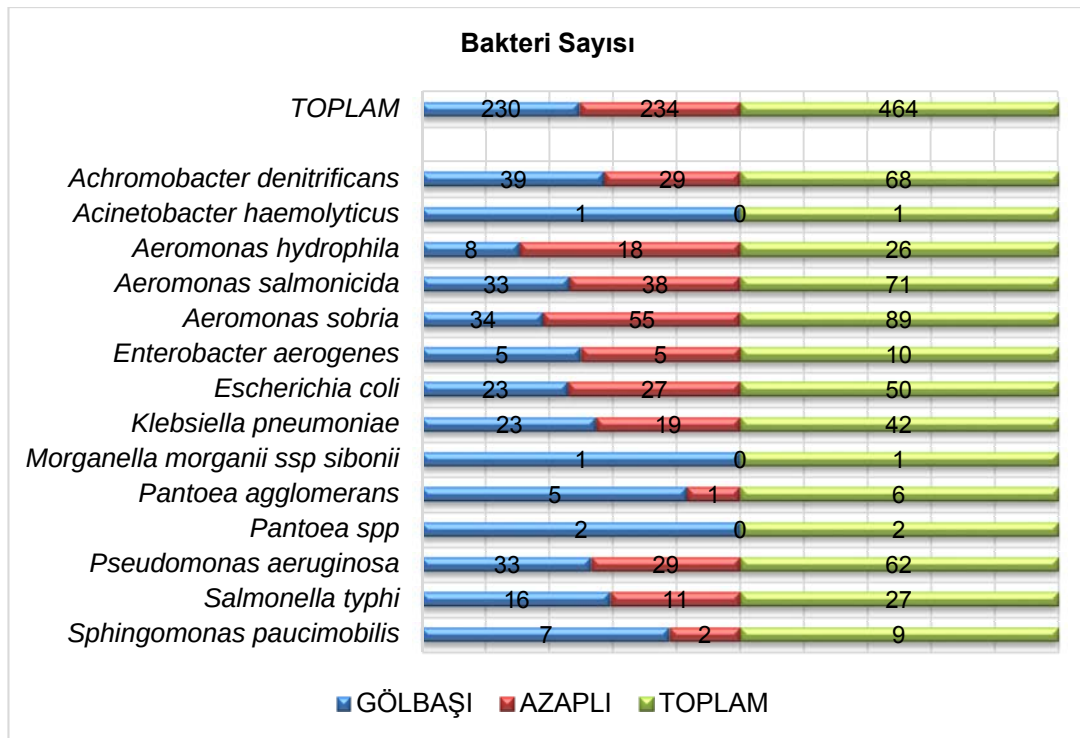
4.PERİYOT	İSTASYONLAR										
BAKTERİ TÜRLERİ	G1	G2	G3	G4	G5	A1	A2	A3	AK1	AK2	TOPLAM
<i>Achromobacter denitrificans</i>		1			2		1	4			8
<i>Aeromonas hydrophila</i>	3	1	2			1	2		1		10
<i>Aeromonas sobria</i>	1	5	2	2	2	2	4	1	3	7	29
<i>Enterobacter aerogenes</i>		1						3			4
<i>Escherichia coli</i>		1	5	4	2				3	1	16
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	5		1	3		4	2	1	2	1	19
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1				4	3			1	1	10
<i>Salmonella typhi</i>							1				1
<i>Sphingomonas paucimobilis</i>		1		1				1			3
TOPLAM BAKTERİ SAYISI	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100

Gölbaşı 1 istasyonundan izole edilen bakteriler arasında en fazla *K. pneumoniae* (5) izole edilmişken bunu *A. hydrophila* (3), *A. sobria* (1) ve *P. aeruginosa* (1) izlemiştir. Gölbaşı 2 istasyonundan izole edilen 10 tane bakterinin birer tanesinin *A. denitrificans*, *A. hydrophila*, *E. aerogenes*, *E. coli*, *S. paucimobilis* ve beş tanesinin ise *A. sobria* olduğu belirlenmiştir. Gölbaşı 3 ve Gölbaşı 4 istasyonlarında en fazla izole edilen tür *E. coli* olup Gölbaşı 5 istasyonunda ise *P. aeruginosa* olmuştur.

Azaplı 1 istasyonunda izolasyonu en fazla gerçekleşen tür *K. pneumoniae* iken Azaplı 2 istasyonunda *A. sobria* ve Azaplı 3 istasyonunda ise *A. denitrificans* olmuştur. Azaplı Kanal 1 istasyonunda en fazla izole edilen türler üçer tane ile *A. sobria* ve *E. coli*, Azaplı Kanal 2 istasyonunda ise *A. sobria* (7) dır.

Dördüncü periyotta izole edilen toplam 100 tane bakterinin %29'unu tüm istasyonlarda izolasyonu gerçekleştirilmiş olan *A. sobria*, %19'unu *K. pneumoniae*, %16'sını *E. coli*, %10'unu *A. hydrophila*, %10'unu *P. aeruginosa*, %8'ini *A. denitrificans*, %4'ünü *E. aerogenes*, %3'ünü *S. paucimobilis*, %1'ini *S. typhi* oluşturmaktadır.

Sunulan çalışmada izole edilen bakterilerin tür bazında dağılımları Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. İzolasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri ve bölgelere göre dağılımı

Toplam 14 farklı tür içeren 464 bakteriden 230 tanesinin izolasyonu Gölbaşı, 234 tanesinin izolasyonu Azaplı gölünden yapılmıştır. En fazla sayıda izole edilen bakteri cinsi *Aeromonas* spp. olmuştur. 89 *A. sobria* izolatının 34'ü Gölbaşı gölünden elde edilirken 55 tanesi Azaplı gölünden, 71 *A. salmonicida*'nın 33 tanesi Gölbaşı ve 38 tanesi Azaplı gölünden ve 26 *A. hydrophila*'nın 8 tanesi Gölbaşı ve 18 tanesi Azaplı gölünden izole edilmiştir. *Aeromonas* cinsi bakteriler iki alt gruptan oluşmaktadır. Birinci grup psikrofilik ve hareketsiz *Aeromonas*'lardır. Bu grupta *A. salmonicida* türü yer alır ve 37°C'de üreyemedikleri için insanlarda patojenik etki gösteremezler. İkinci

grup ise mezofilik ve hareketli *Aeromonas*'lardır. *A. hydrophila*, *A. sobria* ve *A. caviae* türleri bu grupta yer alır ve geniş bir pH (4-10) ile sıcaklık aralığında (4-42°C) yaşayabilmektedirler. Hareketli *Aeromonas*'lara bağlı enfeksiyonların insan ve hayvanlara en önemli bulaşma kaynağı sudur. Suyun sıcaklığına, organik madde içeriğine ve serbest klor miktarına bağlı olarak *Aeromonas* türleri haftalarca canlı kalabilmekte hatta sayısı artabilmektedir (Palumbo ve ark., 2000). *Aeromonas* cinsi bakterilerinin içme suları, atık ve kirli sular, dereler, kuyu suları, deniz suları ve yüzme havuzları gibi sucul çevrelerde bulunduğu yapılan pek çok çalışmada gösterilmiştir (Abeyta ve ark., 1990; Albert ve ark., 2000; Pavan ve ark., 2000). Sucul ortamlarda *Aeromonas* spp.'nin sayısı mevsimsel olarak değişmekte, yaz aylarında artış, kış aylarında ise azalma göstermektedir (Abeyta ve ark., 1990; Gavriel ve ark., 1998). Sunulan veriler bu çalışmaları destekler nitelikte olup *Aeromonas* cinsi bakteriler Azaplı gölünde daha fazla olmakla birlikte her iki gölde de çok sayıda bulunmaktadır.

En fazla izole edilen üçüncü bakteri türü olan *A. denitrificans* (*Alcaligenes denitrificans*) ise 464 izolatın %14.65'ini oluşturmaktadır. Altmışsekiz izolatın 39'u Gölbaşı'ndan izole edilirken, 29 tanesi Azaplı gölündeki istasyonlardan izole edilmiştir. Bu bakteri türü toprakta, suda ve dışkıda yaygın olarak bulunmaktadır ve fırsatçı patojen olarak enfeksiyonlara neden olmaktadır (Öztürkmen, 2005).

En fazla izolasyonu gerçekleştirilen dördüncü bakteri türü 32 suşla Gölbaşı ve 29 suşla Azaplı gölünden izole edilen *Pseudomonas aeruginosa* olmuştur. *Pseudomonas* cinsi bakteriler doğada yaygın olarak bulunmakta, fırsatçı enfeksiyonlar ve hastane enfeksiyonlarına yol açmaktadır. Bunlardan *P. aeruginosa* çoğu toprakta ve suda bulunmakla beraber, hastane enfeksiyonları içinde ilk sıralarda yer almakta, çeşitli antibiyotiklere karşı direnç geliştirebilmekte (Pollac 1995, Hanberger ve ark., 1999) ve çoklu antibiyotik direnci gösterebildiğinden tedavilerde sorunlara neden olabilmektedir (Günseren ve ark., 1999, Çetin ve ark., 1999). *P. aeruginosa* enfeksiyonlarının önemi, bu enfeksiyonların yüksek mortalite ile seyretmesinden ileri gelmektedir. Sunulan çalışmada toplam bakteri sayısının %13.14'ünü oluşturan bu tür toprak ve su ile hayvanlarda ve insanlarda yayılım göstermesi ve yüksek antibiyotik direnci göstermesi bakımından önemlidir (Günseren ve ark. 1999).

Çalışmamızda toplam izolatların % 10.8'ini oluşturan *E. coli*, koliform grubu bakteriler arasında en önemlisi olup başlıca bağırsak kökenli bir bakteridir. Bu nedenle bir örnekte bu bakterinin bulunmuş olması, o bölgeye lağım suyunun (dışkı) karışmış olduğunun başlıca belirtisidir (Dinçer ve ark., 2001). *E. coli* bakterileri patojenitelerini genellikle plazmidler ve transpozonlar yoluyla ekstrakromozomal olarak sağlar. Basit üriner sistem enfeksiyonlarının yüzde doksanını meydana getirir (Heperkan, 2008; Kara, 2007). Sunulan çalışmada elde edilen veriler, milli parklar statüsünde olan Gölbaşı ve Azaplı göllerinin, coğrafi konum itibarıyla çoğu kanalizasyon sistemine sahip olmayan küçük yerleşim birimleri arasında kalması nedeniyle kanalizasyon sularının bu göllere ulaştığı şeklinde yorumlanmıştır.

Çalışmamızda izolasyonu gerçekleştirilen bir diğer tür %9.1 ile *K. pneumoniae* olmuştur. *Klebsiella* cinsi bakteriler, hareketsiz, sporsuz, genellikle kapsüllü, Gram negatif ve *Enterobacteriaceae* familyasının genel özelliklerini gösteren çomakçıklardır (Bilgehan, 2004). *K. pneumoniae*, insan sağlığı açısından çok önemli olan nazokomiyal enfeksiyonlar, üst solunum yolu enfeksiyonları, üriner sistem enfeksiyonları ve yara enfeksiyonları oluşmasında rol alan fırsatçı patojenlerdir (Shen ve ark., 2001; Rasool ve ark., 2003). Bu bakterinin sahip olduğu genişlemiş spektrumlu beta-laktamaz (GSBL) enzimi nedeniyle antibiyotik dirençlilikleri yüksek düzeydedir (Bilgehan, 2004).

Gölbaşı gölünde %7, Azaplı gölünde %4.7 ve toplam izolatlar içerisinde %5.8 oranında bulunan *S. typhi*, daha önceleri *Salmonella choleraesuis* olarak adlandırılan ve tifonun nedeni olan Gram negatif bakteridir. 20-40°C'de üreyebilir ve organizmalar arasında dışkı yoluyla (fokal-oral yolla) iletilir. İnsanlardan dışkı yoluyla atılır ve kirli su, gıda veya dokunma yoluyla bulaşır. Kanalizasyon sularının, içme ve kullanma sularına karışması sonucu tifo salgınları görülür (Hornick, 1970).

İzole edilen bakterilerin %2.1'lik kısmını *E. aerogenes* oluşturmaktadır. Enterobakterler diğer bakteriler gibi doğada, toprakta, suda, insan ve hayvan dışkısında bulunur. Enterobakter türlerinde antibiyotiklere karşı hem kromozomal kodlanan hem de plazmidlerle taşınan ve türler arasında aktarılabilen direnç saptanmıştır. Beta-laktam antibiyotiklerin ampirik kullanımlarının artması nedeniyle bu antibiyotiklere direnç gelişimi artmakta ve çoklu antibiyotik dirençli suşlar ortaya

çıkmaktadır. Enterobakter türleri içerisinde enfeksiyon etkeni olarak en sık *E. cloacae*, *E. aerogenes*, *E. sakazakii* ve *E. agglomerans* izole edilmektedir. Enterobakter suşları sağlıklı bireylerde nadiren enfeksiyona sebep olan fırsatçı patojenlerdir. Bu suşlar *Enterobacteriaceae* ailesinin diğer üyelerine göre antiseptiklere ve antimikrobiyal ajanlara büyük oranda dirençlidirler (Sanders ve Sanders, 1997; Stock ve ark. 2001).

Çalışmamızda % 2.1 oranında izole edilen *S. paucimobilis* doğada toprakta, nehir, içme suları ve bitki yüzeylerinde olmak üzere yaygın olarak bulunmakta ayrıca toplum veya hastane kaynaklı enfeksiyonlara neden olabilmektedir (Balkwill ve ark. 2003).

Çalışmamızda izole edilen diğer bir bakteri cinsi *Pantoea* spp. olmuştur. *Pantoea* cinsi toplam izolatların yaklaşık %1.7'lik kısmını oluşturmaktadır. Bunlar arasında *P. agglomerans*, Gölbaşı gölünde 5 ve Azaplı gölünde 1 suş olmak üzere toplam 6 izolat şeklinde elde edilmiştir. *Enterobacteriaceae* ailesi içerisinde yer alan *Pantoea* türleri, insan gastrointestinal sistem normal flora üyeleri olup, su, atık su, toprak, bitki ve meyve/sebze gibi gıdalarda bulunabilir. Çok sayıda *Pantoea* türü, bitki hastalığı etkeni olarak bilinmektedir ve tarım endüstrisinde biyopestisit olarak kullanılmaktadır. Fırsatçı patojen olan bu bakteriler, hastanede yatan hastalarda sıklıkla cilt, solunum, üriner ve gastrointestinal sistemlerde kolonize olur. *Pantoea* türlerinin; pnömoni, üriner sistem enfeksiyonu, cerrahi alan enfeksiyonu, kateterle ilişkili kan dolaşımı enfeksiyonu, sepsis ve peritonite neden olduğu bildirilmektedir (Cruz ve ark. 2007; Uche, 2008; Liberto ve ark. 2009). Sunulan çalışmada her iki çalışma alanında da bu türün bulunmuş olması suyun doğal florasından kaynaklanabileceğini, Gölbaşı gölünden daha yüksek oranda izole edilmesi bu gölün çevresindeki tarım alanları ile yıkanan sularda biyopestisit karışmış olabileceği fikrini uyandırmaktadır.

İzole edilen bakterilerin yaklaşık %0.2'sini *A. haemolyticus* oluşturmaktadır. Fırsatçı patojen olan *Acinetobacter* türleri hastane ortamına yerleşerek hastanede yatan hastalarda ve immun sistemi baskılanmış hastalarda ciddi hastane enfeksiyonlarına neden olabilmektedir ve kısa sürede çoklu antibiyotik direnci kazanabilmektedirler (Zer ve ark. 2007).

Morganella cinsinin tek türü olan *Morganella morganii* Gram-negatif, fakültatif, anaerobik, laktoz fermente etmeyen, üreaz pozitif *Enterobacteriaceae* ailesinden bir mikroorganizmadır. Çevrede, insan ve hayvanların sindirim sisteminin doğal florası olarak bulunur (Yazıcı ve ark. 2013).

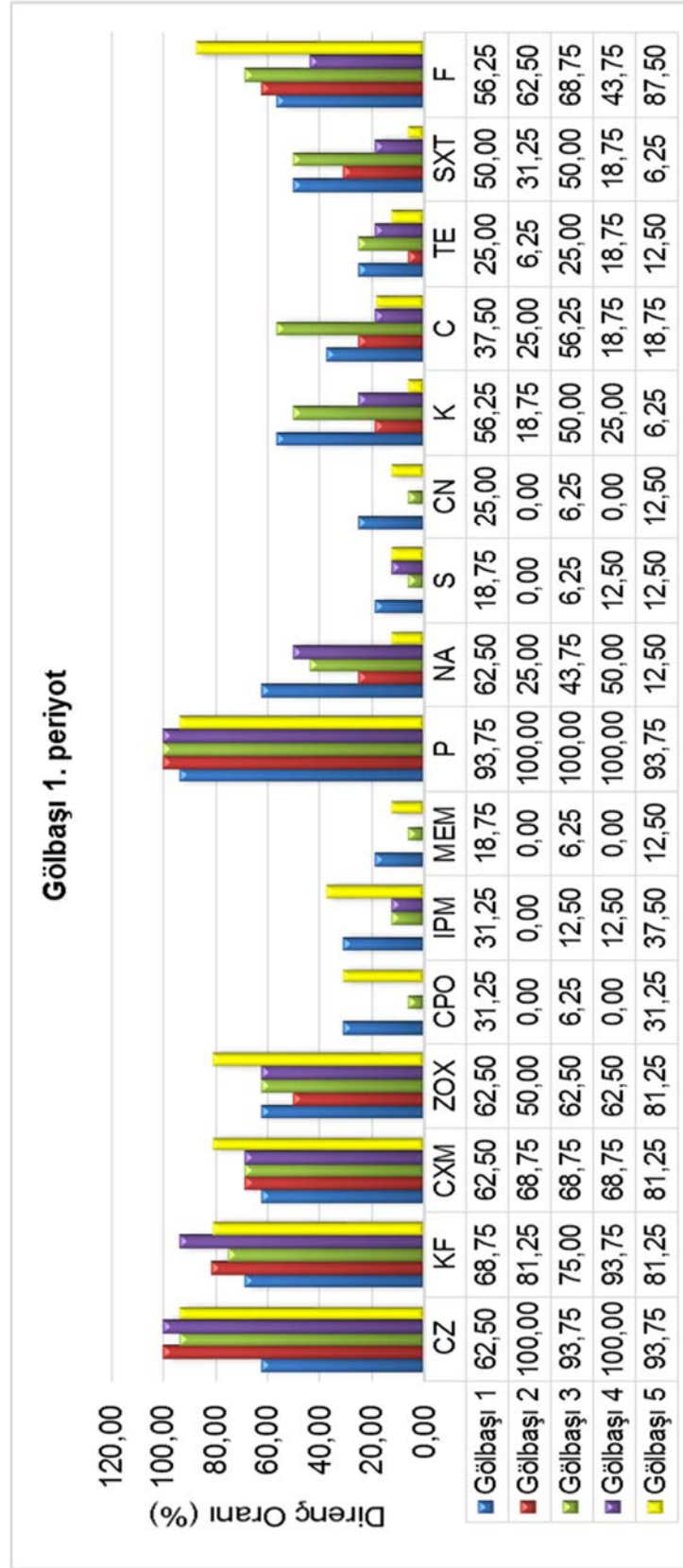
Sunulan çalışmada izole edilen bakteriler göz önüne alındığında hastanelerde önemli sorunlara neden olan ve insan ile hayvanların sindirim sisteminde doğal olarak bulunan bir çok bakterinin göllerden izole edildiği görülmektedir. Buradan Gölbaşı ve Azaplı göllerinin evsel atık ve kanalizasyon suları ile kirlendiği sonucuna varılmaktadır.

4.4. Antibiyotiklere Karşı Gözlenen Direnç Oranları

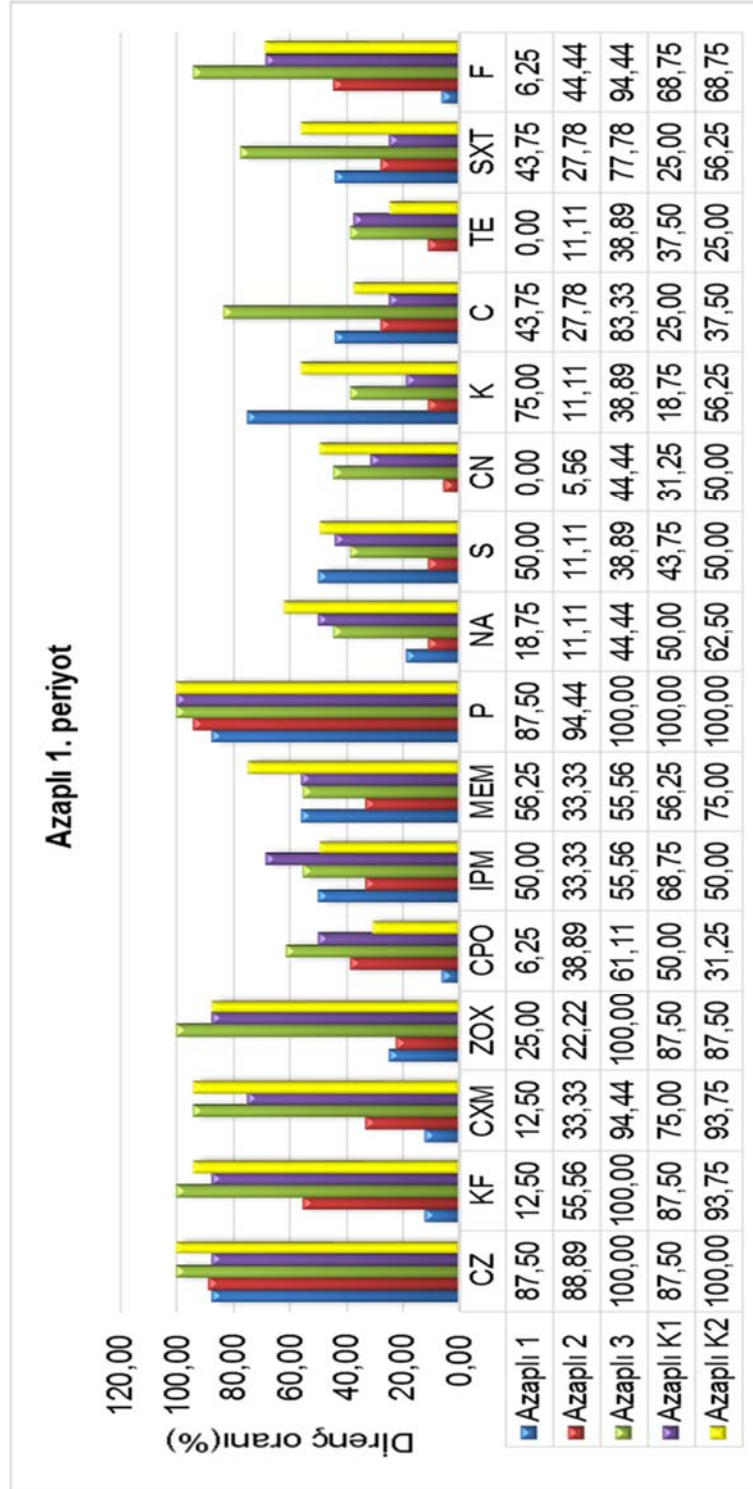
Birinci periyotta çalışma yapılan istasyonlardan izole edilen bakterilerin kullanılan antibiyotiklere karşı direnç oranları Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Gölbaşı 2 ve 4 istasyonu ile Azaplı 3 ve Azaplı Kanal 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin tamamının CZ'ye karşı dirençli olduğu bulunmuştur. Bu antibiyotiğe karşı en az direnç ise Gölbaşı 1 istasyonundan izole edilen bakterilerde gözlenmiştir (%62.5). KF'ye karşı en fazla direnç (%100), Azaplı 3 istasyonunda gözlenirken Azaplı 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin yalnızca %12.5'inin bu antibiyotiğe dirençli oldukları saptanmıştır. CXM'ye karşı direnç Azaplı 3 istasyonundaki bakterilerin %94.4'ünde, Azaplı Kanal 2 istasyonunda ise %93.8'inde görülürken Azaplı 1 ve Azaplı 2 istasyonu dışındaki istasyonların tümünde direnç oranı %33.3'den fazladır. ZOX dirençliliği Azaplı 3 istasyonundaki bakterilerin tümünde görülürken, bu antibiyotiğe karşı gözlenen en az direnç %22.2 ile Azaplı 2 istasyonunda belirlenmiştir. CPO direnci en fazla Azaplı 3 istasyonunda bulunmuştur. Gölbaşı 2 ve Gölbaşı 4 istasyonlarından izole edilen bakterilerin bu antibiyotiğe karşı hassas oldukları gözlenmiştir. Benzer şekilde Gölbaşı 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin tamamının IPM'ye karşı hassas oldukları belirlenmiştir. Bu antibiyotiğe karşı en fazla direnç (%68.75) Azaplı Kanal 1 istasyonundan izole edilen bakterilerde gözlenmiştir. MEM direnci en fazla %75.0'lik oranla Azaplı Kanal 2 istasyonundaki bakterilerde gözlenirken, bu antibiyotiğe karşı Gölbaşı 2 ve Gölbaşı 4 istasyonundaki

bakterilerin hassas oldukları bulunmuştur. Bu periyot için direnç oranının en fazla olduğu antibiyotik olan Penisiline karşı Gölbaşı 2, Gölbaşı 3, Gölbaşı 4, Azaplı 3, Azaplı Kanal 1 ve Azaplı Kanal 2'deki bakterilerin tamamının dirençli oldukları bulunmuştur. Diğer istasyonlarda ise bu antibiyotiğe karşı direncin minimum %87.5 olması önemli bir bulgudur. NA, K, C, SXT ve F antibiyotiklerine örnek toplama istasyonlarından izole edilen bakterilerin belirli oranlarda direnç gösterdiği belirlenmiştir. S'ye karşı Gölbaşı 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin, CN'ye karşı Gölbaşı 2, Gölbaşı 4 ve Azaplı 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin ve TE'ye karşı Azaplı 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin hassas oldukları belirlenmiştir.



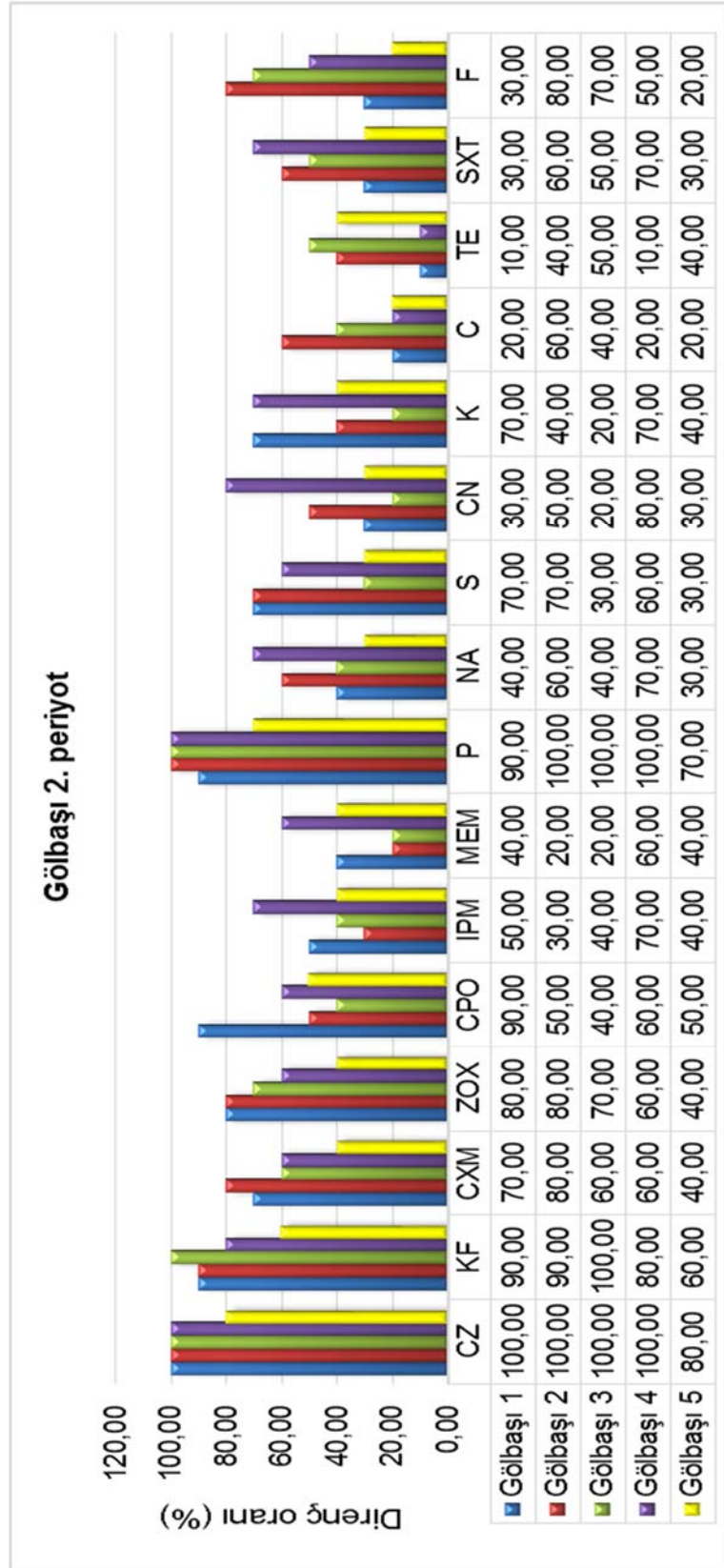
Şekil 4.9. Gölbaşı gölünden birinci periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları



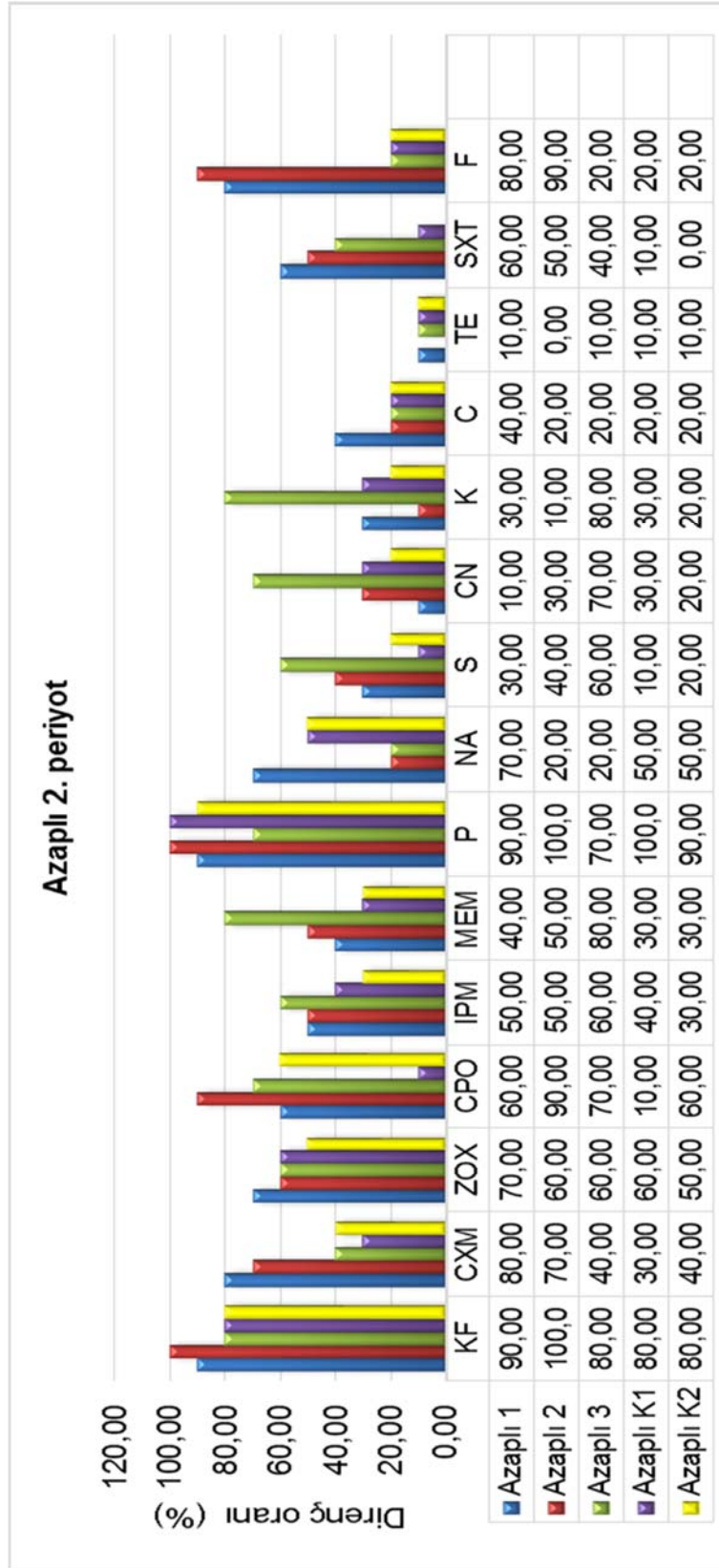
Şekil 4.10. Azaplı gölünden birinci periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları

İkinci periyotta çalışma yapılan istasyonlardan izole edilen bakterilerin kullanılan antibiyotiklere karşı direnç oranları Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de gösterilmiştir.

Sefazoline (CZ)’ye karşı Gölbaşı 1, 2, 3 ve 4 istasyonları ile Azaplı 1 ve Azaplı Kanal 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin tamamının dirençli oldukları bulunmuştur. Diğer istasyonlarda ise bu antibiyotiğe karşı bakterilerin %70-90’ının dirençli olduğu gözlenmiştir. KF’ye karşı direnç ise istasyonlarda %60-100 arasında olup bu istasyonlardan Gölbaşı 3 ve Azaplı 2’deki bakterilerin tamamı bu antibiyotiğe karşı dirençlidir. CXM’ye karşı direnç farklı istasyonlarda %30-80, ZOX’a karşı %40-80, CPO’ya karşı %10-90, IPM’ye karşı %20-80, MEM’e karşı %20-80, NA’ya karşı %20-70, S’ye %10-70, CN’ye %10-70, K’ya %10-80, C’ye %20-60 ve F’ye %20-90 arasındaki değerlerde olup, P’ye karşı Gölbaşı 2, 3, 4 ve Azaplı 2, Azaplı Kanal 2 istasyonlarında direncin %100 olduğu bulunmuştur. TE antibiyotiğine karşı Azaplı 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin ve SXT’ye karşı Azaplı Kanal 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin tamamının hassas oldukları gözlenmiştir.



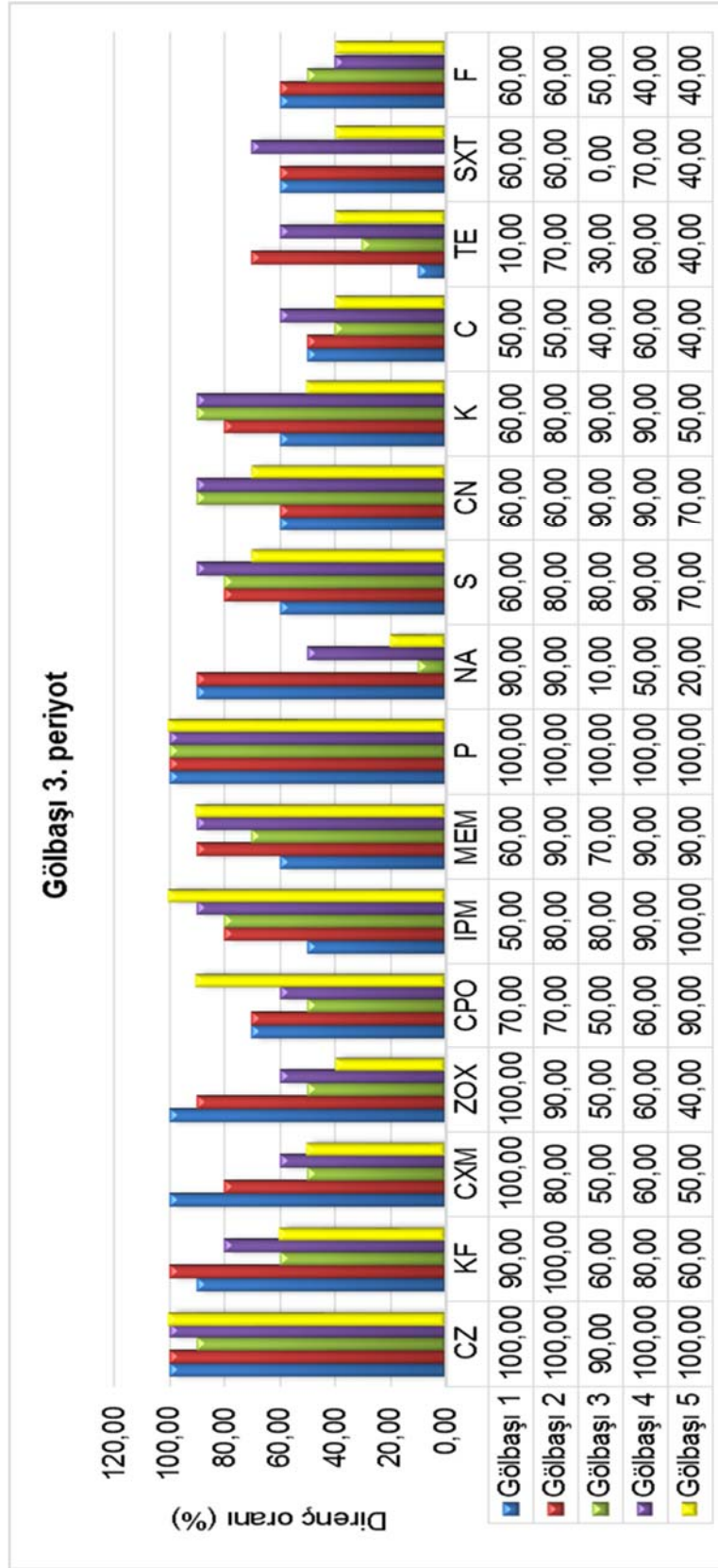
Şekil 4.11. Gölbaşı gölünden ikinci periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları



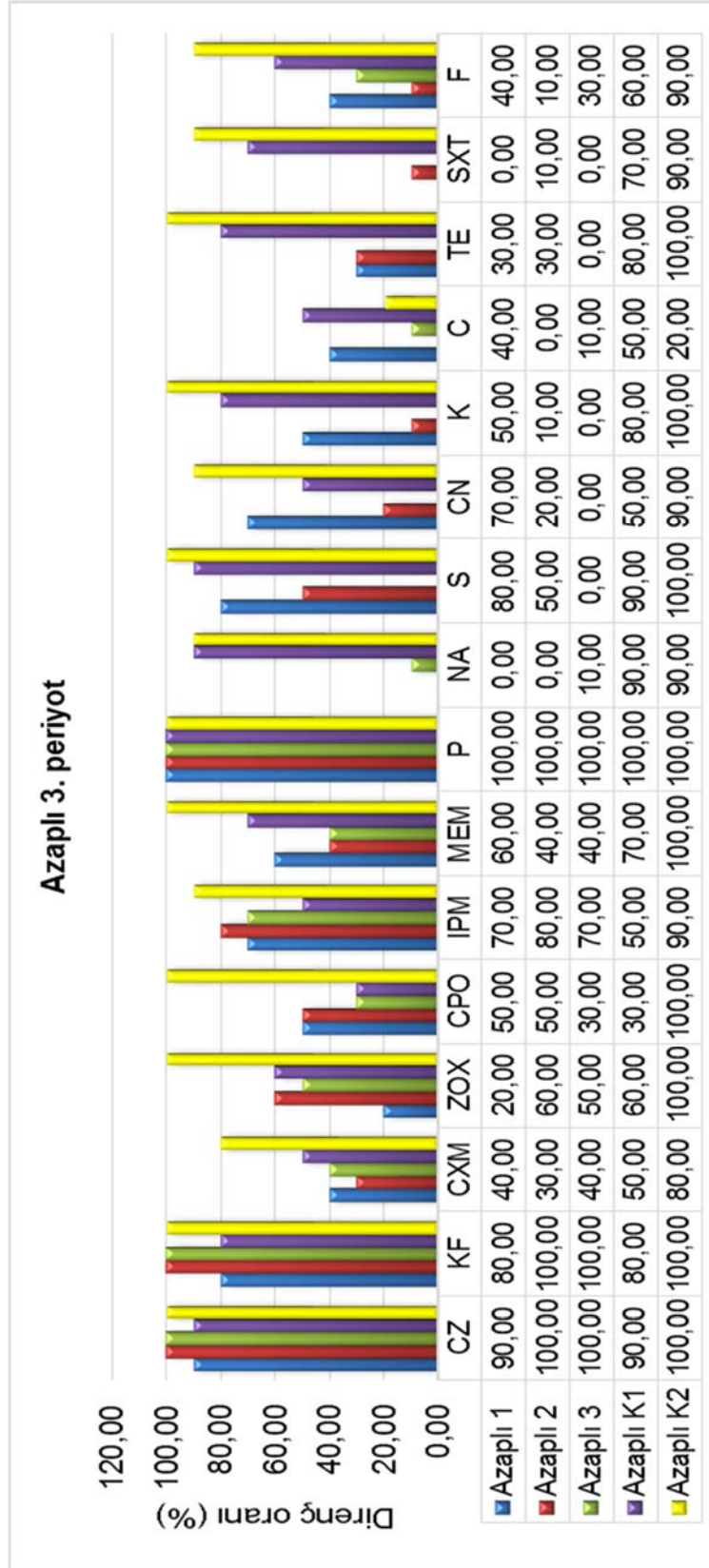
Şekil 4.12. Azaplı gölünden ikinci periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları

Üçüncü periyotta çalışma yapılan istasyonlardan izole edilen bakterilerin kullanılan antibiyotiklere karşı direnç oranları Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’de gösterilmiştir.

Sefazoline (CZ)’ye karşı Gölbaşı 1, 2, 4, 5 ve Azaplı 2, 3 ve Azaplı Kanal 2 istasyonlarından izole edilen bakterilerin tamamının, diğer istasyonlardaki bakterilerin ise %90’ının dirençli oldukları belirlenmiştir. KF’ye karşı en fazla dirençli bakteri %100 oranı ile Gölbaşı 2, Azaplı 2, 3 ve Azaplı Kanal 2 istasyonlarından izole edilmiştir. CXM direncinin en fazla olduğu istasyon %100 ile Gölbaşı 1 iken minimum oran %30 ile Azaplı 2 istasyonunda gözlenmiştir. ZOX’a karşı Gölbaşı 1 ve Azaplı Kanal 2 istasyonlarındaki bakterilerin tamamının dirençli oldukları bulunmuştur. CPO, IPM ve MEM’e karşı sırasıyla Azaplı Kanal 2, Gölbaşı 5 ve Azaplı Kanal 1 istasyonlarındaki bakterilerin tamamının dirençli oldukları, P’ye karşı ise bu periyotta izole edilen tüm bakterilerin dirençli oldukları belirlenmiştir. NA’ya karşı Azaplı 1 ve Azaplı 2 istasyonlarından izole edilen bakterilerin tamamının hassas olduğu, diğer istasyonlarda ise direnç oranının %10-90 arasında değiştiği sonucu elde edilmiştir. S’ye karşı Azaplı 3 istasyonundan izole edilen bakterilerin tamamının hassas olduğu, Azaplı Kanal 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin ise tamamının dirençli olduğu bulunmuştur. CN’ye dirençli bakteri oranı Azaplı 3 istasyonu dışındaki istasyonlarda %20-90 arasındayken Azaplı 3 istasyonundan izole edilen bakterilerin tamamı bu antibiyotiğe karşı hassastır. K ve TE’ye karşı Azaplı Kanal 2 istasyonundaki bakterilerin tümünün dirençli, Azaplı 3 istasyonundakilerin ise tümünün hassas olduğu belirlenmiştir. C’ye karşı Azaplı 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin tümünün hassas, diğer istasyonlarda ise direnç oranının %10-60 arasında olduğu belirlenmiştir. SXT’ye karşı Gölbaşı 3, Azaplı 1 ve Azaplı 3 istasyonundaki bakterilerin tamamının hassas olduğu, F’ye karşı ise istasyonlardaki dirençli bakteri oranının %10-90 arasında değiştiği belirlenmiştir.



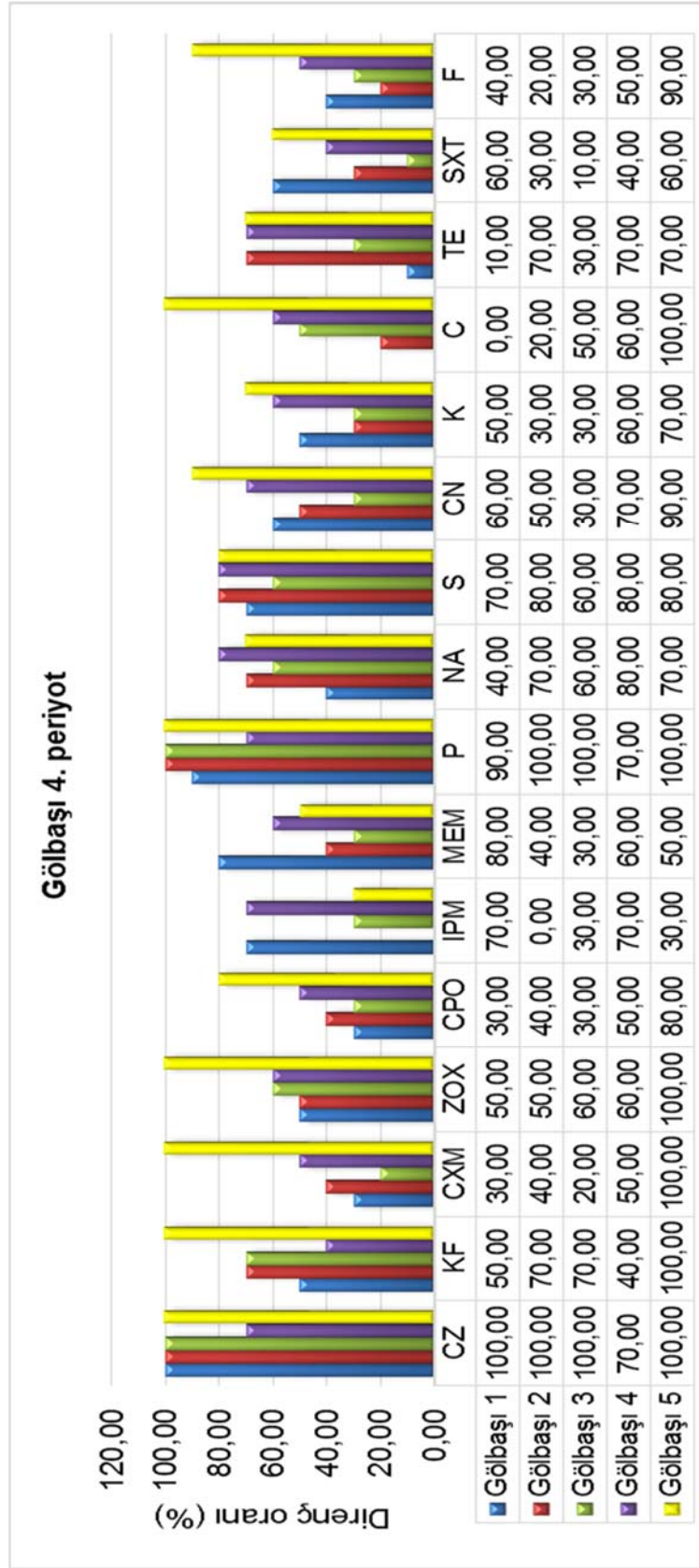
Şekil 4.13. Gölbaşı gölünden Üçüncü periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları



Şekil 4.14. Azaplı gölünden üçüncü periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları

Dördüncü periyotta çalışma yapılan istasyonlardan izole edilen bakterilerin kullanılan antibiyotiklere karşı direnç oranları Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da gösterilmiştir.

Sefazoline (CZ)'ye karşı Gölbaşı 1, 2, 3, 5 ve Azaplı 2, 3, Azaplı Kanal 2 istasyonlarından izole edilen bakterilerin tamamının dirençli olduğu belirlenmiştir. KF'ye karşı ise Gölbaşı 5 ve Azaplı 2 istasyonlarındaki direnç oranının %100, diğer istasyonlarda ise dirençli bakteri oranının %40-90 arasında olduğu gözlenmiştir. CXM ve ZOX'a karşı Gölbaşı 5 istasyonundan izole edilen bakterilerin tamamı dirençli iken, diğer istasyonlarda değişik oranlarda direnç gözlenmiştir. Bu periyotta CPO, MEM, NA, S, TE, SXT ve F antibiyotiklerine izole edilen bakterilerin tamamının dirençli veya hassas olduğu bir istasyon bulunmamakla beraber, istasyonlarda bu antibiyotiklere sırasıyla %30-90, %20-90, %40-90, %10-90, %10-70 ve %20-90 arasında değişen direnç oranları gözlenmiştir. IPM'ye karşı Gölbaşı 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin tamamının hassas olduğu, bu antibiyotiğe karşı en fazla dirençli bakterinin ise %90 ile Azaplı 1 istasyonundan izole edildiği görülmektedir. P'ye karşı bakterilerin tümünün dirençli olduğu istasyonlar Gölbaşı 2, 3, 5 ve Azaplı 1 olarak belirlenirken, CN'ye karşı Azaplı 3, K'ya karşı ise Gölbaşı 5 istasyonundan izole edilen bakterilerin tamamının dirençli oldukları belirlenmiştir. C'ye karşı Gölbaşı 1 istasyonundaki bakterilerin tamamı hassas, Gölbaşı 5 istasyonundakilerin tamamı dirençlidir. Diğer istasyonlarda ise bu antibiyotiğe karşı dirençli bakteri oranları %20-60 arasında değişmektedir.



Şekil 4.15. Gölbaşı gölünden dördüncü periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları

Sunulan çalışmada direnç oranlarına genel olarak bakılacak olursa CZ, KF, CXM, ZOX, P ve F'ye karşı direncin her periyotta ve her istasyonda önemli ölçüde yüksek olduğu (%50'den fazla) görülmektedir (Şekil 4.17).

Antibiyotik direnci tüm dünyada yaygın olarak görülen ve hastalıkların tedavisinde karşılaşılan çok ciddi bir sorundur. Antibiyotiklerin bilinçli kullanımı direncin gelişimini önlemede veya yavaşlatmada son derece önemlidir. Ülkemizde dahil olmak üzere tüm dünyada antibiyotik tüketiminde akılcı yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Pek çok ülkede antibiyotiklerin kullanımını sınırlamak amacıyla politikalar oluşturulmaktadır. Antibiyotikler hastalıkların tedavisinde çoğunlukla bilinçsiz olarak kullanılmakla beraber, hayvancılıkta tedavi ve büyümeyi hızlandırmak amacıyla da kullanılmaktadır (Witte, 1998). Bu antibiyotiklerin %75'lere varan oranda hayvanlar tarafından absorblanmayıp idrar ve feçesle atıldığı (Thiele-Bruhn, 2003), bu nedenle ahır gübrelerinin, toprak ve suların antibiyotik ile kontaminasyonuna yol açtığı düşünülmektedir (Koike ve ark. 2007; Mackie ve ark., 2006). Bu kontaminasyonun çevresel ortamlarda yaşayan mikroorganizmaların antibiyotik direnci geliştirmelerine yönelik seçici etkisi araştırmacıların üzerinde önemle durdukları konulardan biridir (Ghosh ve LaPara, 2007, Rysz ve Alvarez, 2004). Önemli bir diğer konu da, gübre içinde bulunan patojen bakterilerin taşıdığı direnç genleri ve bunların yanı sıra serbest halde bulunan direnç genlerinin toprak ve su gibi çevresel ortamlarda bakteriler arasında aktarımıdır (Harbottle ve ark., 2006).

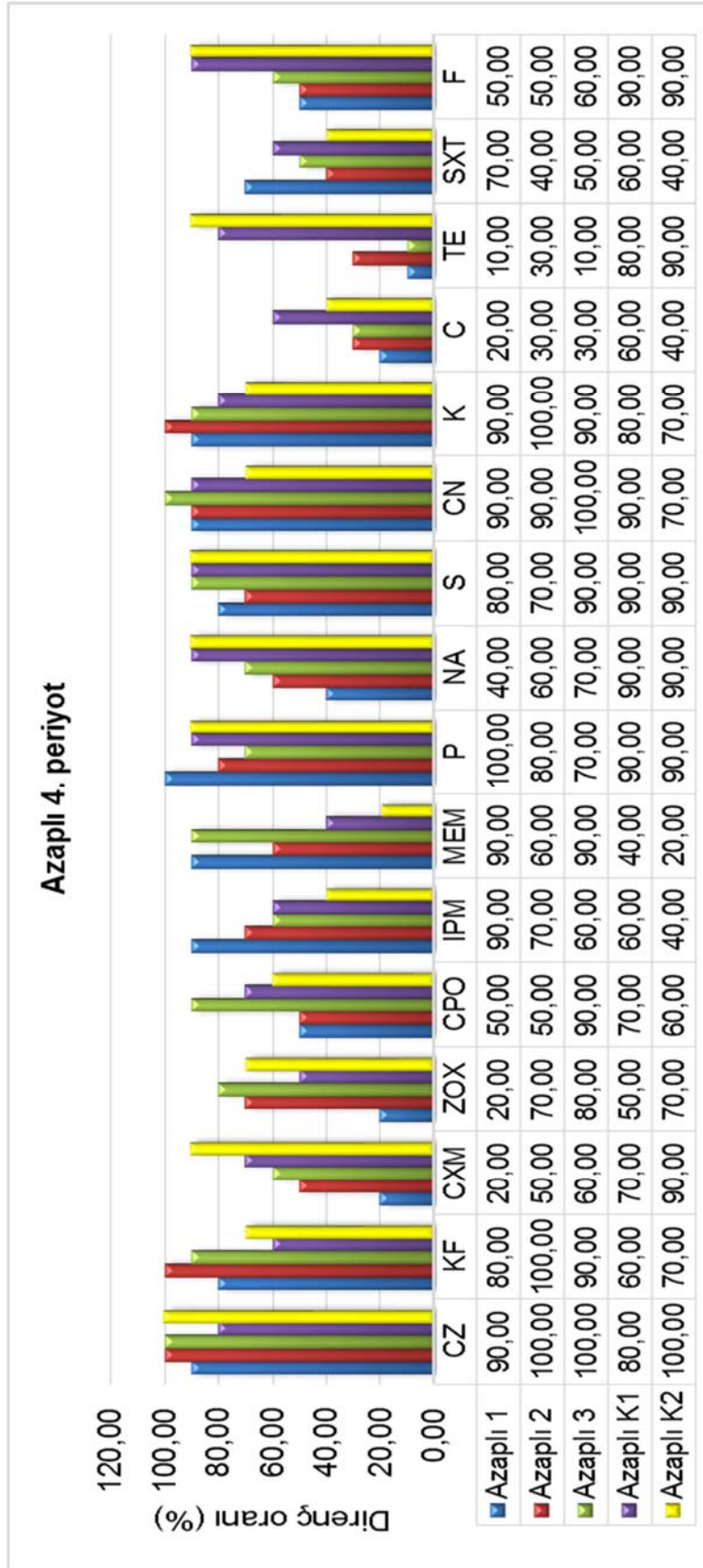
Evsel atık ve kanalizasyon sularının da herhangi bir arıtım işlemine tabi tutulmadan direkt göllere ve nehirlerle verilmesi bakteri dirençliliğinin artmasında çok büyük rol oynamaktadır. Dinçer (1994) yılında hastane kanalizasyonunun, yüksek düzeyde plazmid kodlu dirençlilik taşıyan bakterileri göl, nehir gibi yüzey sularına ve yer altı su kaynaklarına taşımaları nedeniyle enfeksiyöz bakterilerin ve antibiyotik dirençliliğinin yayılmasında en büyük faktörü oluşturduğunu, bu suların herhangi bir arıtma işlemine sokulmadan doğaya verilmesinin, antibiyotiklere dirençliliğin frekansını arttıracığını belirtmiştir.

Toroğlu ve Toroğlu (2009) yılında Adıyaman Gölbaşı gölünde mikrobiyal kirlilik düzeyini araştırdıkları çalışmalarında izole ettikleri *E. coli*'lerin 12 farklı antibiyotiğe karşı direnç gösterdiğini, elde ettikleri 13 izolatın hiç birinde antibiyotik

dirençliliğinin bulunmadığını ve tüm izolatların peniciline karşı dirençli olduklarını, bunun yanında sefazolin (CZ), seftriakson (CRO), sulfisoksazol (ST), amoksilin (AMX), sefoksitin (FOX) ve gentamisin (GN)'e karşı direnç gösterdiklerini göstermişlerdir. Çalışmalar bakterilerin dirençli oldukları antibiyotikler ve bunlara direnç düzeylerinin çalışma yapılan alanlarda farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Mogan gölünde (Ankara) yaşayan gümüş balıklarının yüzey mukusundan izole edilen bakterilerin %90'ının kloramfenikole, %84'ünün kanamisine, %88'inin streptomisine, %98'inin amfisiline dirençli olduğu gösterilmiştir (Özaktaş, 2007). Öryaşın (2008) ise farklı çevresel kaynaklardan izole ettiği 50 enterokok bakterinin %34'ünün eritromisine, %30'unun penisiline, %10'unun doksisisikline, %8'inin vankomisine, %20'sinin tetrasikline ve %58'inin rifampisine dirençli olduğunu göstermiştir. Akkan ve ark. (2011), hastane atık suyu ile kontamine edilen deniz suyunda sefalosporin grubu antibiyotiklere direnç oranını sefazoline %85, sefuroksime %28, sefotaksime %8 ve sefepime %5 şeklinde belirlemişlerdir. Sapanca gölünde *Enterobacteriaceae* familyasına ait 146 izolatın %67.12'sinin amfisiline (AM), %63.01'inin sefuroksime (CXM), %50'sinin amoksiline (AMC), %36.98'inin imipeneme (IPM), %2.74'ünün sefotaksine (CTX) ve %1.37'sinin ise seftriaksona (CRO) dirençli olduğu gösterilmiştir.

Sunulan çalışmalardaki bakteri ile direnç oranı ilişkisi farklılıklar göstermekle beraber antibiyotiklere karşı direncin giderek arttığı bir gerçektir. Bakterilerdeki direnç gelişimi üzerine bölgesel farklılıkların, basıncın ve mevsimsel değişikliklerin etkisinin yanında (Parveen et al. 1999), izolatların elde edildiği ortamın kirlilik düzeyi, bakteri yoğunluğu ve bölgesel antibiyotik kullanım sıklığının da etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Gölbaşı ve Azaplı gölleri her ne kadar milli park statüsünde olsalar da birbirine bir kanalla bağlanan ve her ikisi de etrafında küçük yerleşim birimleri, tarım ve hayvan otlatma alanları ile piknik alanları bulunan ve göçmen kuşların göç yolları üzerinde bulunan göllerdir. Bu nedenle evsel ve kanalizasyon atıklarının, tarım ve hayvan atıklarının kanallar vasıtasıyla toplandığı yerler haline gelmişlerdir. Bunun

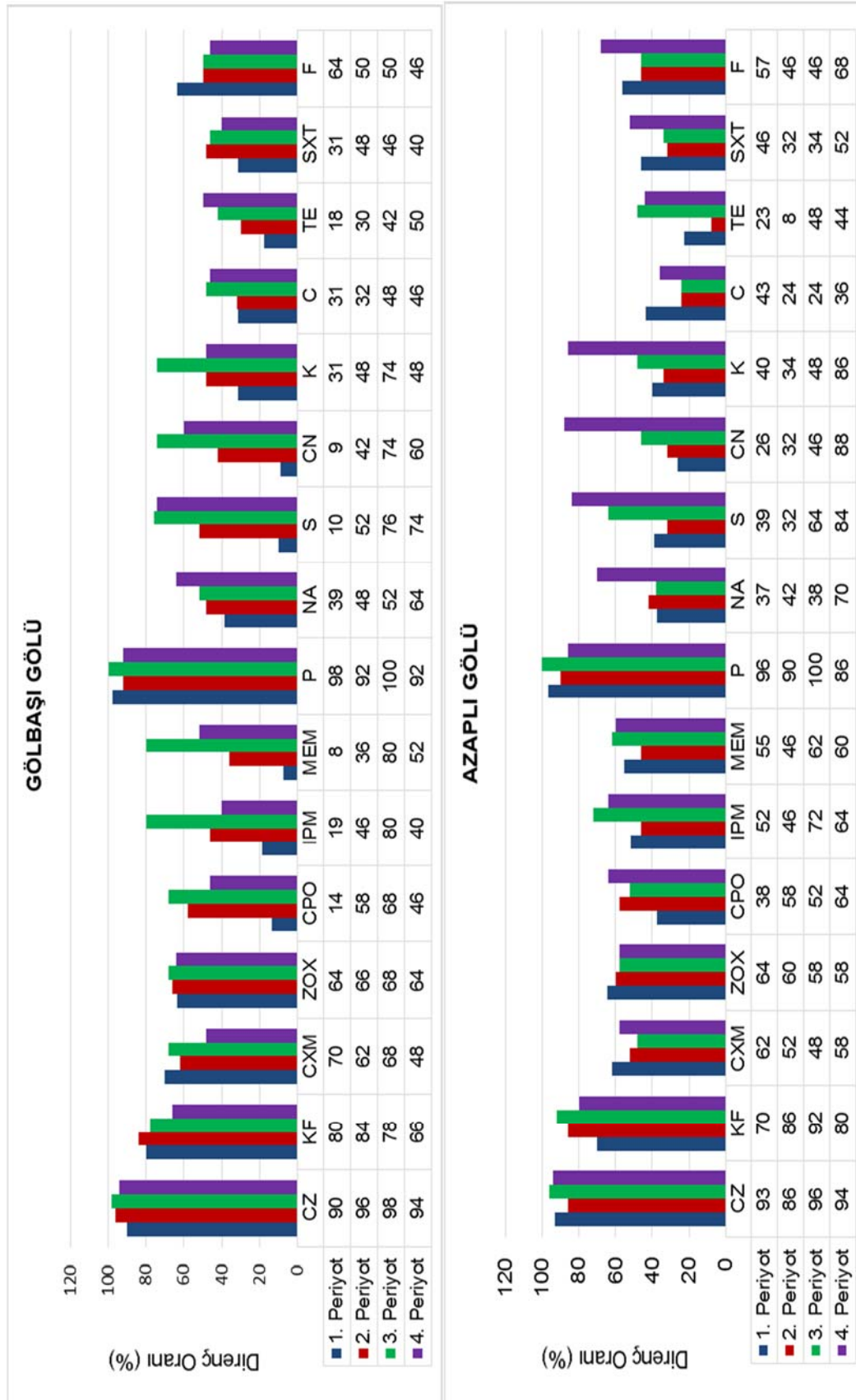


Şekil 4.16. Azaplı gölünden dördüncü periyotta izole edilen bakterilerin direnç oranları

yanında dünyanın farklı yerlerinden gelen kuşlarında beraberlerinde farklı dirençlilik frekanslarına sahip birçok bakteri türünü de taşımaları muhtemeldir.

Antibiyotik direnç genleri bakteriler arasında plazmitler, integronlar ve transpozonlar aracılığı ile taşınırlar (Pruden ve ark. 2006 ;Nordman ve Poirel, 2005).

Sunulan çalışmadaki yüksek dirençlilik frekansı, göllere farklı bir çok kaynaktan dirençli bakteri girişinin olması ve bakteriler arasında plazmitler, integronlar ve transpozonlar aracılığı ile direncin yayıldığı şeklinde açıklanabilir.

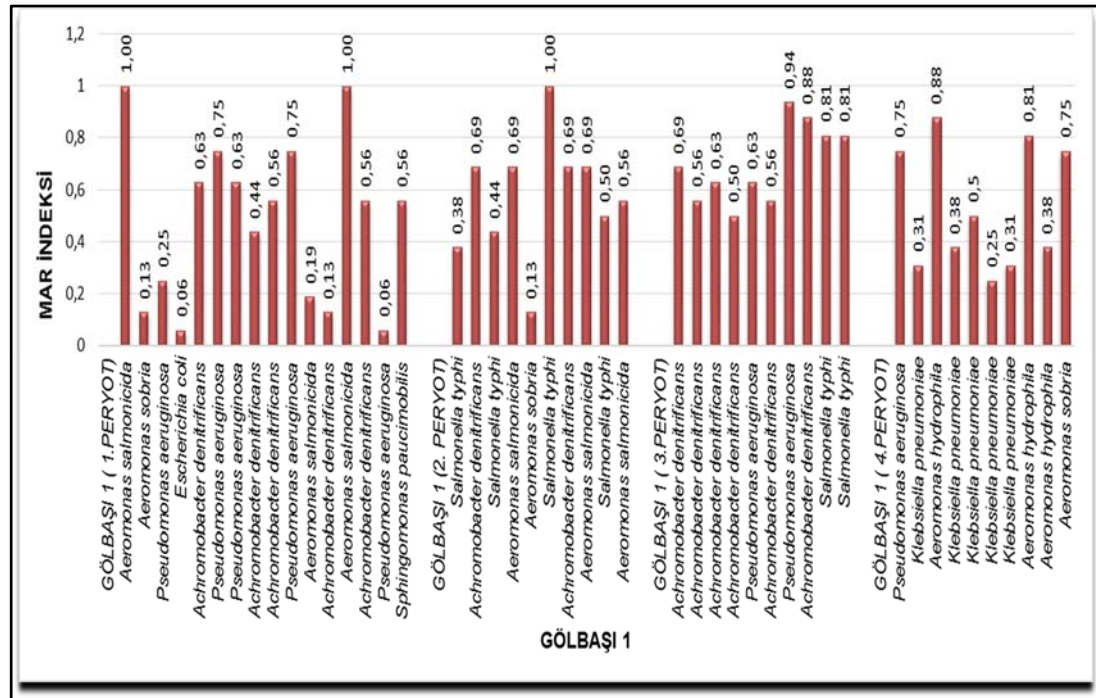


Şekil 4.17. Antibiyotiklere karşı gözlenen ortalama direnc oranlarının genel görünümü

4.5. Çoklu Antibiyotik Direnci (ÇAD)

Gölbaşı 1 istasyonunda dört periyotta izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri dağılımı Şekil 4.18’de gösterilmiştir.

Birinci periyotta izole edilen bakterilerin %68’inin, 2. periyotta izole edilenlerin %90’ının, 3. ve 4. periyottaki bakterilerin ise tamamının ÇAD indeksinin 0.2’den yüksek olduğu görülmektedir. Bunlardan birinci periyotta izole edilen iki *A. salmonicida* türünde ve ikinci periyotta izole edilen bir adet *S. typhi*’de ÇAD indeksinin 1 olduğu belirlenmiştir.

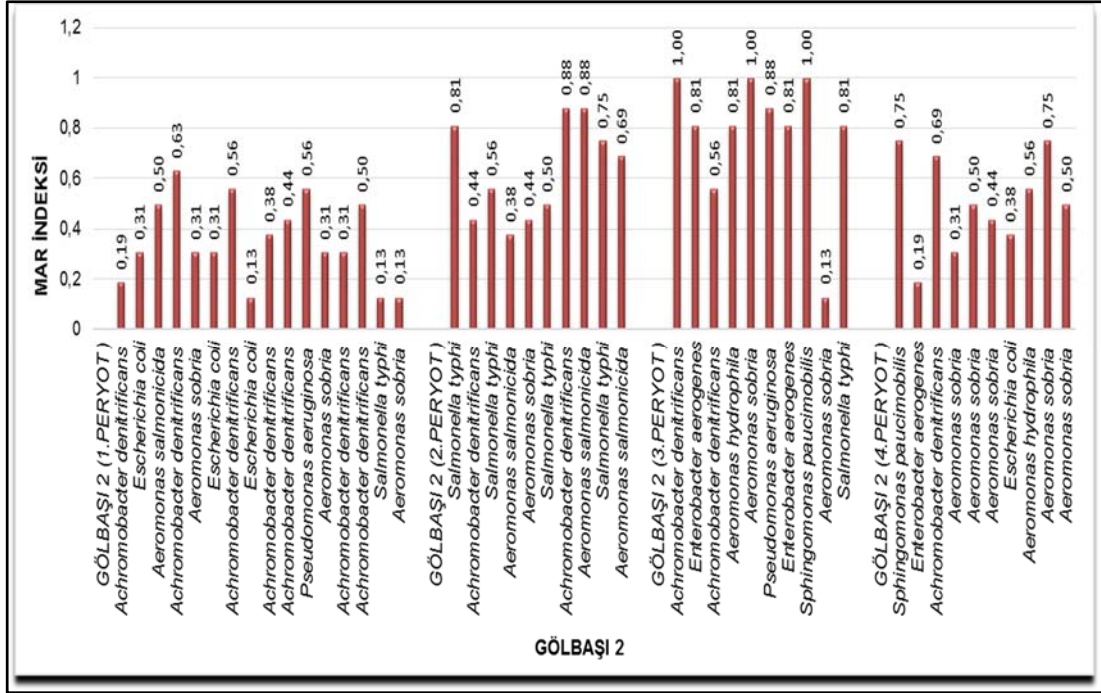


Şekil 4.18. Gölbaşı 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri

Gölbaşı 2 istasyonunda dört periyotta izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri dağılımı Şekil 4.19’te gösterilmiştir.

Birinci periyotta izole edilen bakterilerin %75’inin ÇAD indeksleri 0.2’den büyüktür. Bunlardan en yüksek değere sahip olan ÇAD indeksi 0.63 ile *A. denitrificans* türünde rastlanmıştır. İkinci periyotta bakterilerin tamamının ÇAD indeksleri 0.2’den büyük olup ÇAD indeksleri en fazla olan türler 0.88 ile *A. salmonicida* ve *A.*

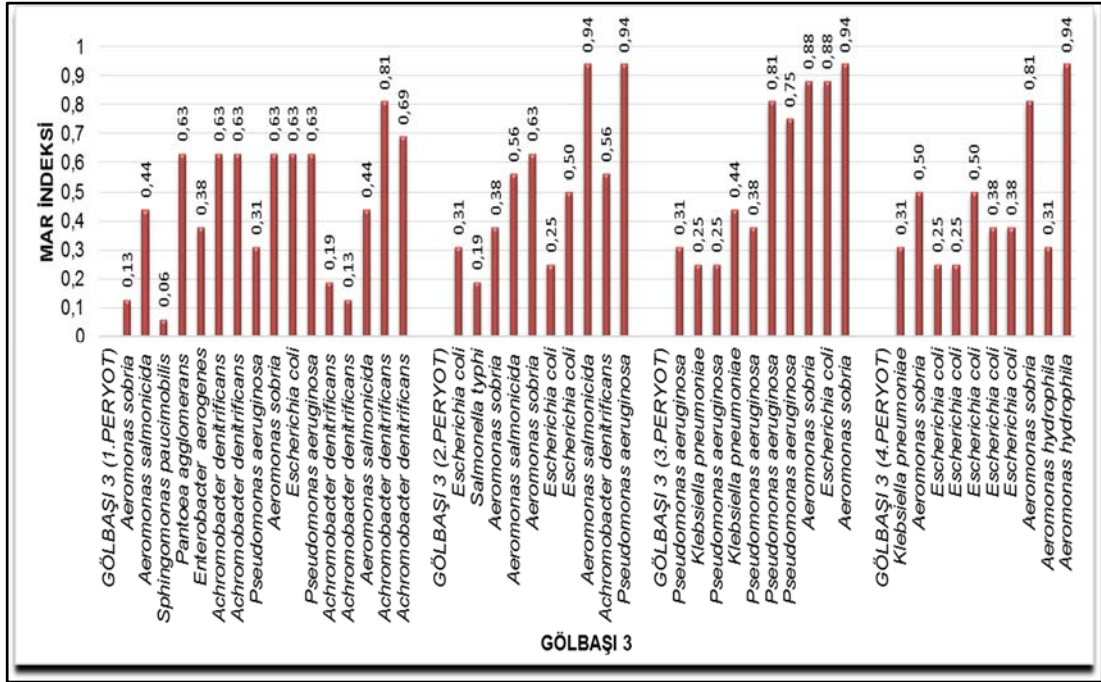
denitrificans olmuştur. Üçüncü periyotta izole edilen bakterilerin %90'ında çoklu antibiyotik direnci gözlenmiş olup, bunlardan *A. denitrificans*, *A. sobria* ve *S. paucimobilis*'te ÇAD indeksleri 1 olarak belirlenmiştir. Dördüncü periyotta izole edilen bakterilerin ise %90'ında çoklu antibiyotik direncine rastlanmıştır.



Şekil 4.19. Gölbasi 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri

Gölbasi 3 istasyonunda dört periyotta izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri dağılımı Şekil 4.20'da gösterilmiştir.

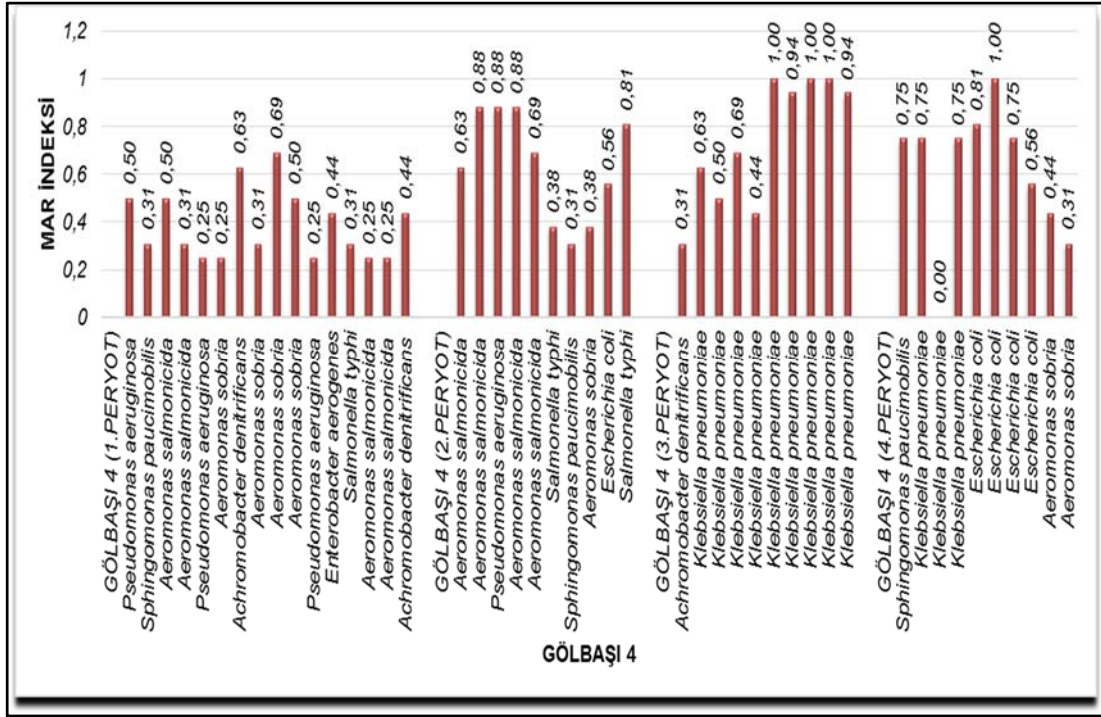
Gölbasi 3 numaralı istasyondan izole edilen bakterilerden, birinci periyotta %75'inin, ikinci periyotta %90'ının, üçüncü ve dördüncü periyotta ise %100'ünün çoklu antibiyotik direncine sahip olduğu görülmektedir. Birinci periyotta en yüksek ÇAD indeksine sahip olan tür 0.81 ile *A. denitrificans*, ikinci periyotta 0.94 ile *A. salmonicida* ve *P. aeruginosa*, üçüncü periyotta 0.88 ile *A. sobria* ve *E. coli*, dördüncü periyotta ise 0.94 ile *A. hydrophila* olmuştur.



Şekil 4.20. Gölbasi 3 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri

Gölbasi 4 istasyonunda dört periyotta izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri dağılımı Şekil 4.21’de gösterilmiştir.

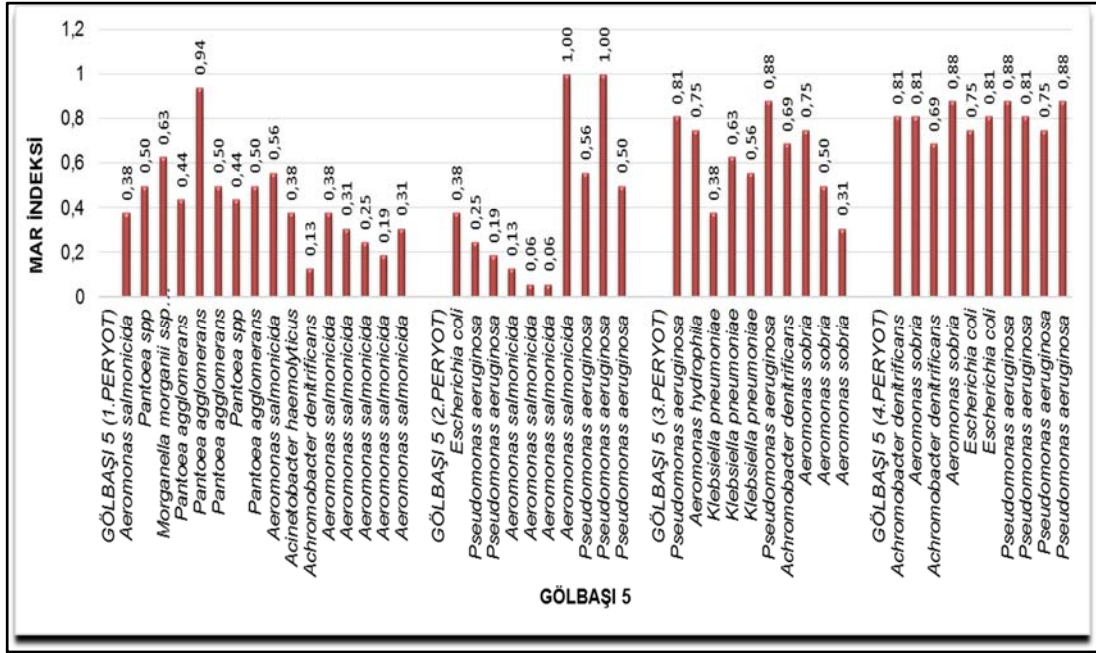
Gölbasi 4 numaralı istasyonda 1., 2., ve 3. periyotta izole edilen bakterilerin tamamında çoklu antibiyotik direnci gözlenirken, dördüncü periyotta izole edilen bakterilerden %90’ının ÇAD indeksinin 0.2’den büyük olduğu belirlenmiştir. Birinci periyotta ÇAD indeksi en büyük olan tür 0.69 ile *A. sobria*, ikinci periyotta ise 0.88 ile *A. salmonicida* olmuştur. Üçüncü periyotta üç farklı *K. pneumoniae* türünde ve 4. periyotta *E. coli*’de ÇAD indeksleri 1 olarak hesaplanırken, bu periyotta 1 adet *K. pneumoniae* türünde ÇAD indeksinin 0 olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.21. Gölbasi 4 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri

Gölbasi 5 istasyonunda dört periyotta izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri dağılımı Şekil 4.22’de gösterilmiştir.

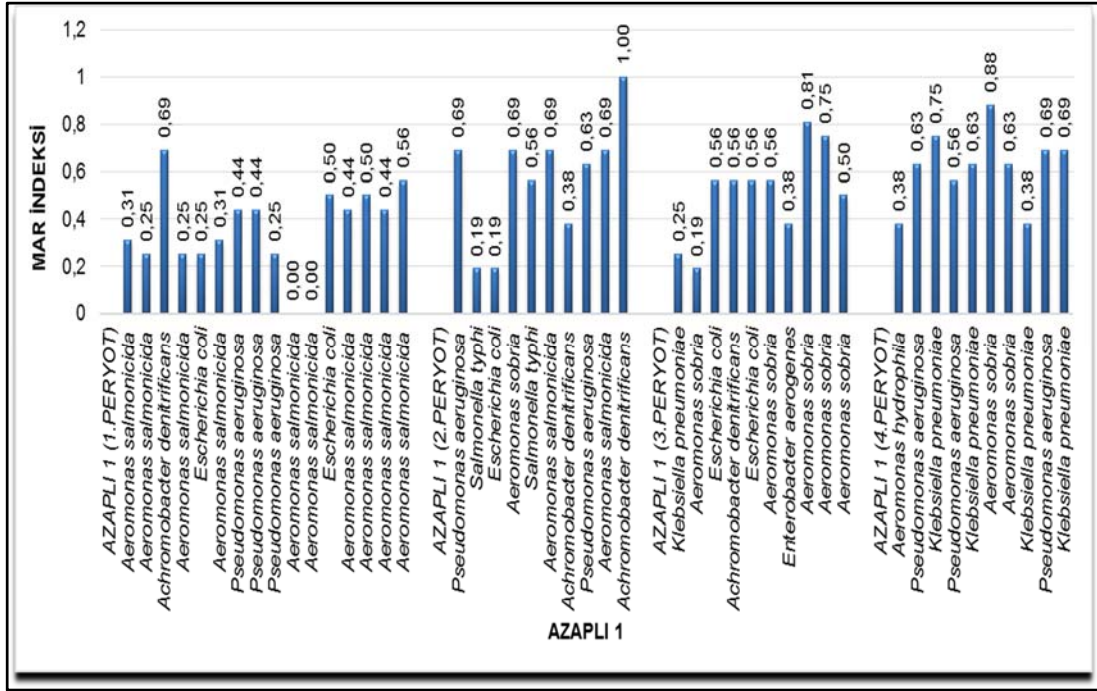
Birinci periyotta izole edilen bakterilerin %87.5’inin, 2. periyotta %60’ının, 3. ve 4. periyotlarda ise bakterilerin tamamının ÇAD indekslerinin 0.2’nin üstünde olduğu görülmüştür. Birinci periyotta en yüksek ÇAD indeksine sahip bakteri 0.94 ile *P. agglomerans* iken, ikinci periyotta izole edilen *A. salmonicida* ve *P. aeruginosa*’ların birer tanesinde ÇAD indekslerinin bire eşit olduğu saptanmıştır. Üçüncü periyotta *P. aeruginosa* (0.88), dördüncü periyotta ise 2 adet *P. aeruginosa* ve bir adet *A. sobria*’nın ÇAD indeksleri en yüksek (0.88) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.22. Gölbasi 5 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri

Azaplı 1 istasyonunda izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri dağılımı Şekil 4.23'da gösterilmiştir.

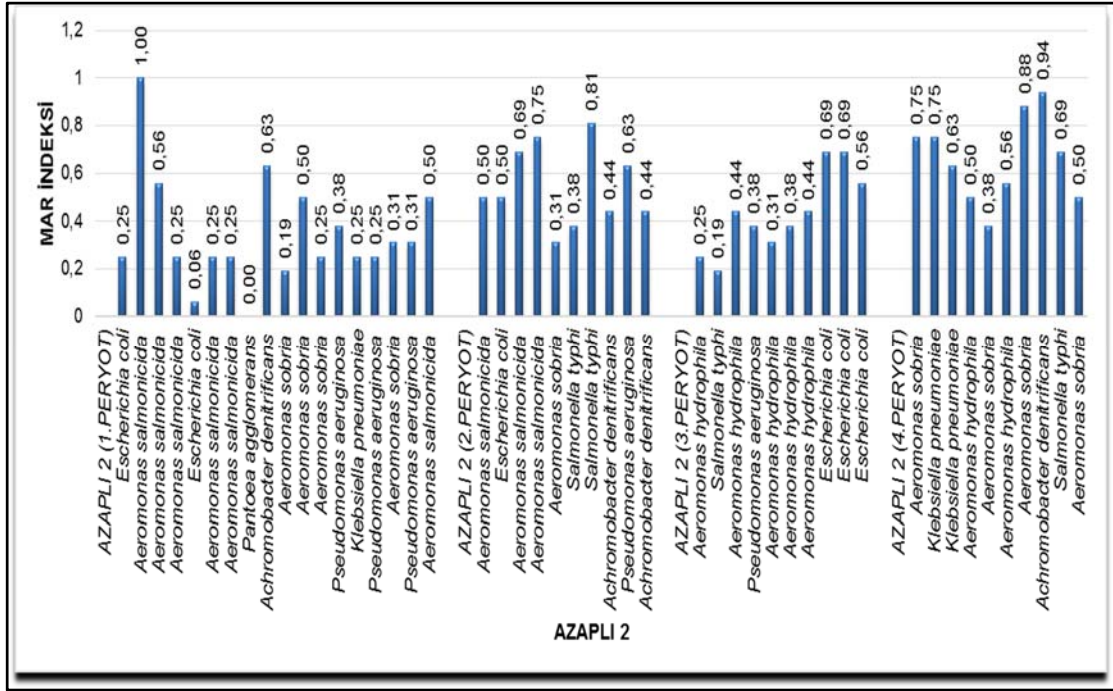
Birinci periyotta izole edilen bakterilerin %87.5'inin ÇAD indeksleri 0.2'nin üzerinde olup, en yüksek ÇAD indeksine sahip (0.69) bakterinin *A. denitrificans* olduğu, izole edilen iki *A. salmonicida* türünde ise ÇAD indeksinin 0 olduğu belirlenmiştir. İkinci periyotta izole edilen bakterilerin %80'inin ÇAD indeksi 0.2'nin üzerinde olup, bu periyotta izole edilen *A. denitrificans* türlerinden birinde ÇAD endeksinin 1 olduğu bulunmuştur. Üçüncü periyotta bakterilerin %90, dördüncü periyotta ise bakterilerin tamamının ÇAD indekslerinin 0.2'den fazla olduğu bulunmuştur. Üçüncü periyotta en yüksek ÇAD indeksine sahip olan tür 0.81 ile *A. sobria*, dördüncü periyotta ise 0.88 ile yine aynı tür olmuştur.



Şekil 4.23. Azaplı 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri

Azaplı 2 istasyonunda izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri dağılımı Şekil 4.24'de gösterilmiştir.

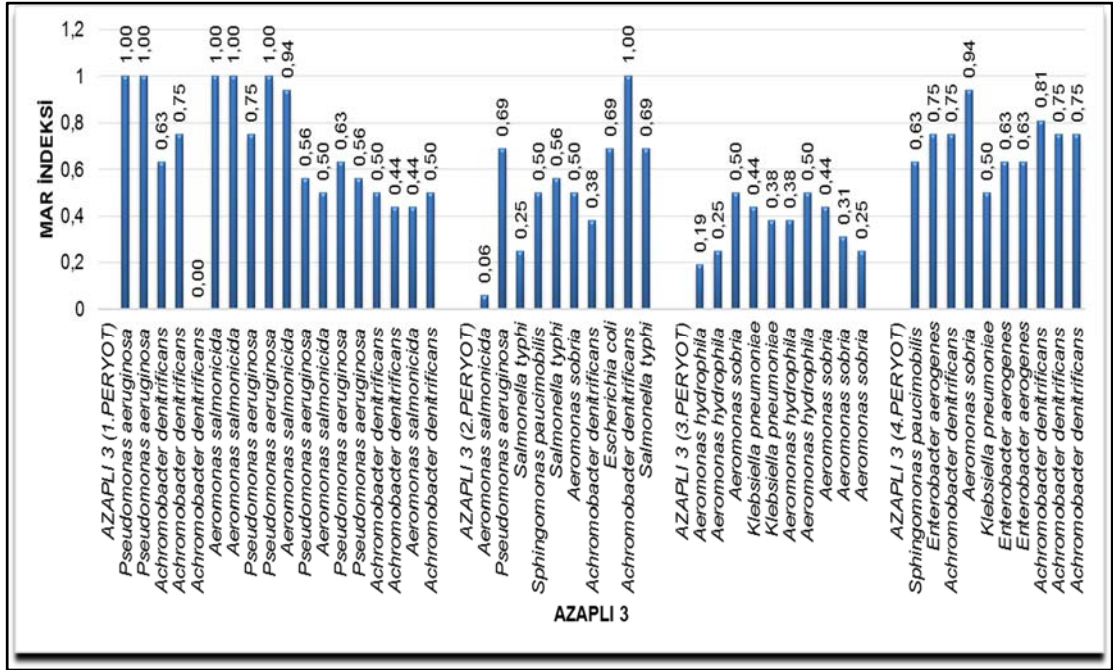
Birinci periyotta izole edilen bakterilerin %83.3'ünün, ikinci ve dördüncü periyotlarda %100'ünün ve 3. periyotta ise %90'ının ÇAD indeksleri 0.2'den fazladır. Birinci periyotta izole edilen *A. salmonicida* türünden bir suşun ÇAD indeksinin 1 olduğu, aynı periyotta izole edilen *P. agglomerans*'ta ise çoklu antibiyotik direncine rastlanmadığı (ÇAD=0) belirlenmiştir. İkinci periyotta ÇAD indeksi en yüksek (0.81) olan bakteri *S. typhi*, üçüncü periyotta 0.69 ile *E. coli* ve dördüncü periyotta 0.94 ile *A. denitrificans* olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.24. Azaplı 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri

Azaplı 3 istasyonunda izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri dağılımı Şekil 4.25’de gösterilmiştir.

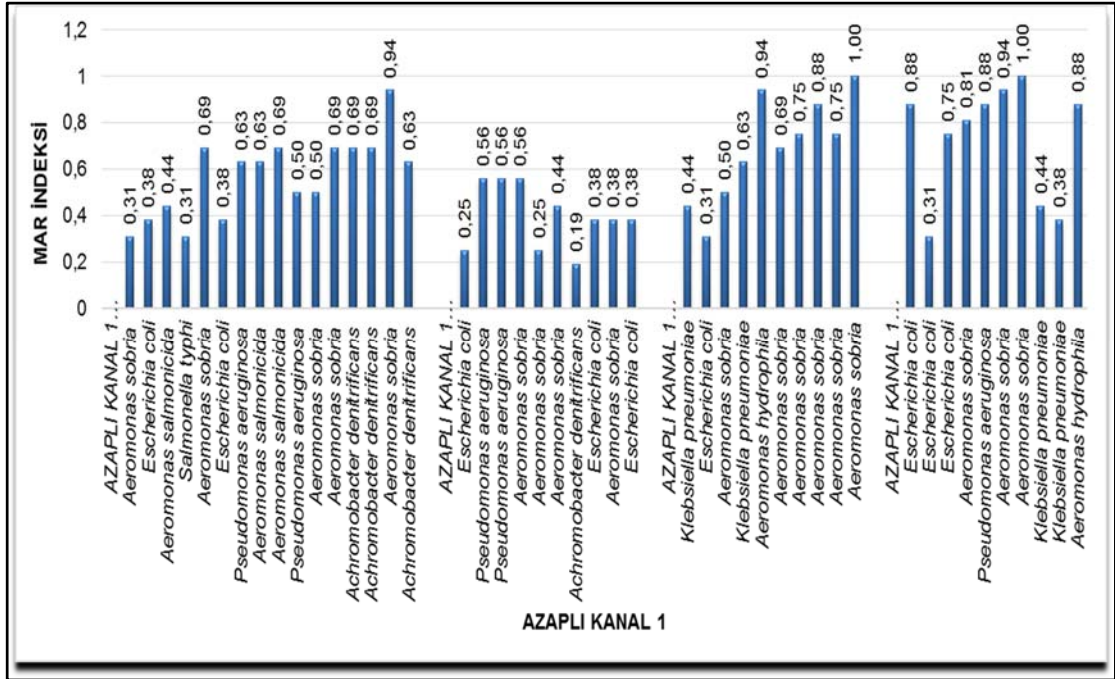
Birinci periyotta izole edilen bakterilerin %94.4’ünün, ikinci ve üçüncü periyotta %90’ının, dördüncü periyotta ise tüm izolatların ÇAD endeksleri 0.2’den büyüktür. Birinci periyotta izole edilen *P. aeruginosa* türüne ait 3 suşun ve *A. salmonicida* türüne ait 2 suşun ÇAD indekslerinin 1 olduğu ve *A. denitrificans* türüne ait bir suşunda ÇAD indeksinin sıfır olduğu bulunmuştur. İkinci periyotta en düşük ÇAD indeksine sahip tür (0.06) *A. salmonicida*, en yüksek ÇAD indeksine sahip tür ise (1.00) *A. denitrificans*’tır. Üçüncü periyotta izole edilen *A. hydrophila* türüne ait bir suşun ve *A. sobria* türüne ait bir suşun en yüksek ÇAD indeksine (0.50) ve *A. hydrophila* türüne ait bir suşunda en düşük (0.19) ÇAD indeksine sahip oldukları belirlenmiştir. Dördüncü periyotta en yüksek ÇAD indeksi 0.94 ile *A. sobria*’da görülürken, bu periyot için en düşük ÇAD indeksi 0.50 ile *K. pneumoniae*’de bulunmuştur.



Şekil 4.25. Azaplı 3 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri

Azaplı Kanal 1 istasyonunda izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri dağılımı Şekil 4.26'da gösterilmiştir.

Birinci, üçüncü ve dördüncü periyotlarda izole edilen bakterilerin tamamının, ikinci periyotta izole edilenlerin ise %90'ının ÇAD indekslerinin 0.2'den büyük olduğu görülmektedir. Birinci periyotta en yüksek ÇAD değeri (0.94) *A. sobria* türüne ait olan bir suşta, en düşük ÇAD değeri ise (0.31) ile *E. coli* ve *A. sobria*'ya ait birer suşta belirlenmiştir. İkinci periyotta ise en düşük ÇAD değeri *A. denitrificans*'ta (0.19), en yüksek ÇAD değeri ise (0.56) ile *P. aeruginosa* (2) ve *A. sobria*'da belirlenmiştir. Üçüncü ve dördüncü periyotlarda ise en düşük ÇAD değeri 0.31 ile *E. coli* türüne ait suşlarda, en yüksek ÇAD değerleri ise (1.00) *A. sobria* türüne ait birer suşta bulunmuştur.

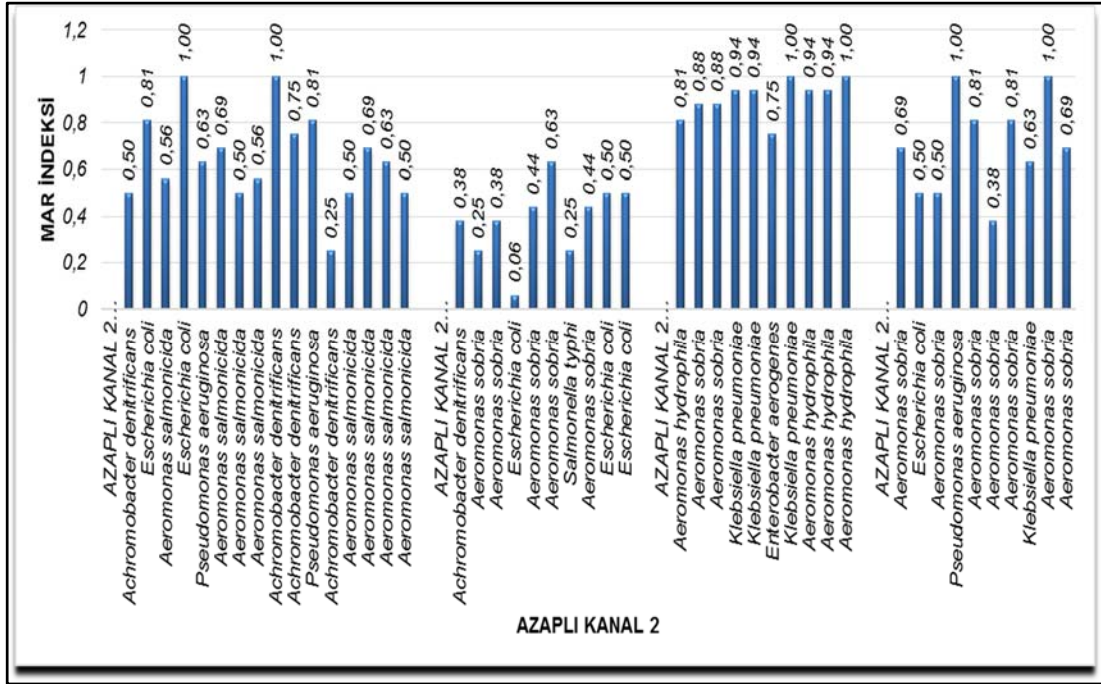


Şekil 4.26. Azaplı Kanal 1 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri

Azaplı Kanal 2 istasyonunda izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri dağılımı

Şekil 4. 27'te gösterilmiştir.

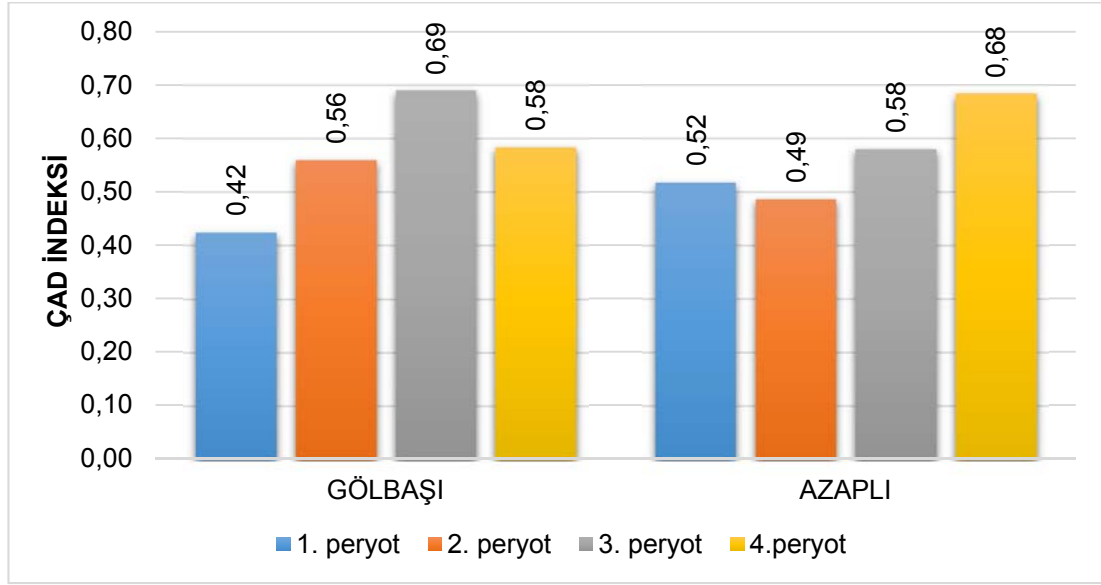
Birinci, üçüncü ve dördüncü periyotlarda izole edilen bakterilerin tamamının, ikinci periyotta izole edilenlerin ise %90'ının ÇAD indekslerinin 0.2'den büyük olduğu görülmektedir. Birinci periyotta izole edilen *A. denitrificans* türüne ait bir suşta bu periyot için en düşük ÇAD indeksine (0.25) rastlanırken yine aynı türe ait bir suşta ve *E. coli*'ye ait bir suşta en yüksek ÇAD indeksi (1.00) belirlenmiştir. İkinci periyotta en yüksek ÇAD değeri 0.63 ile *A. sobria*'ya ait bir suşta ve en düşük ÇAD değeri (0.06) ise *E. coli*'ye ait bir suşta görülmektedir. Üçüncü periyotta ise en düşük ÇAD indeksi 0.75 olup *E. aerogenes* türüne ait bir suşta, en yüksek ÇAD indeksi (1.00) ise *K. pneumoniae* ve *A. hydrophila* türlerine ait birer suşta gözlenmiştir. Dördüncü periyotta ÇAD indeksi 1.00 olan iki tür (*P. aeruginosa* ve *A. sobria*) bulunurken, en düşük ÇAD değeri 0.38 ile *A. sobria* türüne ait bir suşta belirlenmiştir.



Şekil 4.27. Azaplı Kanal 2 istasyonundan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri

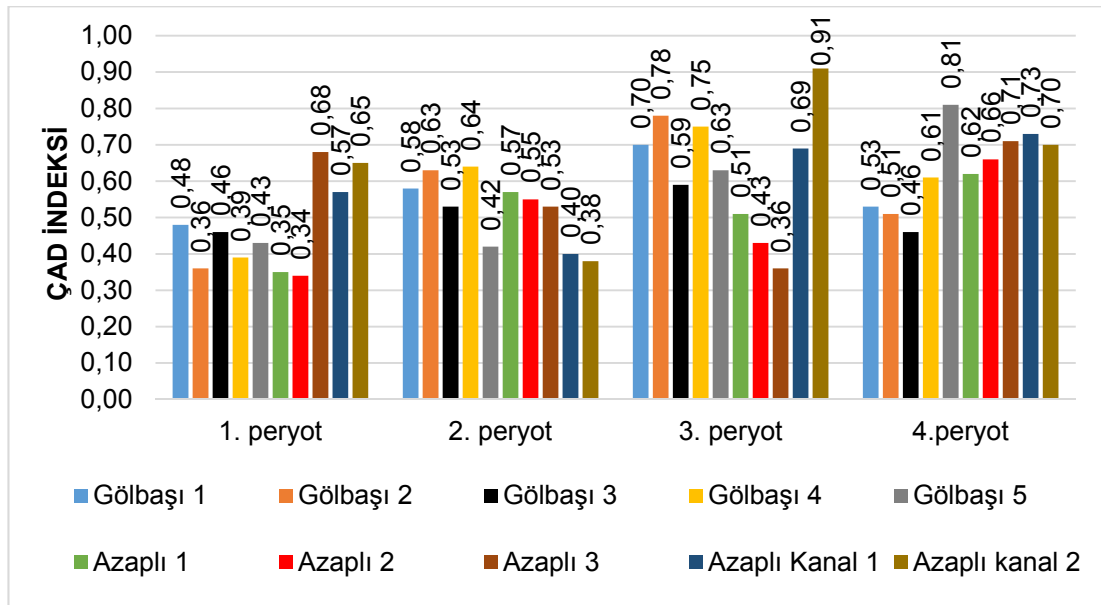
İstasyonlardan elde edilen veriler ile ilgili bir genelleme yapılacak olursa; Gölbaşı gölünden izolasyonu yapılan toplam 230 bakteriden 23 tanesinin ÇAD indekslerinin 0.2'den küçük olduğu, 1 tanesinin tüm antibiyotiklere karşı hassas olduğu, geriye kalan 206 bakteride ise çoklu antibiyotik direnci olduğu (%89.5) ve bunlardan 12 tanesinin tüm antibiyotiklere dirençli olduğu görülmektedir. Azaplı gölünden izole edilen 234 bakteri içerisinde ise 10 tanesinin ÇAD indekslerinin 0.2'den küçük olduğu, 4 bakterinin tüm antibiyotiklere karşı hassas olduğu geriye kalan 220 bakterinin ise çoklu antibiyotik direnci gösterdiği (%94.0) ve bunlar arasında 16 tanesinin tüm antibiyotiklere dirençli olduğu görülmektedir.

Çalışma yapılan istasyonlarda periyotlara göre ÇAD indeksleri karşılaştırıldığında Gölbaşı gölünde 1. periyotta izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri ortalaması 0.42, sırasıyla diğer periyotlarda ise 0.56, 0.69 ve 0.58 olarak bulunmuştur. Azaplı gölünde ise ortalama ÇAD yine sırasıyla 0.52, 0.49, 0.58 ve 0.68 şeklinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Gölbaşı ve Azaplı gölleri ÇAD indeksleri ortalaması

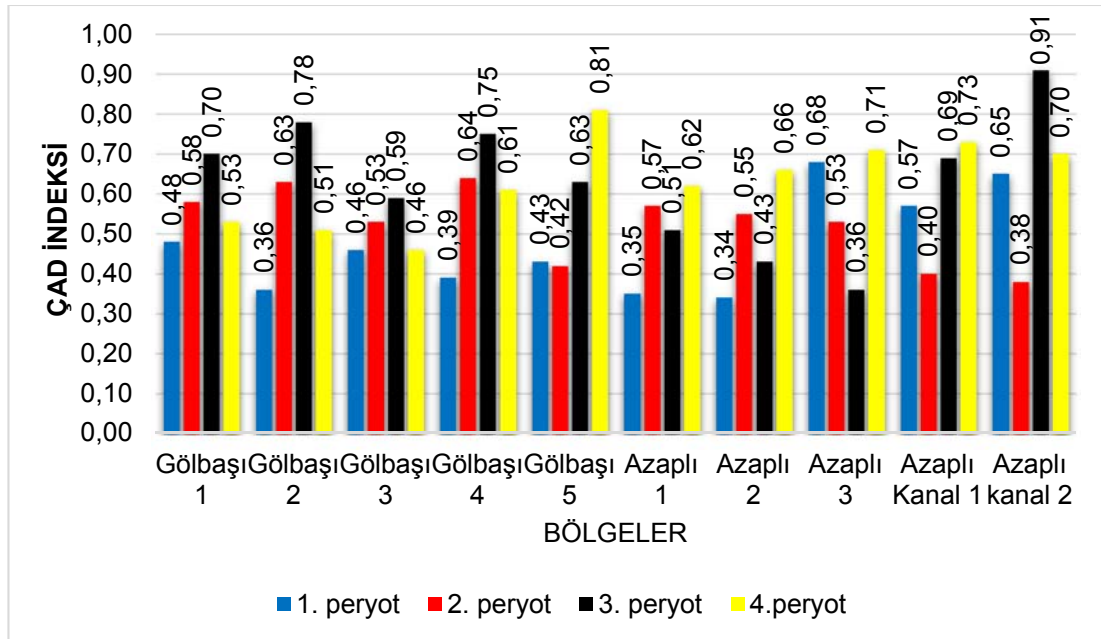
Çalışma yapılan istasyonlardaki ortalama ÇAD değerleri karşılaştırıldığında tüm bölgelerdeki ÇAD değerlerinin 0.2'den büyük olduğu görülmektedir. Birinci periyotta en yüksek ÇAD ortalamasına sahip bölge 0.68 ile Azaplı 3 numaralı istasyon, ikinci periyotta 0.64 ile Gölbaşı 4, üçüncü periyotta 0.91 ile Azaplı Kanal 2 ve dördüncü periyotta 0.81 ile Gölbaşı 5 numaralı istasyon olmuştur (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Örnekleme yapılan periyotlara göre ÇAD indeksleri dağılımı

Ortalama ÇAD indeksleri periyotlar arasında değerlendirildiğinde ise Gölbaşı 1., 2., 3. ve 4. istasyonlarda en yüksek ÇAD indeksinin üçüncü periyotta, Gölbaşı 5. istasyonda ise 4. periyotta gözlemlendiğini söyleyebiliriz. Azaplı gölünde ise 1., 2., 3. ve Azaplı Kanal 1 istasyonlarında en yüksek ÇAD indeksi dördüncü periyotta, Azaplı Kanal 2 istasyonunda ise 3. periyotta gözlenmiştir (Şekil 4.30).

Elde edilen veriler farklı periyotlardaki sıcaklık değişimleri ile birlikte değerlendirilirse sıcaklığın arttığı 3. ve 4. periyotlarda ortalama ÇAD indekslerinin de artması dikkat çekicidir. Benzer durum Aktürk ve ark. (2010) tarafından da gösterilmiştir. Yaz ve bahar aylarında ÇAD değerlerinin artmasını sıcaklığın bakteri için optimum değere ulaşması ve gen değişim mekanizmalarının devreye girmesi şeklinde yorumlamışlardır.



Şekil 4. 30. Örnekleme yapılan istasyonlara göre ÇAD indeksi dağılımı

Mikroorganizmalar değişen çevre şartlarına uyum sağlayabilmede son derece başarılı canlılardır. Bu yetenekleri sayesinde her yeni geliştirilen antibiyotiğe karşı direnç geliştirerek onlardan etkilenmemenin bir yolunu bulurlar. Gram negatif bakteriler hücre duvarlarının dış membran yapısından dolayı birçok antibiyotiğe karşı duyarlıdırlar (Öztürk ve ark., 2010). Genetik madde transfer yöntemlerinin yanında,

antibiyotiklerin yoğun ve bilinçsiz kullanımı bakterilerde ÇAD'ın gelişmesinde en büyük etkidir.

Çoklu antibiyotik direncinin gelişmesinde en büyük rolü oynayan R plazmitlerinin en önemli kaynağı insanlar ve hayvanlardır. Tao ve ark. (2010), Pearl nehrinde (Çin), *Enterobacteriaceae* izolatlarında antibiyotik direncini araştırdıkları çalışmada gözlenen çoklu antibiyotik dirençliliğine insan faaliyetlerinin neden olduğunu belirtmişlerdir. Jacobs ve Chenia (2007) ise, balıkçılık ve midye yetiştiriciliği yapılan sulardan izole ettikleri *Aeromonas* suşlarında yüksek oranda direnç gözlendiğini ve bakterilerin çoklu antibiyotik dirençliliğinden sorumlu plazmit ve integron içerdiğini ortaya koymuşlardır. Antibiyotikler insan ve hayvanların sindirim sistemlerinde az miktarda emildikten sonra büyük bir kısmı dışkı ile dışarıya atılır (Schlusener ve Bester, 2006). Evsel ve kanalizasyon atıklarının arıtılmadan sucul ortama bırakılması bu plazmitlerin yayılmasında en büyük etkidir. Bu plazmitler bakteriler arasında yüksek oranda transfer edilebilir olup üzerinde birden fazla direnç geni biriktirerek farklı antibiyotiklere dirençli suşlar oluşur (Karayakar ve ark. 2004; Nikaido, 2009).

Daha önce yapılan çalışmalarda *E. coli*, *K. pneumoniae*., *Enterobacter* spp, *P. aeruginosa* ve *Acinetobacter* spp.'de ÇAD belirlenmiştir (Anonim, 2006; Öztürk, 2008).

Akkan ve ark. (2011), İskenderun körfezinden izole ettikleri gram negatif bakterilerde sefalosporin grubu antibiyotiklere karşı direnç durumunu araştırdıkları çalışmalarında, izolatların %91'inin ÇAD değerlerinin 0.2'den yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumu çalışma yapılan alanın yoğun antibiyotik kullanımına maruz kalan insan ve hayvan atıklarıyla kontaminasyonundan kaynaklandığını belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada Matyar ve Dinçer (2010), Doğu Akdeniz'den izole edilen *Enterococcus faecalis*'in gentamisin, imipenem, levofloksasine yüksek direnç gösterdiğini ve ÇAD indeksinin 0.2 ile 0.93 arasında değiştiğini göstermişlerdir. Bunun yanında çeşme suyundan izole edilen bakterilerde de yüksek sefalotin ve amfisilin direncinin yanında ÇAD indekslerinin 0.23-0.69 arasında değiştiği gösterilmiştir (Aktürk ve ark., 2010). Bunun yanında Moore ve ark. (2010) Kuzey İrlanda'da nehir ve akarsularda çeşitli antibiyotiklere karşı direncin amikasinine (%17),

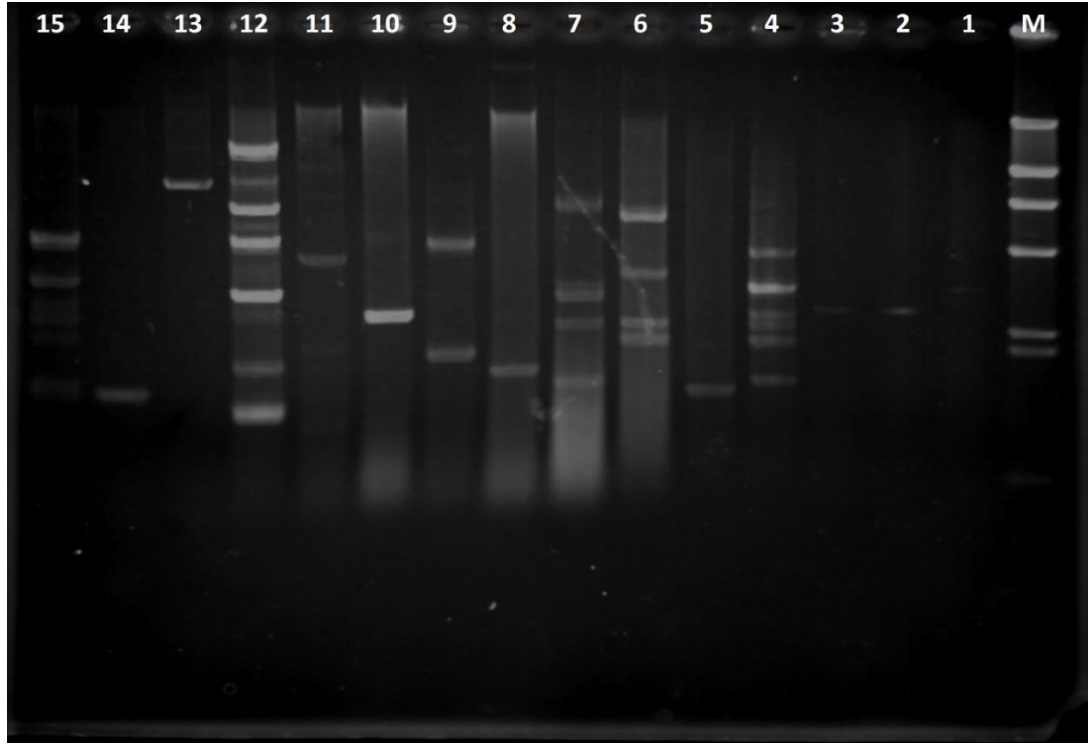
gentamisine (%17), sifrofloksasine (%33), tobramisine (%42), vankomisine (%42), eritromisine (%75), meropeneme (%75), tetrasikline (%75), penisiline (%92) ve sefoksitine (%100) olarak gerçekleştiğini ve önemli antibiyotik sınıflarına karşı 1 ile 6 antibiyotik arasında dirençli olan bakterilerin ortalama 3.7 antibiyotiğe dirençli olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca antibiyotik sınıflarını antimikrobiyal etkilerine göre aminoglikozitler > florokininler > glikopeptidler > makrolidler > tetrasiklinler > beta-laktamlar şeklinde sınıflandırmıştır. Toroğlu ve ark. (2005) ise Kahramanmaraş Aksu nehrinden izole edilen koliformların %40'ının çoklu antibiyotik direnci gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çoklu antibiyotik direnci değerinin 0.2'den küçük veya eşit olması antibiyotik kullanımının az olduğunu, 0.2'den büyük olması ise insan veya hayvan kaynaklı antibiyotik kullanımının yoğun olduğunu göstergesidir (Krumperman, 1985).

Çalışmamızdaki yüksek ÇAD değerleri, yukarıda bahsedildiği gibi insan ve hayvanlarda yoğun antibiyotik kullanımı ile ilişkilendirilebileceği gibi, değişik habitatlardan gelen bakterilerin direnç plazmitlerini birbirlerine aktarabilme kabiliyetleri ile açıklanabilir.

4.6. Plazmid Profilleri

Sunulan çalışmada çoklu antibiyotik direnci gösteren ve yüksek ÇAD indeksi 0.50 ile 1.00 arasında değişkenlik gösteren ve rastgele seçilen 103 bakteriden 15'inde plazmit varlığı tespit edilmiş ve plazmid DNA'ları agaroz jel elektroforezinde analiz edilmiştir (Şekil 4.31).



Şekil 4. 31. Agaroz jel elektroforezi

Çalışmamızda bant büyüklükleri 23130 , 9416, 6557, 4361, 2322, 2032 ve 564 bç. olan marker DNA (Sigma Lambda DNA Hind III Digest-D9780) kullanılmıştır.

Jel üzerindeki 1. bölgedeki bakteri Gölbaşı 2. istasyonundan izole edilen *A. sobria*'dır. Bakteri 12 farklı antibiyotiğe (CZ, KF, CXM, ZOX, CPO, MEM, P, NA, S, CN, K,TE) dirençli olup ÇAD indeksi 0.75 olarak belirlenmiştir. Bakteride 3.3 kb. büyüklüğünde plazmid DNA'sı bulunmuştur.

İkinci bölgede bulunan *A. sobria*'da 2.7 kb. büyüklüğünde plazmid DNA'sı bulunmuştur. Bakteri Gölbaşı 3 istasyonundan dördüncü periyotta izole edilmiş olup, 13 farklı antibiyotiğe (CZ, KF, CXM, ZOX, CPO, IPM, MEM, P, NA, S, CN, K ve C) dirençli ve ÇAD indeksi 0.81'dir.

Üçüncü bölgede bulunan bakteri Gölbaşı 3 numaralı istasyondan izole edilen, 15 farklı antibiyotiğe (CZ, KF, CXM, ZOX, CPO, IPM, MEM, P, NA, S, CN, K, C, TE ve SXT) dirençli ve ÇAD indeksi 0.94 olan *A. hydrophila*'dır. Bakteride 2.8kb. büyüklüğünde plazmid DNA'sı bulunmuştur.

Dördüncü bölgedeki bakteri 7 farklı baz çiftine sahip plazmid DNA'sı içeren (6.5, 4.5, 3.3, 2.8, 2.5, 2.2 ve 1.5 kb.), 12 farklı antibiyotiğe dirençli (CZ, KF, ZOX, IPM, MEM, P, NA, S, CN, K, TE ve F) ÇAD indeksi 0.75 olan *A. sobria*'dır.

Beşinci bölgedeki bakteri Azaplı Kanal 1 istasyonundan dördüncü periyotta izole edilen *P. aeruginosa*'dır. Bakteride 1.4 kb.'lik plazmid DNA'sı bulunmuştur. ÇAD indeksi 0.88 olan bakteri CZ, KF, CXM, ZOX, CPO, IPM, MEM, P, NA, S, CN, C, TE ve F' ye dirençlidir.

Altıncı bölgedeki bakteri Azaplı Kanal 2 istasyonundan izole edilen ve 4 farklı baz çiftine sahip (6.0, 3.8, 2.5, 2.2 kb.) plazmid DNA'sı içeren *A. sobria*'dır. Bakterinin ÇAD indeksi 0.81 olup 13 farklı antibiyotiğe (KF, CXM, ZOX, CPO, P, NA, S, CN, K, TE, SXT ve F) dirençlidir.

Jelin 7. bölgesinde bulunan bakteri ÇAD indeksi 1 olan ve 16 farklı antibiyotiğe karşı da direnç gösteren *A. sobria*'dır. Üçüncü periyotta Gölbaşı ikinci bölgeden izole bakterinin 6.6, 3.4, 3.2, 2.5 ve 1.5 kb. büyüklüğünde 5 farklı plazmid DNA'sı içerdiği belirlenmiştir.

Jelde 8. sırada bulunan *P. aeruginosa* üçüncü periyotta Gölbaşı 5. istasyondan izole edilmiştir. 13 farklı antibiyotiğe (CZ, KF, CXM, ZOX, CPO, IPM, MEM, P, S, CN, K, C, TE) dirençli olan bakterinin ÇAD indeksi 0.81 olup, bakterinin 1.7 kb. büyüklüğünde plazmid DNA'sı içerdiği belirlenmiştir.

Jelde dokuzuncu sırada yer alan *E. coli* 4.9 ve 2.0 kb.'lik iki plazmid DNA'sı içerdiği bulunmuştur. Üçüncü periyotta Azaplı 2 istasyonundan izole edilen bakterinin ÇAD indeksi 0.69 olup, 11 farklı antibiyotiğe (CZ, KF, CXM, ZOX, CPO, IPM, MEM, P, S, TE ve F'ye dirençlidir.

Jelin 10. bölgesinde bulunan ve Azaplı Kanal 1 istasyonundan üçüncü periyotta izole edilen *A. sobria* 4.9 ve 2.6 kb.'lik iki plazmid DNA'sı içerdiği belirlenmiştir. ÇAD indeksi 0.75 olan bakteri CZ, KF, CXM, ZOX, P, NA, S, K, C, TE, SXT ve F antibiyotiklerine dirençlidir.

Jelin 11. sırasında bulunan ve Azaplı Kanal 2 istasyonundan üçüncü periyotta izole edilen *K. pneumoniae*'nın 10.0 kb, 7.4 ve 4.1 kb.'lik üç plazmid DNA'sı içerdiği belirlenmiştir. Bakteri kullanılan tüm antibiyotiklere dirençli olup ÇAD indeksi 1 olarak hesaplanmıştır.

Onikinci sırada bulunan *A. sobria*'nın 13.6, 8.3, 6.4, 4.8, 3.1, 2.7, 1.7 ve 1.1 kb.'lik 8 plazmid DNA'sı içerdiği belirlenmiştir. 10 farklı antibiyotiğe (CZ, KF, CXM, ZOX, CPO, P, NA, C, TE ve F) dirençli olan bakterinin ÇAD indeksi 0.63 olup Azaplı Kanal 2 istasyonundan ikinci periyotta izole edilmiştir.

Jelin 13. sırasında bulunan ve Gölbaşı 1 istasyonundan birinci periyotta izole edilen *A. sobria*'nın 8.2 kb.'lik bir adet plazmid DNA'sı içerdiği belirlenmiştir. Bakteri 7 farklı antibiyotiğe (CZ, KF, CXM, ZOX, CPO, P ve NA) dirençli olup, ÇAD indeksi 0.44'tür.

Jelde 14. sırada bulunan *A. denitrificans*'ın 1.3 kb.'lik bir adet plazmid DNA'sı içerdiği belirlenmiştir. Birinci periyotta Gölbaşı 1. istasyondan izole edilen bakteri 9 farklı antibiyotiğe (CZ, KF, CXM, ZOX, P, NA, K, SXT ve F) dirençli olup ÇAD indeksi 0.56'dır.

Jelde son sırada bulunan ve Azaplı 1 numaralı istasyondan birinci periyotta izole edilen *A. salmonicida*'nın 4.8, 3.4, 2.9, 2.6, 2.3 ve 1.4 kb.'lik 6 plazmid DNA'sı içerdiği belirlenmiştir. Bakterinin ÇAD indeksi 0.50 olup, CZ, ZOX, IPM, MEM, P, K, C ve SXT'ye dirençlidir.

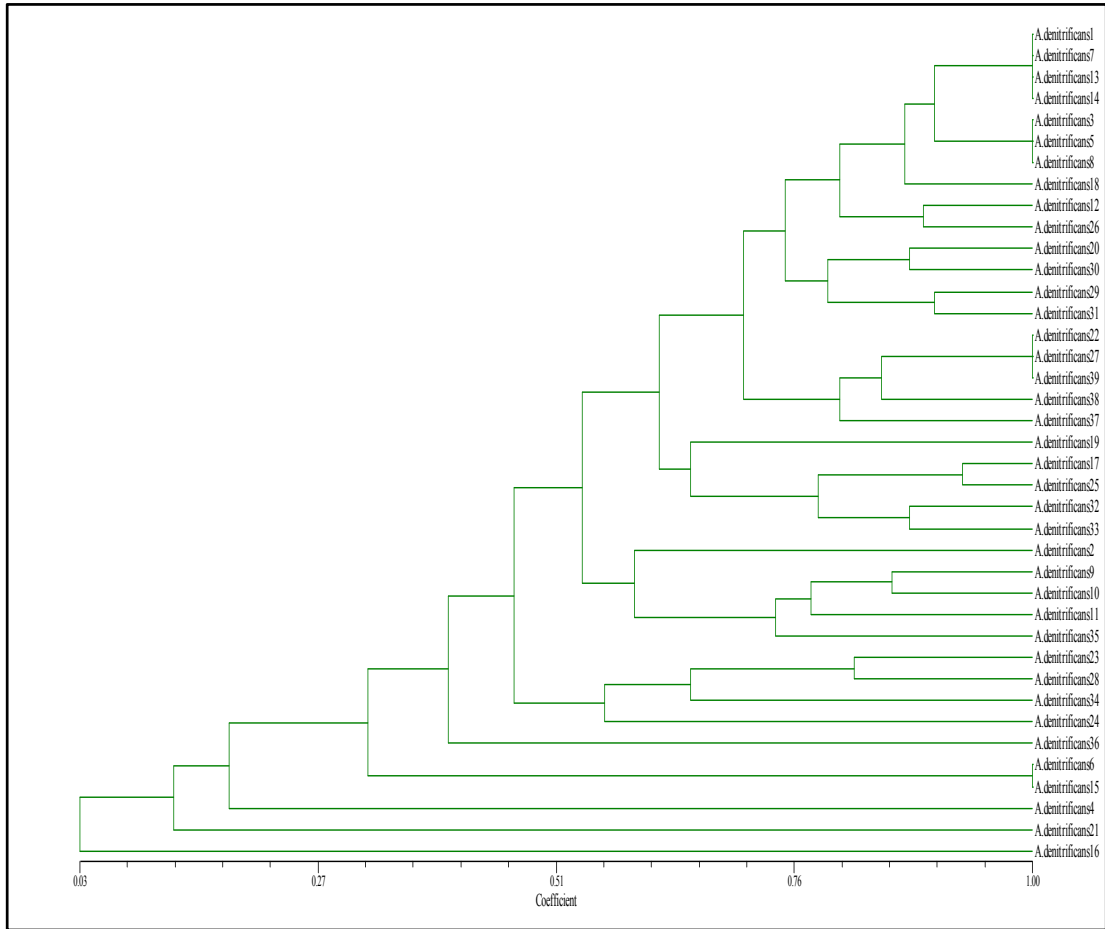
Sunulan çalışmada DNA'sı elemine edilen ve direnç gösterdiği bilinen 15 bakterinin tamamında plazmit tanımlanmıştır. Plazmitler birden çok direnç genini taşıyabilir ve bu genler duyarlı bakterilere aktararak onların direnç kazanmasına yol açarlar. Direnç plazmitlerinin çoklu antibiyotik direncinden sorumlu olduğu bilinmektedir (Karayakar ve ark. 2004; Nikaido, 2009). Yapılan bir çalışmada *S. typhi*, *K. pneumoniae*, *E. coli* ve *Proteus vulgaris* gibi bakterileri suşları arasında amfisilin, kloramfenikol, siprofloksasin, tetrasiklin ve nalidiksik asit direncinden sorumlu R plazmidlerinin aktarılabilirdiğini gösterilmiştir (Mandal ve ark., 2004). Benzer şekilde Cernat ve ark. (2002), nehir ekosisteminden izole edilen tüm R plazmitli suşlarda iki veya daha fazla antibiyotiğe karşı direnç olduğunu belirtmişlerdir.

Elektroforez sonucunda ortaya çıkan bu plazmit varlığı, çalışmamızdaki yüksek ÇAD indeksinin bakterilerin direnç plazmitlerini birbirlerine aktarabilme yeteneklerinden kaynaklanmış olabileceği sonucu ile uygunluk göstermektedir.

4.7. İzole Edilen Bakterilerin Antibiyotik Direnç Oranlarına Göre Dendrogramı

Dendrogramlar izolatların tüm antibiyotiklere (n=16) direnç ve duyarlılık durumlarına temel alınarak göre yapılmıştır.

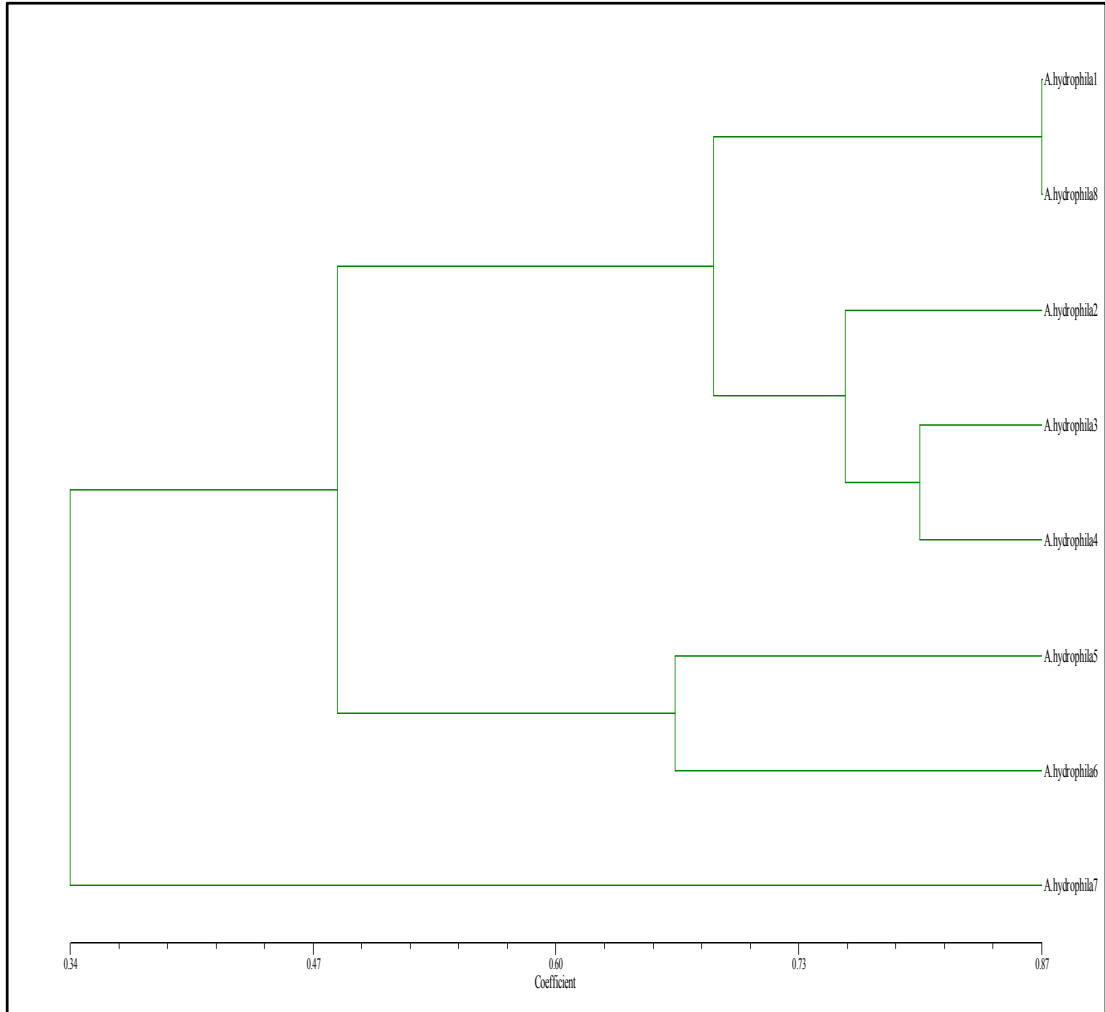
Gölbaşı gölünden elde edilen izolatların antibiyotik direnç profillerine göre dendrogramları Şekil 4.32 – 4.43’de gösterilmiştir.



Şekil 4.32. Gölbaşı gölü *A. denitrificans* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Gölbaşı gölünden izole edilen *A. denitrificans* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.03 benzerlik seviyesinde iki ana gruba ayrıldığı, 0.76 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 16 ana gruba ayrıldığı, grupların 11 tanesinin tekli, 5 tanesinin ise çoklu kümeler oluşturduğu görülmektedir. Çoklu kümelerden 1-7-13-14, 3-5-8, 6-15 ve 22-27-39 numaralı suşlar 1.00 benzerlik oranında kendi aralarında birbirleriyle benzer oldukları, 1-7-13-14 suşların 3-5-8 numaralı suşlarla

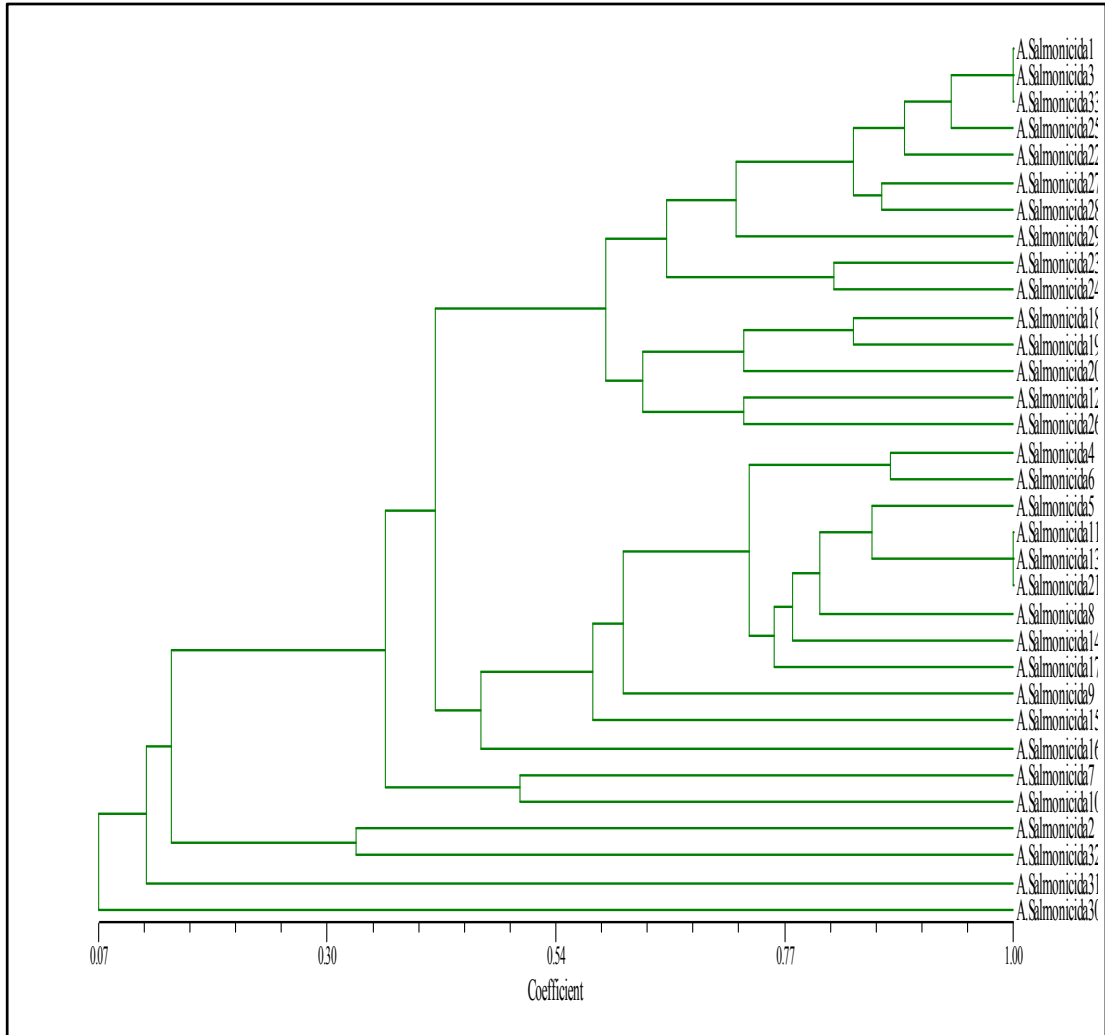
benzerlik oranının %90, 22-27-39 numaralı suşlarla %69, 6-15 numaralı suşlarla ise %33.6 oranında benzerlik gösterdiği gözlenmiştir. Bakteriler 0.51 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 7 farklı grup oluşturmakta ve bu gruplar 5 tane tekli, 2 tane de çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.32).



Şekil 4.33. Gölbaşı gölü *A. hydrophila* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Gölbaşı gölünden izole edilen *A. hydrophila* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.34 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.73 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 5 ana gruba ayrıldığı, grupların dört tanesinin tekli, bir tanesinin ise çoklu kümeler oluşturduğu görülmektedir. Çoklu kümelerden 1 ve 8 numaralı suşların 0.87 benzerlik oranında birbirleriyle benzer oldukları, bunların 2 numaralı suşla benzerlik oranının %68.4, 2 numaralı suş ile 3 ve 4 numaralı suşun

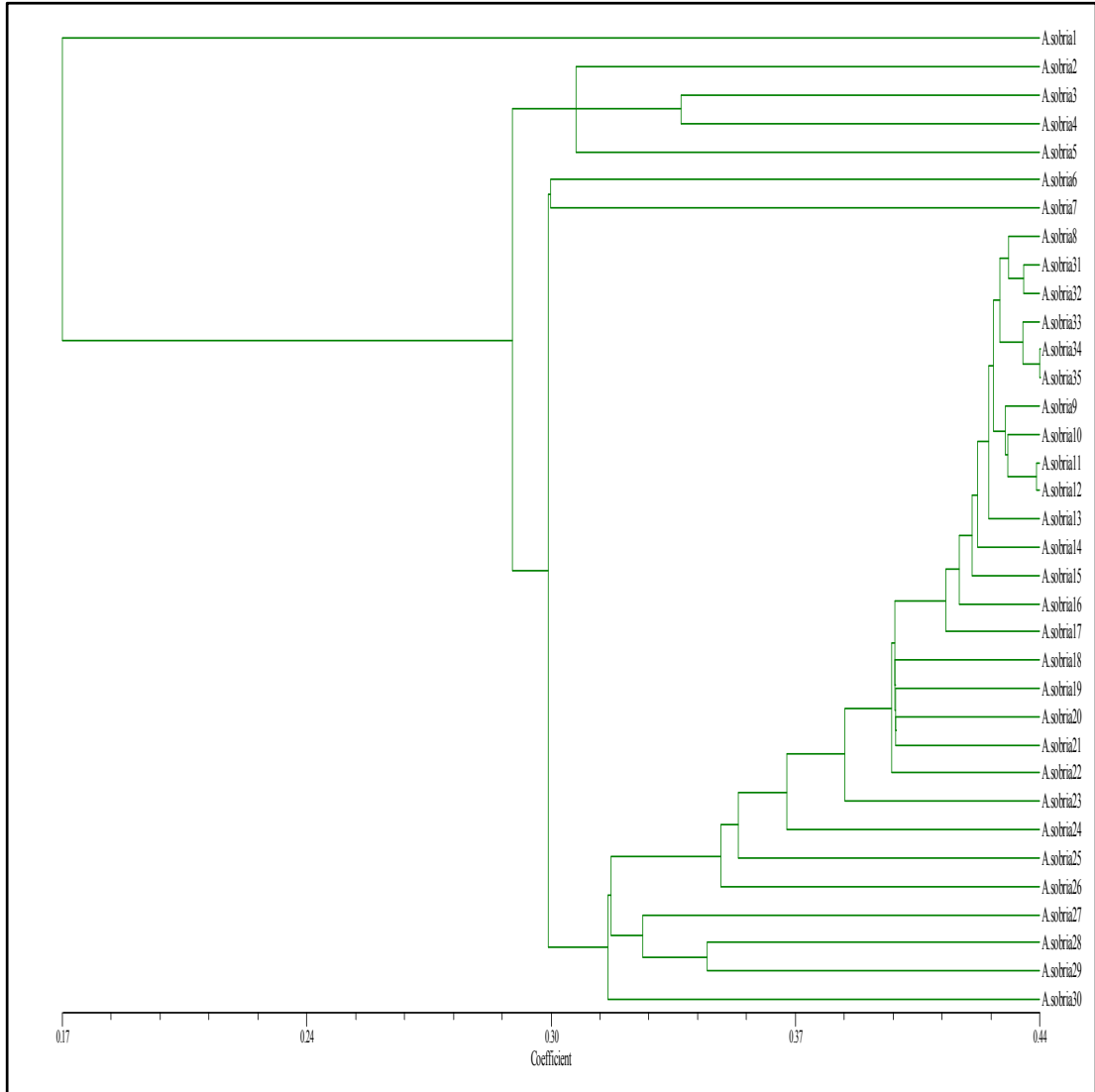
ise %80.5 oranında benzerlik gösterdiği gözlenmiştir. Bakteriler 0.60 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 3 farklı grup oluşturmakta ve bu gruplar 2 tane tekli, 1 tane de çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.33).



Şekil 4.34. Gölbaşı gölü *A. salmonicida* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Gölbaşı gölünden izole edilen *A. salmonicida* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.07 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.77 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 19 ana gruba ayrıldığı, grupların 14 tanesinin tekli, 5 tanesinin ise çoklu kümeler oluşturduğu görülmektedir. Çoklu kümelerden 1-3-33, 11-13-21 numaralı suşların 1.00 benzerlik oranında kendi aralarında birbirleriyle benzer oldukları, 1-3-33 numaralı suşların 25 numaralı suşla %95.7 oranında, 11-13-

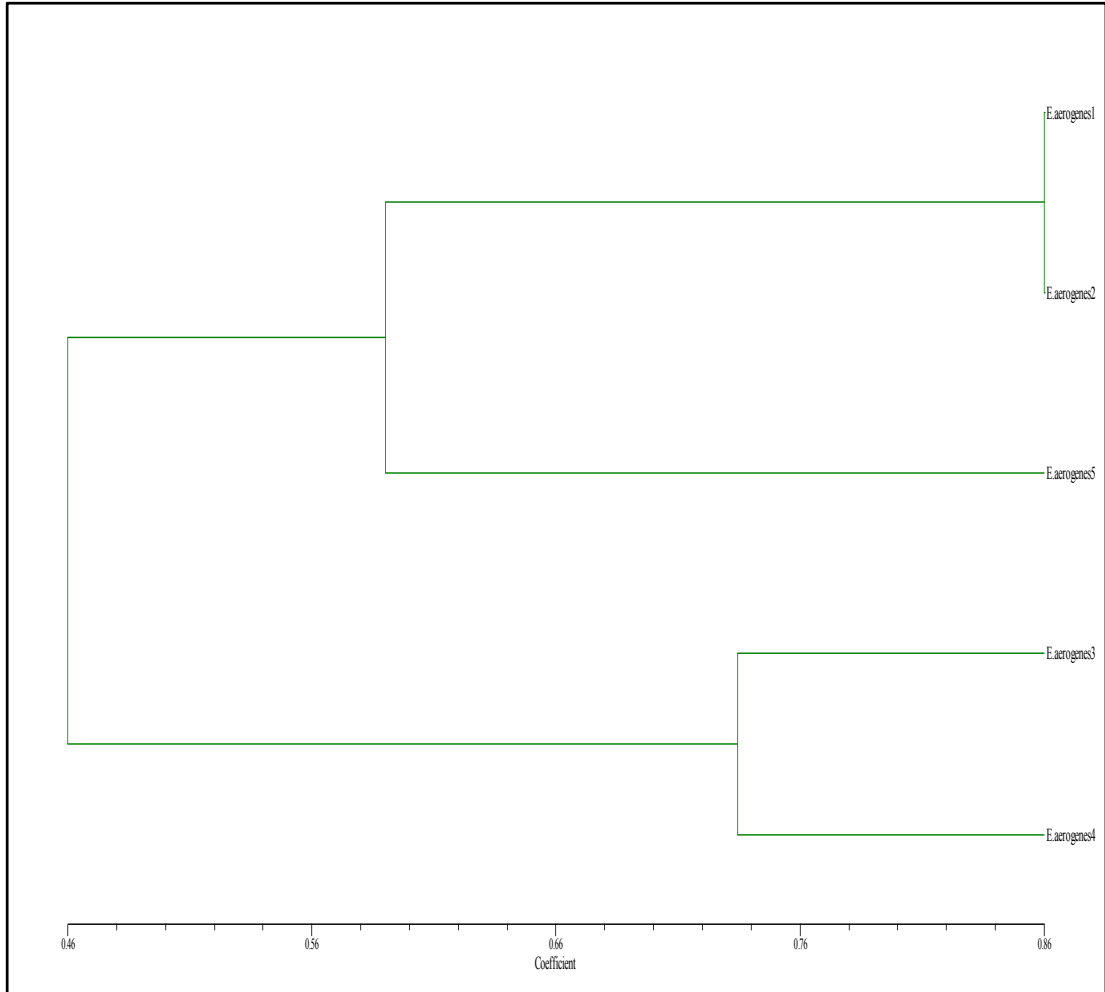
21 numaralı suşların 5 numaralı suşla %85.3 oranında benzerlik gösterdiği gözlenmiştir. Bakteriler 0.54 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 9 farklı grup oluşturmakta ve bu gruplar 7 tane tekli, 2 tane de çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.34)



Şekil 4.35. Gölbaşı gölü *A. sobria* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Gölbaşı gölünden izole edilen *A. sobria* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.17 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.37 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 15 ana gruba ayrıldığı, grupların ondört tanesinin tekli, bir tanesinin ise çoklu kümeler oluşturduğu görülmektedir. Çoklu

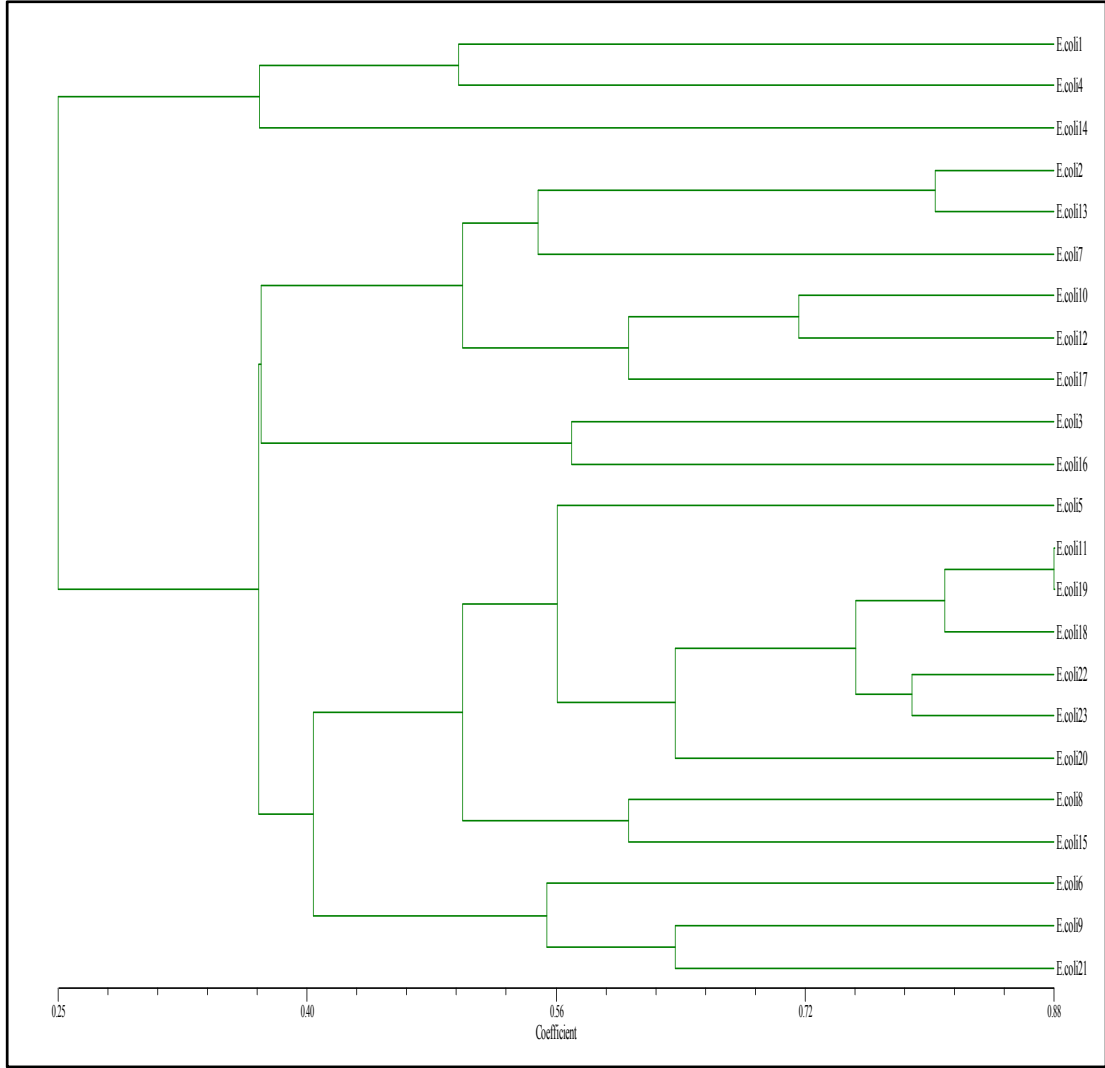
kümelerden 34 ve 35 numaralı suşların 0.44 benzerlik oranında, 11 ve 12 numaralı suşların 0.43 oranında birbirleriyle benzer oldukları, 11-12 numaralı suşların 9 ve 10 numaralı suşlarla ve 34-35 numaralı suşların ise 33 numaralı suşla benzerlik oranlarının %40-43 arasında olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.35).



Şekil 4.36. Gölbaşı gölü *E. aerogenes* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Gölbaşı gölünden izole edilen *E. aerogenes* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.46 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.76 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 4 ana gruba ayrıldığı, grupların 4 tanesinin de tekli grup oluşturduğu görülmektedir. 1-2 numaralı suşların 0.86 benzerlik seviyesinde birbirlerine benzediği bu suşların 5 numaralı suş ile %59.1 oranında benzediği görülmektedir. Bakteriler 0.66 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 3 farklı grup

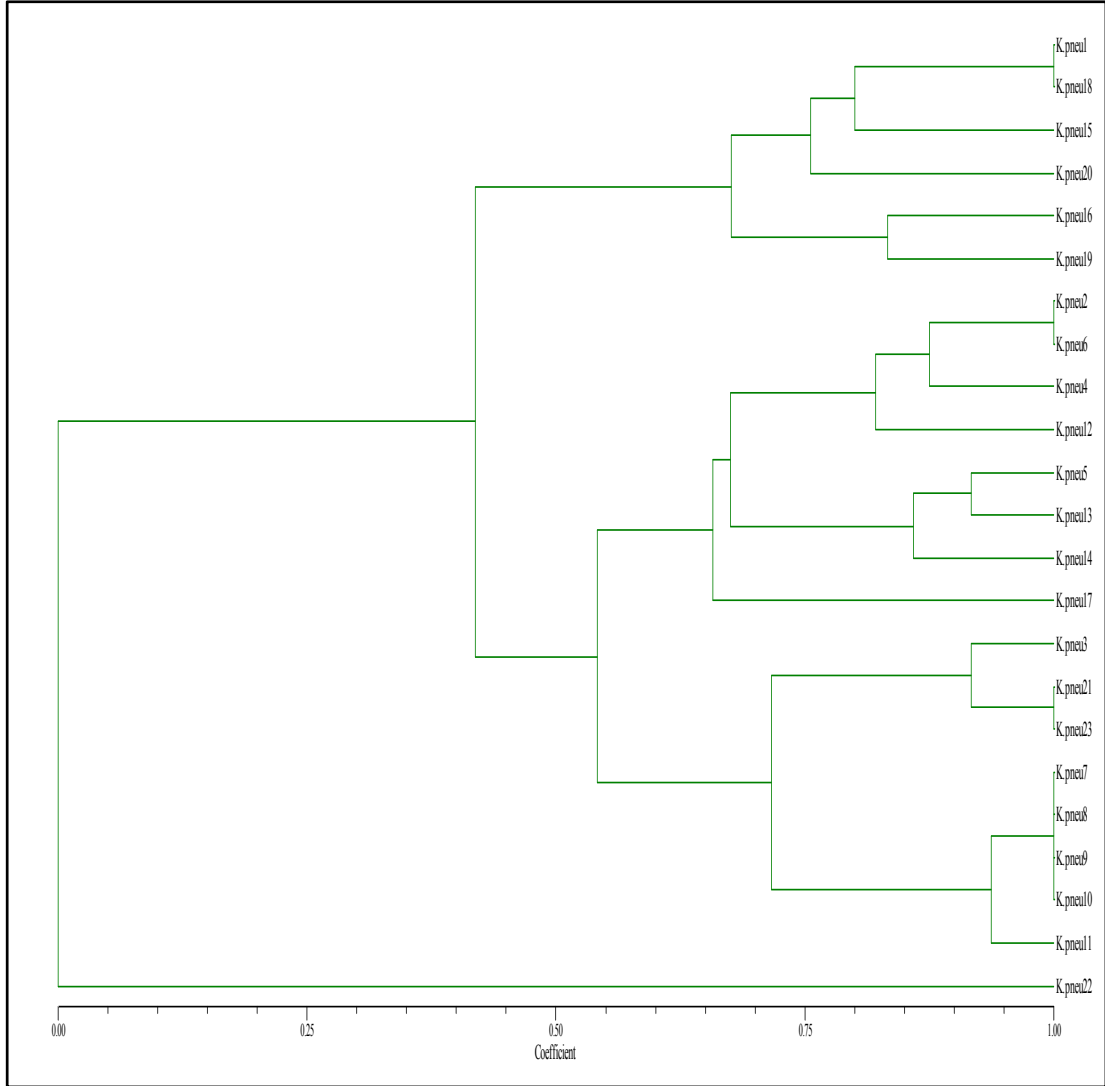
oluşturmakta ve bu gruplar 2 tane tekli, 1 tane de çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.36).



Şekil 4.37. Gölbaşı gölü *E. coli* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Gölbaşı gölünden izole edilen *E. coli* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.25 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.72 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 18 ana gruba ayrıldığı, grupların 16 tanesinin tekli, 2 tanesinin ise çoklu kümeler oluşturduğu görülmektedir. Çoklu kümelerden 11 ve 19 numaralı suşların 0.88 benzerlik oranında birbirlerine benzedikleri, bu suşlara en fazla benzeyen suşun %80.7 oranla 18 numaralı suş olduğu belirlenmiştir.

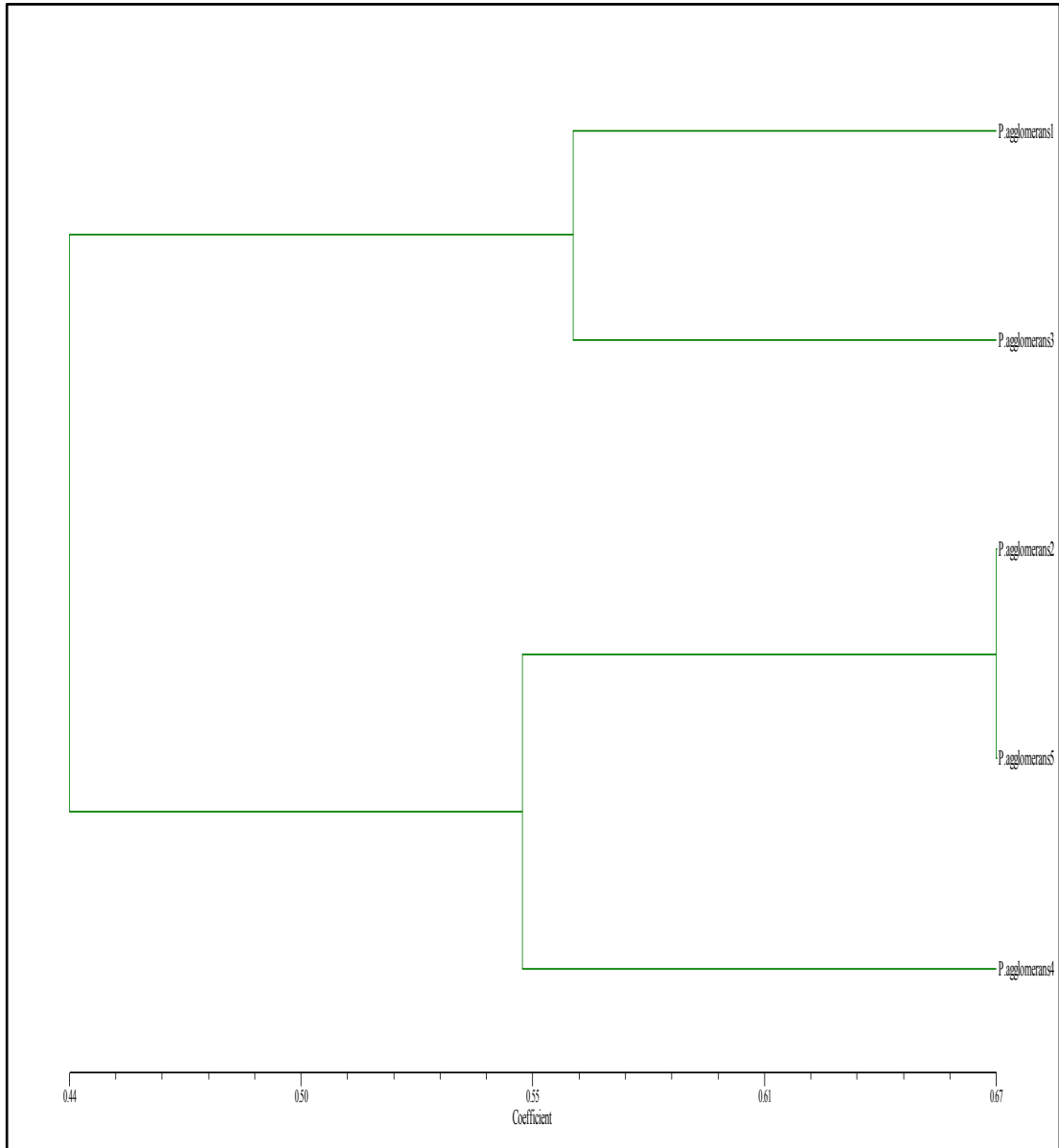
Bakteriler 0.56 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 10 farklı grup oluşturmakta ve bu gruplar 4 tane tekli ve 6 tane çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.37).



Şekil 4.38. Gölbaşı gölü *K. pneumoniae* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Gölbaşı gölünden izole edilen *K. pneumoniae* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.00 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 22 numaralı suşun diğer suşlardan tamamen farklı olduğu görülmektedir. Bakterilerin 0.75 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 8 ana gruba ayrıldığı, grupların 2 tanesinin tekli, 6 tanesinin ise çoklu kümeler oluşturduğu görülmektedir. Çoklu kümelerden 1-18, 2-6, 21-23 ve 7-8-9-10 numaralı suşların 1.00 seviyesinde kendi aralarında birbirlerine

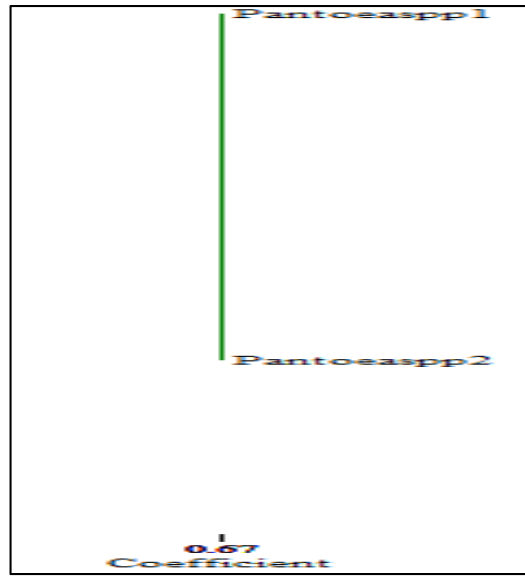
kendi aralarında birbirlerine benzer oldukları belirlenmiştir. 22 numaralı suş 14-23 numaralı suşlarla %81 oranında, 20 numaralı suş 12-17 numaralı suşlarla %94.2 oranında benzerlik göstermektedir. Bakteriler 0.56 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 7 farklı grup oluşturmakta ve bu gruplar 4 tane tekli ve 3 tane çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.39).



Şekil 4.40. Gölbaşı gölü *P. agglomerans* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

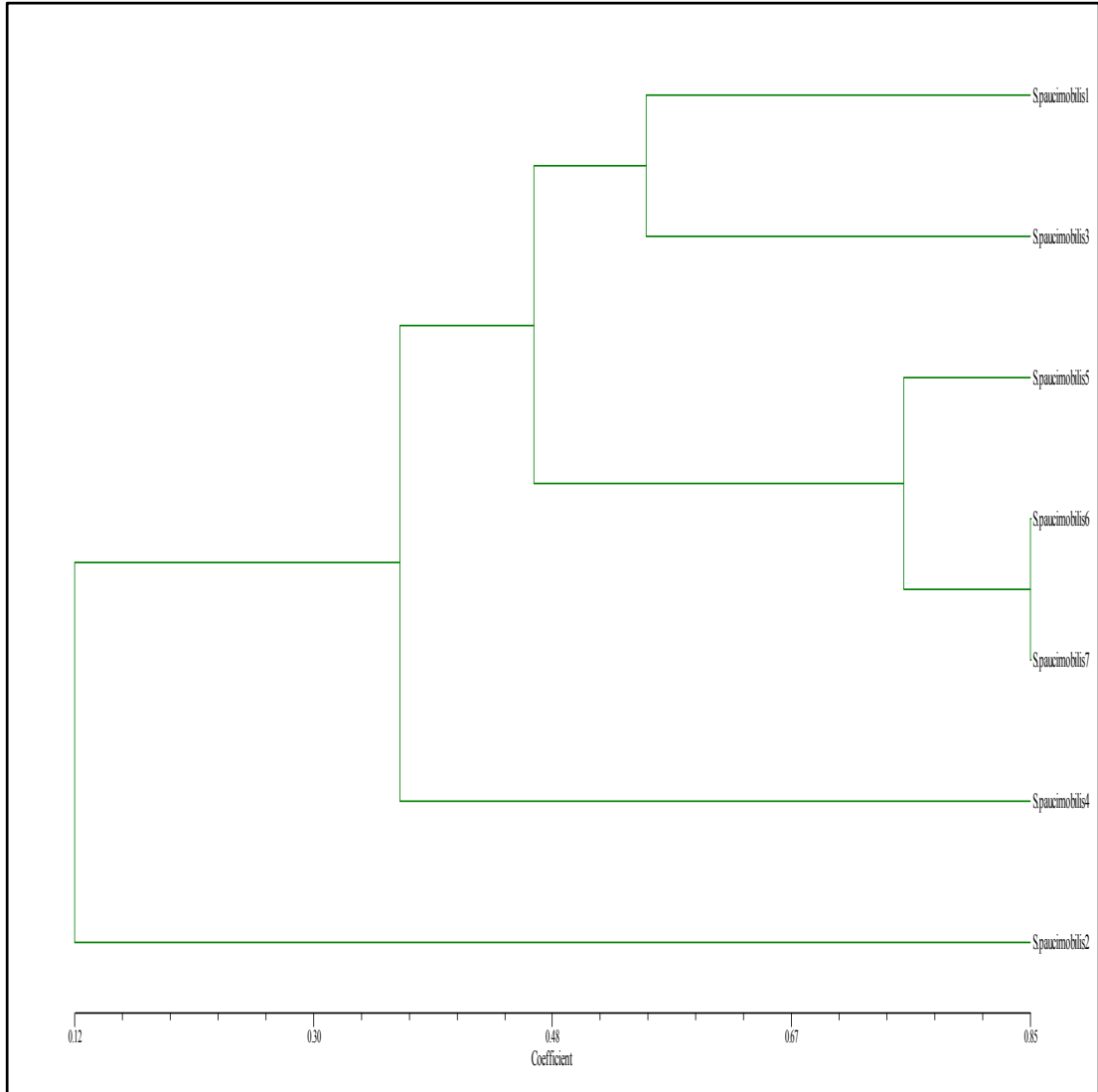
Gölbaşı gölünden izole edilen *P. agglomerans* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.44 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı

görülmektedir. Bakterilerin 0.61 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 4 ana gruba ayrıldığı 2 ve 5 numaralı suşların 0.67 seviyesinde birbirlerine benzer oldukları belirlenmiştir. Bakteriler 0.55 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 3 farklı grup oluşturmakta ve bu gruplar 2 tane tekli ve 1 tane çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.40).



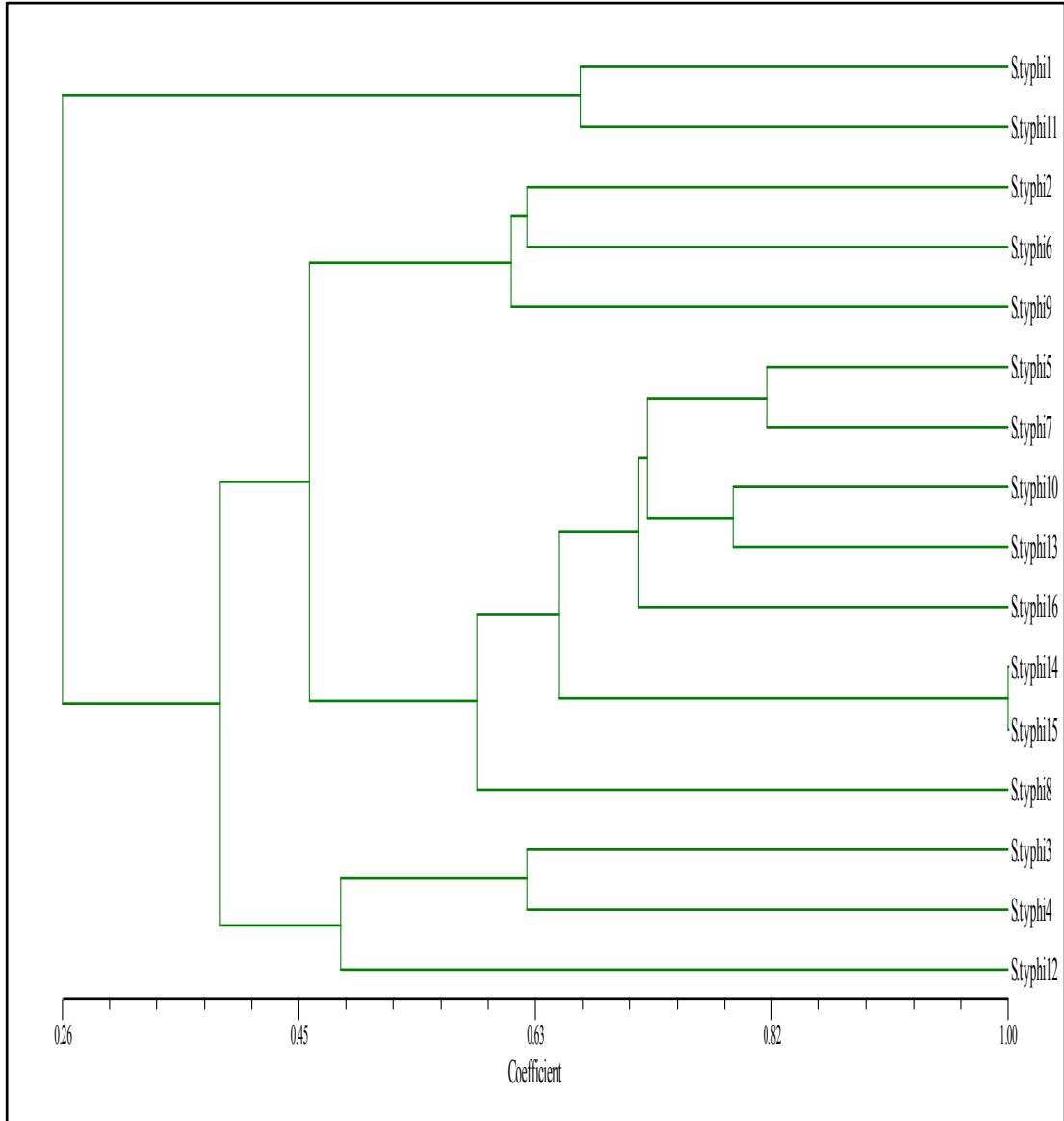
Şekil 4.41. Gölbaşı gölü *Pantoea* spp. antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Gölbaşı gölünden izole edilen *Pantoea* spp. izolatlarının dendrogramları incelendiğinde 0.67 seviyesinde birbirlerine benzer iki izolat bulunmuştur (Şekil 4.42).



Şekil 4.42. Gölbaşı gölü *S. paucimobilis* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

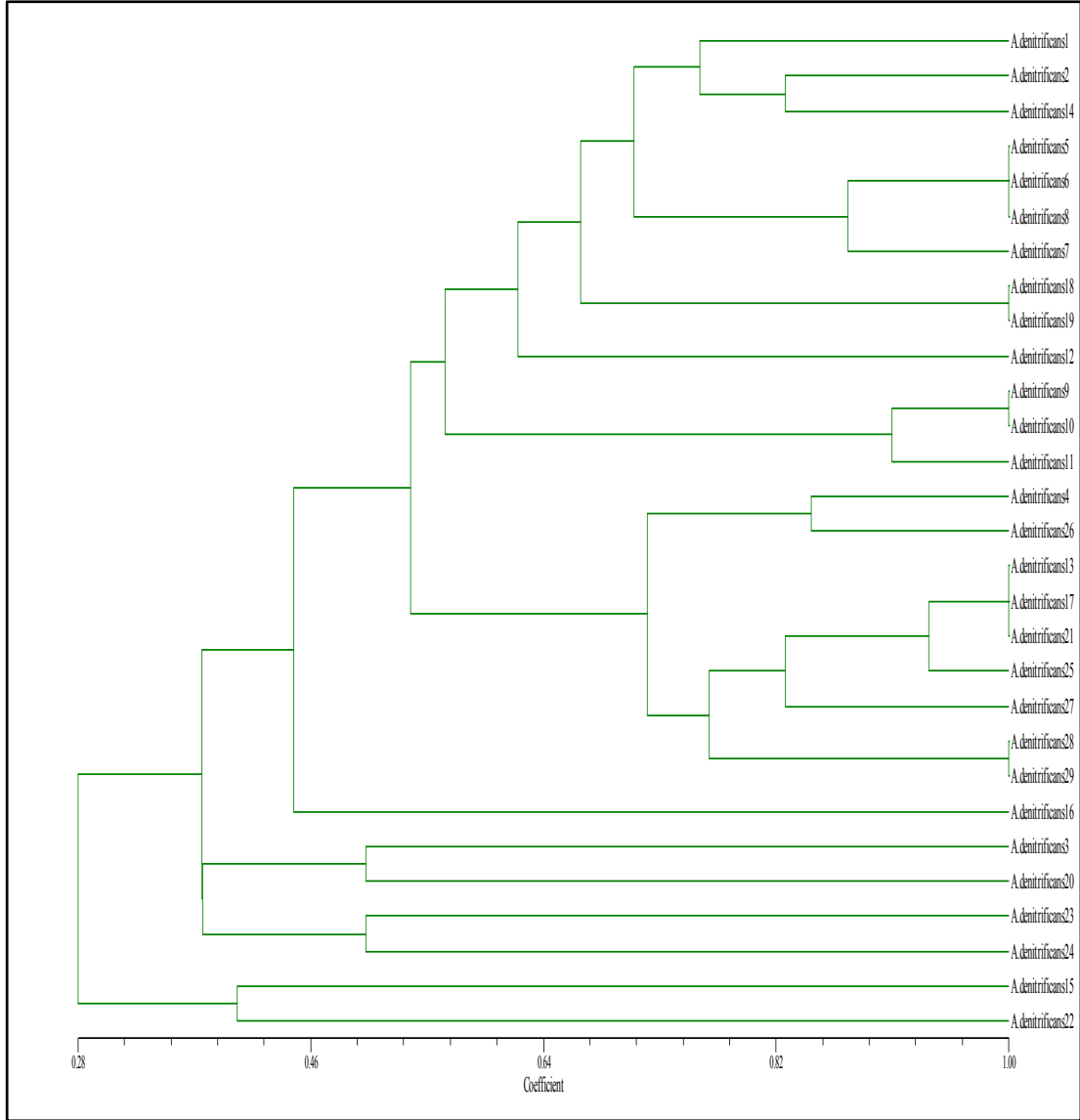
Gölbaşı gölünden izole edilen *S. paucimobilis* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.12 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı görülmektedir. Bakterilerin 0.67 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 5 ana gruba ayrıldığı, grupların 4 tanesinin tekli, 1 tanesinin ise çoklu kümeler oluşturduğu görülmektedir. Çoklu kümelerden 6-7 numaralı suşların 0.85 seviyesinde birbirlerine benzer oldukları belirlenmiştir. 5 numaralı suşun ise bu suşlarla %75.1 oranında benzer olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.42)



Şekil 4.43. Gölbaşı gölü *S. typhi* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Gölbaşı gölünden izole edilen *S. typhi* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.26 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı görülmektedir. Bakterilerin 0.82 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 15 ana gruba ayrıldığı, grupların hepsinin tekli kümeler oluşturduğu görülmektedir. 14 ve 15 numaralı suşların 1.00 seviyesinde birbirlerine benzer oldukları ve %64.2 oranında 5-7-10-13 ve 16 suşlarıyla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bakteriler 0.63 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 9 farklı grup oluşturmakta ve bu gruplar 7 tane tekli ve 2 tane çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.43).

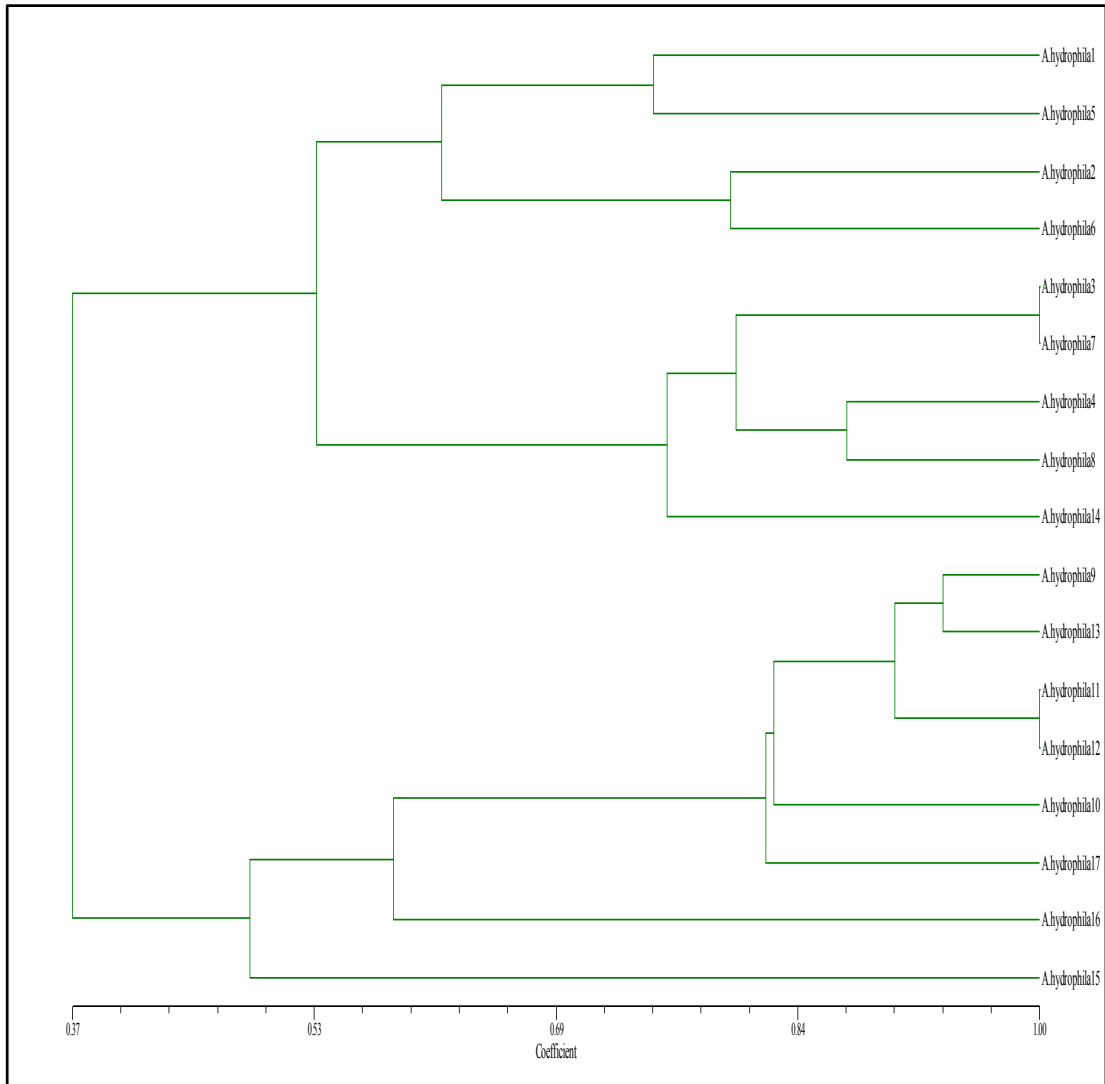
Azaplı gölünden elde edilen izolatların antibiyotik direnç profillerine göre dendrogramları Şekil 4.44 – 4.52’de gösterilmiştir.



Şekil 4.44. Azaplı gölü *A. denitrificans* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Azaplı gölünden izole edilen *A. denitrificans* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.28 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.82 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 16 farklı grup oluşturdukları, grupların 11 tanesinin tekli, 5 tanesinin de çoklu küme oluşturduğu gözlenmektedir. Çoklu gruplarda 5-6-8, 9-10, 18-19, 13-17-21, 28-29 numaralı suşların 1.00 benzerlik

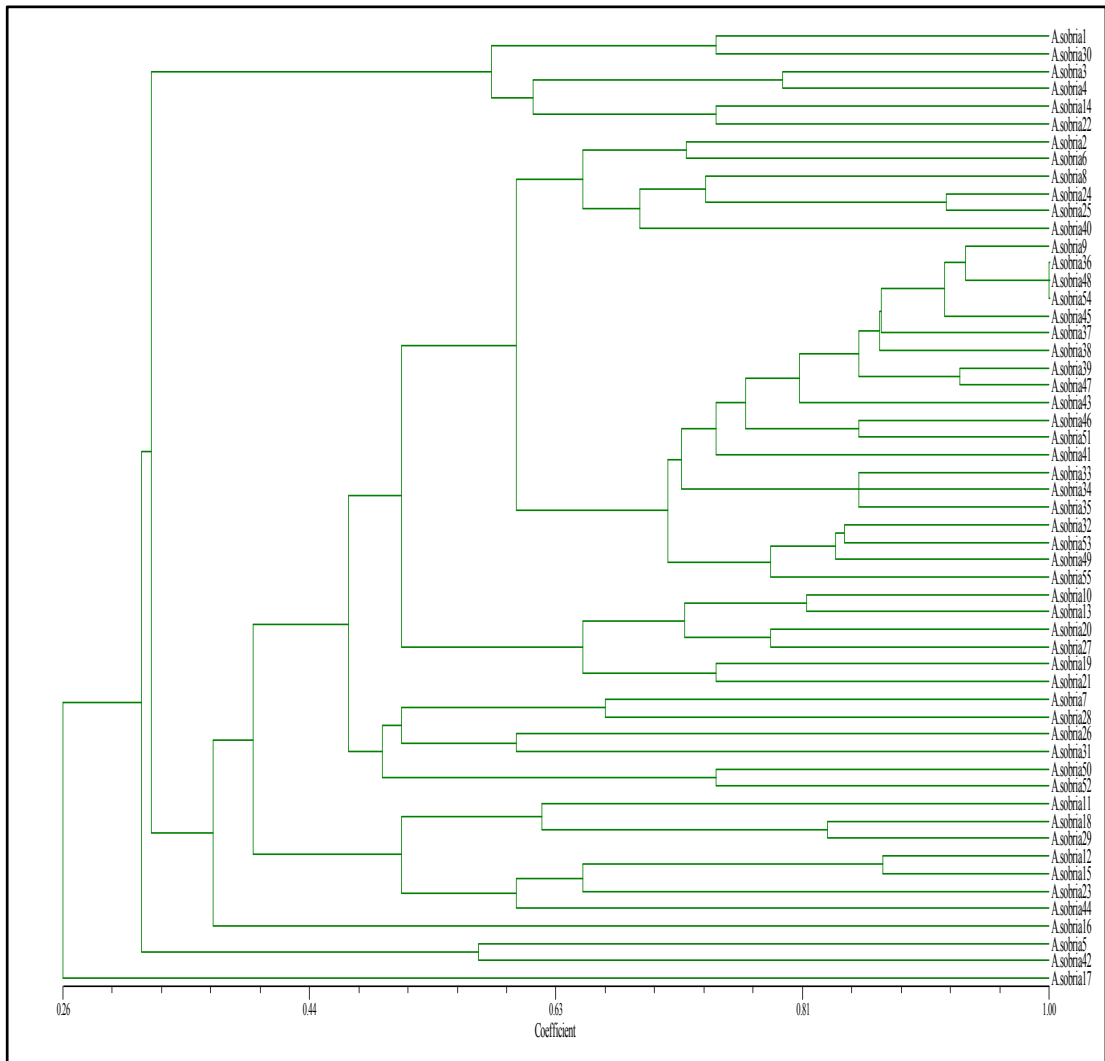
seviyesinde kendi aralarında birbirleriyle aynı oldukları, 13-17-21 numaralı suşların 25 numaralı suşla %93 oranında, 9-10 numaralı suşların 11 numaralı suşla %91.2 oranında ve 5-6-8 numaralı suşların 7 numaralı suş ile %88.2 oranında benzerlik gösterdiği gözlenmiştir. Bakteriler 0.64 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 11 farklı grup oluşturmakta, bu gruplar 8 tane tekli, 3 tane çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.44).



Şekil 4.45. Azaplı gölü *A. hydrophila* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Azaplı gölünden izole edilen *A. hydrophila* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.37 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.84 benzerlik seviyesine fenotipik olarak 12 farklı grup oluşturdıkları, grupların 10

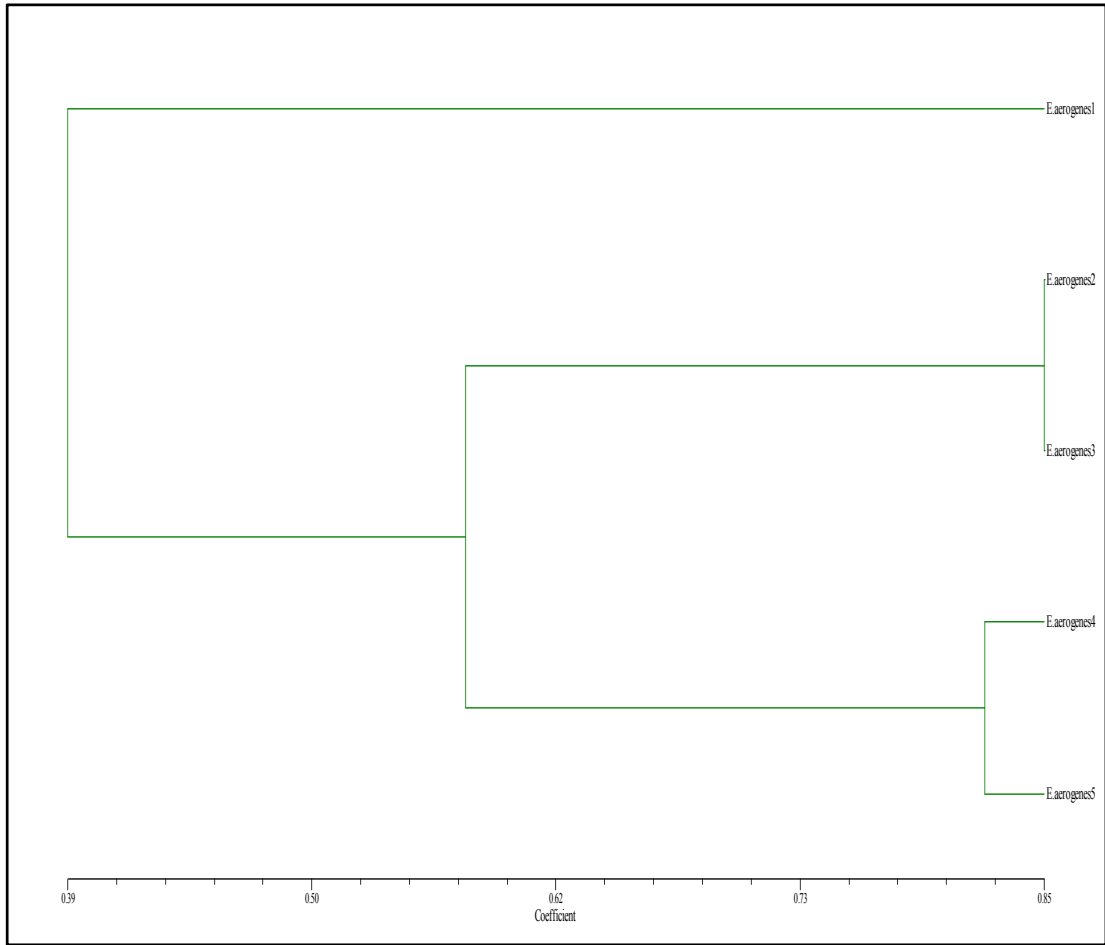
tanisinin tekli, 2 tanesinin de çoklu küme oluşturduğu gözlenmektedir. Çoklu gruplardan 11 ve 12 numaralı suşların ve tekli grupta 3 ile 7 numaralı suşların 1.00 benzerlik seviyesinde kendi aralarında birbirleriyle aynı oldukları, 4 ve 8 numaralı suşların 3-7 numaralı suşlarla %80.3 oranında, 9 ve 13 numaralı suşların 11-12 numaralı suşlarla %90.7 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bakteriler 0.69 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 6 farklı grup oluşturmakta, bu gruplar 2 tane tekli, 4 tane çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.45).



Şekil 4.46. Azaplı gölü *A. sobria* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Azaplı gölünden izole edilen *A. sobria* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.26 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.81

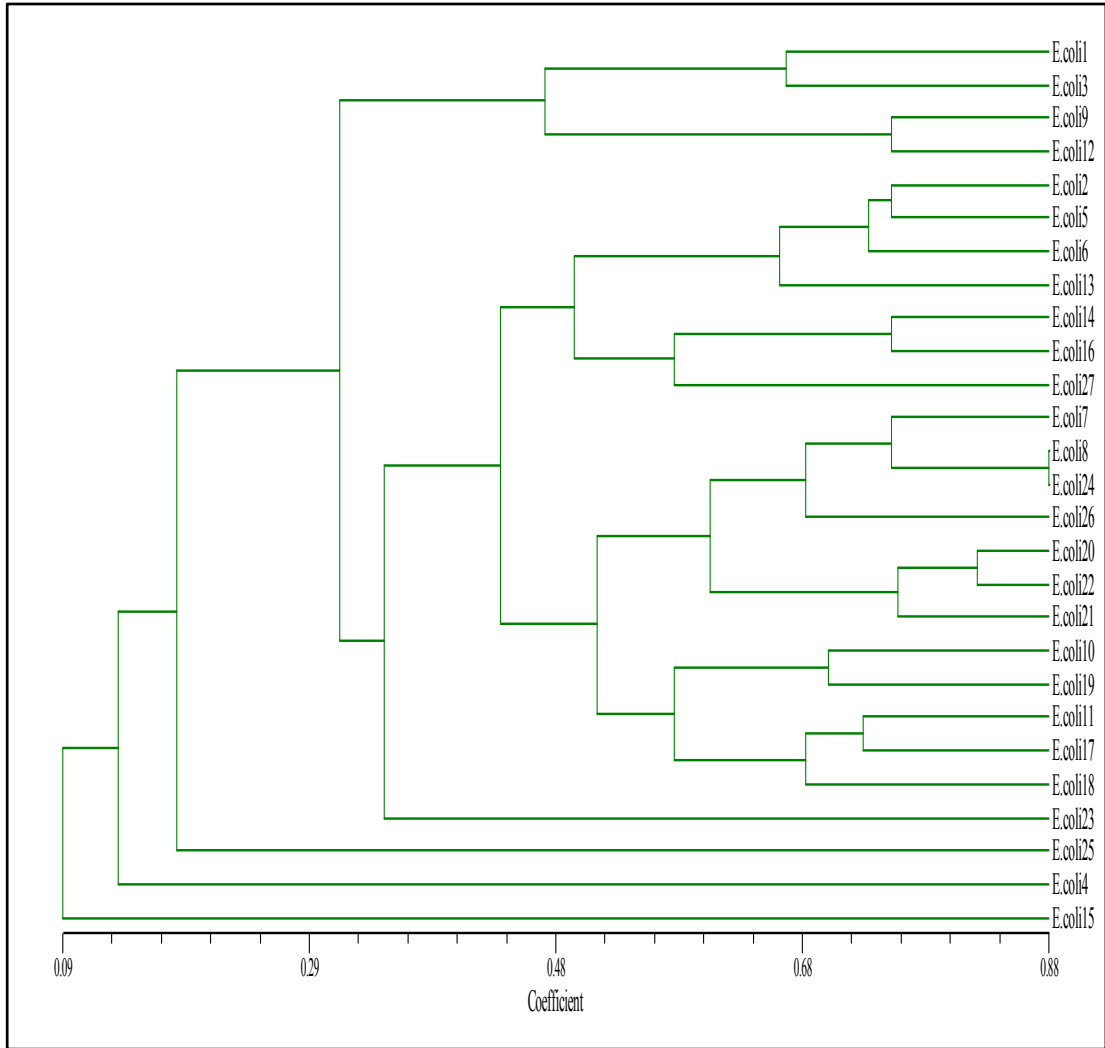
benzerlik seviyesine fenotipik olarak 38 farklı grup oluşturdukları, grupların 30 tanesinin tekli, 8 tanesinin de çoklu küme oluşturduğu gözlenmektedir. Çoklu gruplardan 36-48-54 numaralı suşların 1.00 benzerlik seviyesinde birbirleriyle aynı oldukları ve 9 numaralı suşun bunlarla %93 oranında, 45 numaralı suşun ise %91.4 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bakteriler 0.63 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 18 farklı grup oluşturmakta, bu gruplar 8 tane tekli, 10 tane çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.46).



Şekil 4.47. Azaplı gölü *E. aerogenes* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Azaplı gölünden izole edilen *E. aerogenes* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.39 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı ve 1 numaralı suşun diğer suşlarla 0.39 seviyesinde benzerlik gösterdiği görülmektedir. 0.62 benzerlik seviyesine fenotipik olarak 3 farklı grup oluşturdukları, grupların 1 tanesinin

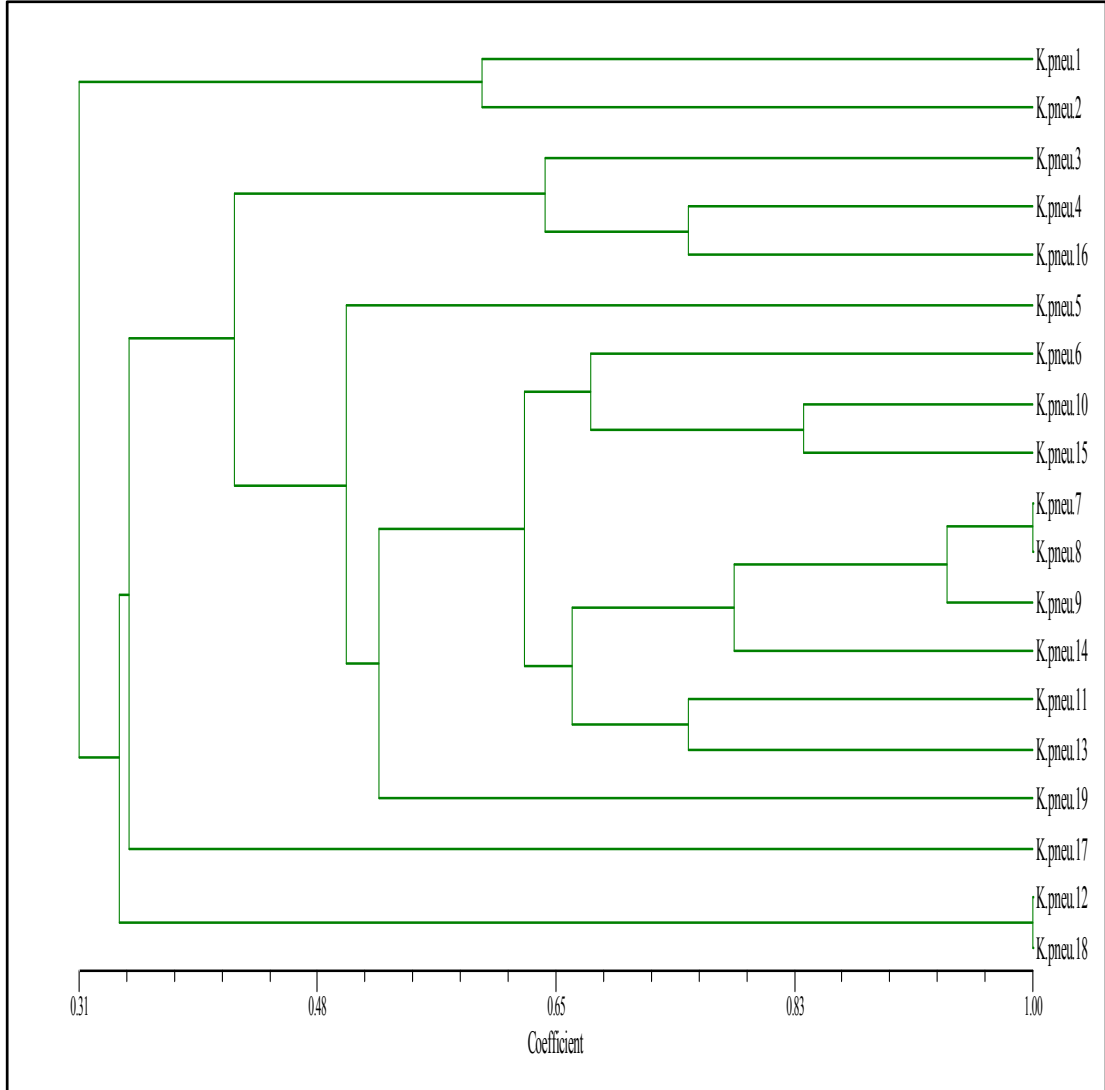
tekli, 2 tanesinin de çoklu küme oluşturduğu gözlenmektedir. Çoklu gruplardan 2 ve 3 numaralı suşların 0.85 benzerlik seviyesinde birbirleriyle aynı oldukları ve 4 ile 5 numaralı suşların %83.4 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.47).



Şekil 4.48. Azaplı gölü *E. coli* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Azaplı Gölünden izole edilen *E. coli* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.09 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.68 benzerlik seviyesinde fenotipik olarak 15 farklı grup oluşturdukları, grupların 8 tanesinin tekli, 7 tanesinin de çoklu küme oluşturduğu gözlenmektedir. Çoklu gruplardan 8 ile 24 numaralı suşların 0.88 benzerlik seviyesinde birbirlerine

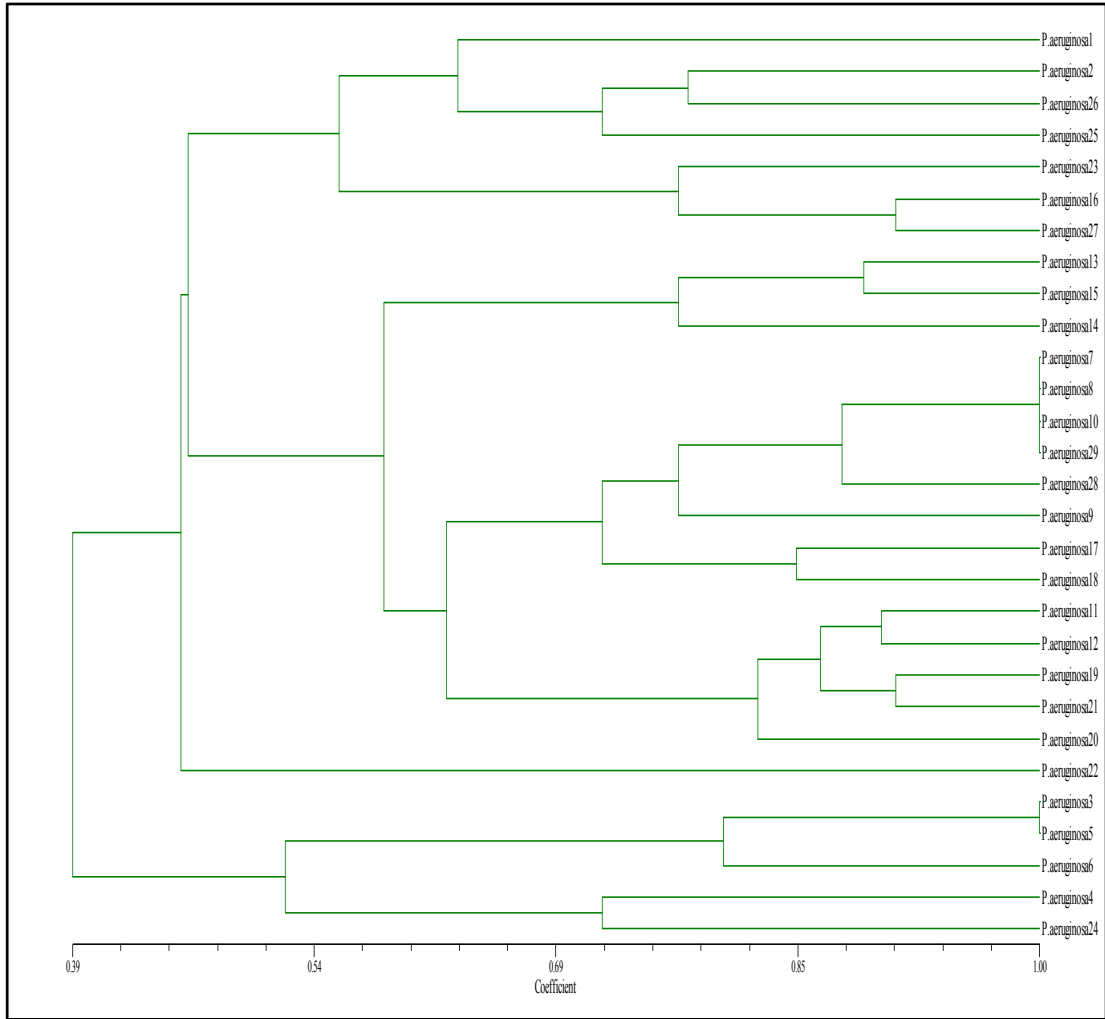
benzedikleri, 7 numaralı suşun %75 oranla bunlara benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.48)



Şekil 4.49. Azaplı gölü *K. pneumoniae* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Azaplı gölünden izole edilen *K. pneumoniae* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.31 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.83 benzerlik seviyesine fenotipik olarak 15 farklı grup oluşturdukları, grupların 13 tanesinin tekli, 2 tanesinin de çoklu küme oluşturduğu gözlenmektedir. Çoklu gruplardan 12-18 ve 7-8 numaralı suşların 1.00 benzerlik seviyesinde kendi aralarında birbirleriyle benzer oldukları, 9 numaralı suşun 7-8 numaralı suşlara %94.2 oranında

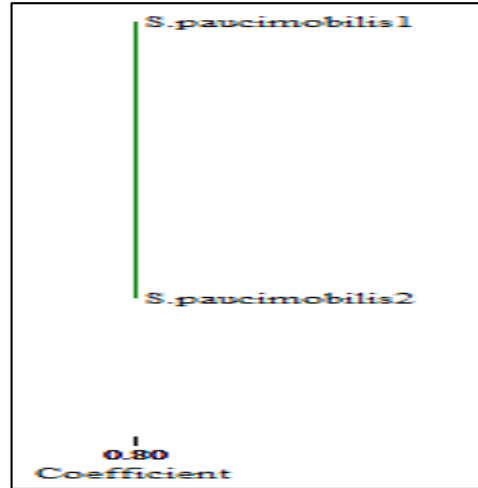
benzediği belirlenmiştir. Bakteriler 0.65 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 10 farklı grup oluşturmakta, bu gruplar 7 tane tekli, 3 tane çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.49).



Şekil 4.50. Azaplı gölü *P. aeruginosa* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

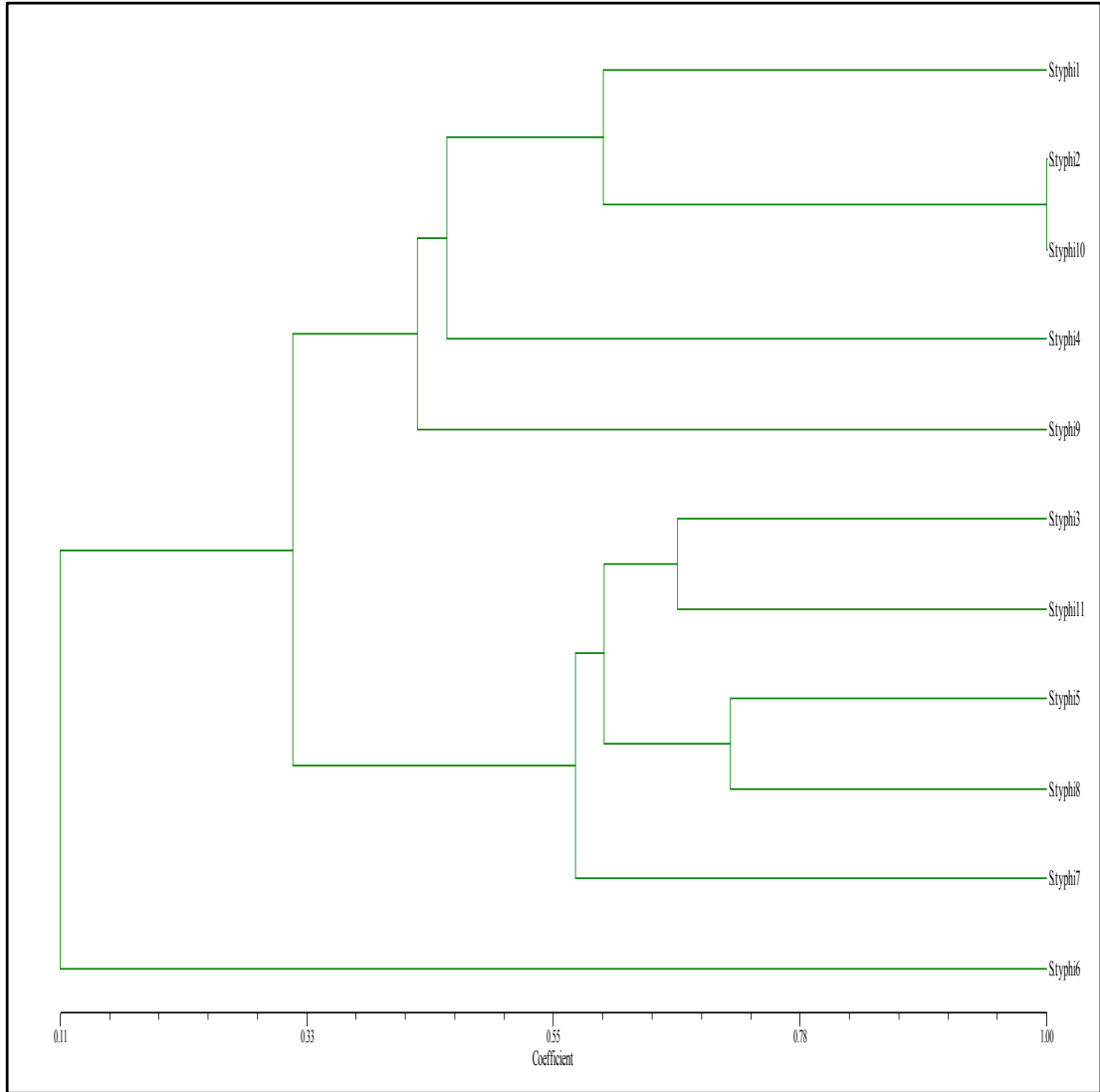
Azaplı gölünden izole edilen *P. aeruginosa* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.39 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.85 benzerlik seviyesine fenotipik olarak 19 farklı grup oluşturdukları, grupların 15 tanesinin tekli, 4 tanesinin de çoklu küme oluşturduğu gözlenmektedir. Çoklu gruplardan 7-8-10-29 ve 3-5 numaralı suşların 1.00 benzerlik seviyesinde kendi aralarında birbirleriyle benzer oldukları, 28 numaralı suşun 7-8-10-29 numaralı suşlara

%88.3 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bakteriler 0.69 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 9 farklı grup oluşturmakta, bu gruplar 2 tane tekli, 7 tane çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.50).



Şekil 4.51. Azaplı gölü *S. paucimobilis* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Azaplı Gölünden izole edilen *S. paucimobilis* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde 0.80 benzerlik seviyesine benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.51)



Şekil 4.52. Azaplı gölü *S. typhi* antibiyotik dirençlilik dendrogramı

Azaplı gölünden izole edilen *S. typhi* izolatlarının dendrogramları incelendiğinde başlangıçta 0.11 benzerlik seviyesinde iki gruba ayrıldığı, 0.78 benzerlik seviyesine fenotipik olarak 10 farklı grup oluşturdukları, grupların hepsinin tekli küme oluşturduğu gözlenmektedir. 6 numaralı suşun diğer suşlarla %11 oranında benzerlik gösterdiği, 2 ve 10 numaralı suşların 1.00 seviyesinde birbirlerine benzediği belirlenmiştir. Bakteriler 0.55 benzerlik seviyesinde ise fenotipik olarak 5 farklı grup oluşturmakta, bu gruplar 3 tane tekli, 2 tane çoklu kümeden meydana gelmektedir (Şekil 4.52)

Bakteriler arasındaki farklılıkların belirlenebilmesi için fenotipik veya moleküler birçok tiplendirme metodları kullanılmaktadır. Tiplendirme sonucunda çalışılan suşların birbiriyle ilişkili olup olmadıkları ortaya konulmuştur. Dinç ve ark. (2013), tüketime sunulan alabalıklarda *A. hydrophila* varlığını ve antibakteriyel duyarlılıklarını belirledikleri çalışmalarında *A. hydrophila* izolatları arasındaki çeşitliliği ve fenotipik varyasyonları göstermiş, elde edilen verilerin aşı ya da teşhis kitlerinde kullanılmak üzere ülkemizi temsil eden dominant izolatın belirlenmesinde kullanılabileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde Arslan ve ark. (2009), *Staphylococcus aureus* ve *S. intermedius* suşlarının tiplendirmesini yapmış ve elde ettiği dendrogram sonucunda verilerin aşı çalışmalarında kullanılabileceğini belirtmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sunulan çalışmada Gölbaşı ve Azaplı göllerinin bazı fiziksel parametreleri (sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik), mikrobiyal kirlilik düzeyleri ile antibiyotik direnç özellikleri ortaya konulmuştur.

Su yaşam için vazgeçilmez bir unsurdur. İnsanlar kendileri için gerekli suyu akarsulardan, yer altı su kaynaklarından ve göllerden alarak ihtiyaçları doğrultusunda kullanırlar. Fakat bu kullanılan su ortadan yok olmaz sonuçta tekrardan akarsulara, yer altı su kaynaklarına, göllere ve denizlere döner. Bu döngü sırasında suda fiziksel, kimyasal ve biyolojik içerik bakımından birçok değişiklik olması kaçınılmazdır. Suyun kullanıldıktan sonra tekrar kaynağına dönmesi sırasında su kaynaklarının korunabilmesi için mutlaka bu geri dönen suyun arıtılarak zararlı mikroorganizmalardan temizlenmesi gereklidir.

Çalışmamızda her iki gölde ortalama sıcaklık (Gölbaşı; 16.34 ± 3.93 , Azaplı $17.14 \pm 3.78^{\circ}\text{C}$), pH (Gölbaşı; 8.26 ± 0.05 , Azaplı; 8.06 ± 0.01), çözülmüş oksijen (Gölbaşı; 8.28 ± 1.46 , Azaplı; 8.11 ± 1.38 mg/L) ve elektriksel iletkenlik (Gölbaşı; 214.74 ± 25.75 , Azaplı; 219.73 ± 29.33 $\mu\text{mhos/cm}$) bakımından kıta içi yüzeysel su kaynakları sınıflandırmasına göre iyi durumda olmasına rağmen, koliform bakteriler (>1100) ve fekal streptokok gibi insan sağlığı açısından tehlikeli bakterileri de içermektedir. Mikrobiyolojik kirlilik indikatörü olan bu türlerin insan ve hayvan dışkıları dolayısıyla kanalizasyon yoluyla göllere ulaştığı aşıkardır. Tartışma bölümünde değinildiği gibi göllerin çoğu kanalizasyon sistemi olmayan yerleşim merkezleri arasında olmasından dolayı, insanlar tarafından piknik alanı olarak kullanılması, hayvanların otlatma ve tarım alanlarının yakınında bulunması kirliliğin en önemli nedenlerini oluşturmaktadır.

Elde edilen verilerde, bu gibi yerlerden izole edilen bakterilerde yüksek antibiyotik dirençlilik oranı ile yüksek çoklu antibiyotik direnç frekansları da bakteriyel kirlilik tehlikesini kat kat artırmaktadır.

Şüphesiz ki sorunun çözümünde en önemli sorumluluk yine bu çevrede yaşayan insanlara düşmekle birlikte, yerel yönetimler ile Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğüne’de büyük sorumluluklar düşmektedir. Bir an önce Azaplı ve Gölbaşı gölleri için gerekli önlemler alınmalı, insanlar bireysel olarak neden oldukları kirliliğe karşı bilinçlendirilmeli, yerel yönetimler gerekli kanalizasyon altyapısını ve arıtma tesislerini kurarak, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’de gerekli denetimleri yaparak konuya destek olmalıdırlar.

KAYNAKLAR

- ABEYTA, C, KAYSNER, C.A., WEKELL, M.M., STOTT, R.F., 1990. Incidence of Motile aeromonads from United States West Coast Shellfish Growing Estuaries. J.Food Protect., 53: 849-852.
- AKÇAM, F. Z., GÖNEN, İ., KAYA, O., ve YAYLI, G., 2004. Hastane İnfeksiyonu Etkeni Enterobakterilerde Beta-Laktam Antibiyotiklere Duyarlılık ve ESBL Sıklığının Araştırılması.Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 11(1):6-9.
- AKIN, L., 2004. Gıda ve Su Kaynaklı Enfeksiyon Hastalıklarının Epidemiyolojisi. Gıda Ve Su Kaynaklı Enfeksiyon Etkenlerinin Laboratuvar Tanısı Ve Standardizasyon Workshop Eğitim Programı, Ankara.
- AKKAN, G., 1997. Antibiyotiklerin Sınıflandırılmaları. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Pratikte Antibiyotik Kullanımı Sempozyumu 2 - 3 Mayıs 1997, İstanbul, s. 53-62.
- AKKAN, T., KAYA, A., DİNÇER, S., 2011. Hastane Atık Sularıyla Kontamine Edilen Deniz Suyundan İzole Edilen Gram Negatif Bakterilerin Sefalosporin Grubu Antibiyotiklere Karşı Direnç Düzeyleri. Türk Mikrobiyol Cem Derg 41(1):18-21.
- AKMAN, Y., KETENOĞLU, O., EVREN, H., KURT, L., DÜZENLİ, S., 2000. “Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara s. 268.
- AKTÜRK, S., MATYAR, F., ve DİNÇER, S. 2010. Adana-Tufanbeyli Yol Hattındaki Çeşme Sularından İzole Edilen Gram Negatif Bakterilerin Antibiyotik Dirençlerinin İncelenmesi. Türk mikrobiyol. Cem. Derg. 40(1): 54-59.
- ALBERT, M.J., ANSARUZZAMAN, M., TALUKDER, K.A., CHOPRA, A.K., KUHN, I., RAHMAN, M., FARUQUE, A.S.G., ISLAM, M.S., SACK, R.B., MOLLYBY, R., 2000. Prevalence of Enterotoxin Genes in *Aeromonas* spp. Isolated from Children With Diarrhea, Healthy Controls, and the Environment. J.Clin. Microbiol., 38 (10): 3785-3790.
- ALKAN, U., ÇALIŞKAN, S., MESCİOĞLU, Ü., 1999. Uluabat gölünün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi. Eko. Çev. Kor. 33: 3–5.

- AN, J.Y., KAMPBELL, D.H. and BREIDENBACH, G.P. 2002. *E. coli* and Total Coliforms in Water and Sediments at Lake Marines, *Environmental Pollution*, 120, 771-778.
- AN, J.Y. and BREIDENBACH, G.P., 2005. Monitoring *E. coli* and Total Coliforms in Natural Spring Waters as Related to Recreational Mountain Areas, *Environmental Monitoring and Assessment*, 102, 131-137.
- ANONYMOUS., 1978. Mikrobiyolojik Handbuch, E.Merck,Darmstad.
- ANONİM, 2006. Management of Multidrug-Resistant Organisms in Healthcare Settings. (CDC-Infection Control Guidelines). <http://www.cdc.gov/ncidod/>.
- APHA.,1992. Microbial examination. in standars Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. Greenberg AE, Clesceri LS, Eaton AD, editors. pp.9.1-9.147. American Public Health Association Washington DC.
- ARIZCUN, C., BARCINA, Y., and TORRE, P., 1997. Identification and Characterization of Proteolytic Activity of *Enterococcus spp.* Isolated from Milk and Roncal and Idiazabal cheese. *Int. J. Food Microbiol.* 38: 17-24.
- ARSLAN, E., ERTUĞRUL, K. ve ALBAYRAK, A.İ., 2009. *Staphylococcus auerus* ve *Staphylococcus intermedius* Suşlarının REP-PZR Metodu ile Tiplendirilmesi. *S. Ü. Fen Fak. Derg.* 34, 85-92.
- ATLAS, M.R. 2005. Handbook of Media for Environmental Microbiology. Second Edition. CRC Press. Boca Raton, FL. 664 p.
- AVCI, S., BAKICI, M. Z., ve ERANDAÇ, M., 2006. Tokat ilindeki içme Sularının Koliform Bakteriler yönünden Araştırılması. *C. Ü. Tıp Fakültesi Dergisi* 28(4):107-112.
- AYAZ, C., 2008. Beta laktamların genel özellikleri ve penisilinler. 3. Baskı Enfeksiyon hastalıkları ve mikrobiyolojisi sistemlere göre enfeksiyonlar ed: Topçu AW, Söyletir G, Doğanay M. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. p. 266-278.
- BALCI, R.C., 2007. Seyhan Baraj Gölünün Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi ve *Enterobacteriaceae* Üyelerinde Antibiyotik Dirençliliği. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Adana, 79 s.

- BALKWILL, D.L., FREDERIKSON, J.K., and ROMINE, M.F., 2003. *Sphingomonas* and related genera, In: Dworkin M, Falkow S, Rosenberg E, Schleifer K-H, Stackebrandt E (eds), The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community. 3rd ed. Springer Verlag, New York.
- BAUER, A.W., KIRBY, W.M.M., SHERRIS, J.C. and TURCK, M., 1966. Antibiotic Susceptibility Testing By a Standardized Single Disk Method. Am J Clin Path 45: 493–496.
- BİLGEHAN, H., 2004. Klinik Mikrobiyolojik Tanı. Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, İzmir, s: 182-184.
- BULUT, C., ATAY, R., UYSAL, K., ve KÖSE, E., 2011. Karakuyu Gölü (Afyon) Yüzey Suyu Kalitesindeki Mevsimsel Değişimlerin Değerlendirilmesi. Dumlupınar Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 24- 1-8.
- BULUT, C., ATAY, R., ve UYSAL, K., (2009). Eğirdir Gölü’nde Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimi ve Limnolojik Açından Değerlendirilmesi. Anadolu University Journal of Science And Technology. 10(2): 447-454.
- CERNAT, R., LAZAR, V., BALOTESCU, C., COTAR, A., COIPAN, E.. and COJOCARU, C. 2002. Distribution and Diversity of Conjugative Plasmids Among Some Multiple Antibiotic Resistant *E.coli* Strains Isolated from River Waters. Bacteriol. Virusol. Parazitol. Epidemiol., 47: 147-153.
- CHAO, K.K., CHAO, C.C. and CHAO, W.L. 2003. Suitability of the Traditional Microbial Indicators and Their Enumerating Methods in the Assessment of Fecal Pollution of Subtropical Freshwater Environments, J. Mikrobiol. Immunol Infec., 36, 288-293.
- CRUZ, A.T., CAZACU, A.C., ALLEN, C.H., 2007. *Pantoea agglomerans*, a Plant Pathogen Causing Human Disease. J Clin Microbiol. 45(6): 1989-1992.
- ÇAKIR, İ., 2000. Koliform bakteriler ve *E. coli*, Gıda Mikrobiyolojisi ve , Uygulamaları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını. Sim matbaası. 522 s. Ankara.
- ÇETİN, C.B., YALCIN, A.N., TURGUT, H., KALELİ, İ., ve ORHAN, N., 1999. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi’nde Hastane Enfeksiyonları. Hast İnfek Derg 3:161.

- DEMİRTÜRK, N., ve DEMİRDAL, T., 2004. Antibiyotiklerde Direnç Sorunu. Kocatepe Tıp Dergisi 5 sf:17–21.
- DİNÇ, G., CENGİZ, S. ve SÖĞÜT, M.Ü., 2013. Tüketime Sunulan Alabalıklarda *Aeromonas hydrophila* Varlığı ve Antibakteriyel Duyarlılıkların Saptanması. Mersin Üniv. Sağlık Bilim Derg. 6(2): 20-25.
- DİNÇER, S., 1994. Hastane Laboratuvarı Ve Kanalizasyondan İzole Edilen *Enterobacteriaceae* Cinslerinde Plasmid-Kodlu III. Kuşak Cephalosporin Dirençliliğinin Dağılımı, R-Plazmidlerinin Konjugasyon ve Transformasyon ile Aktarabilirliğinin Saptanması. Ç.Ü. Fen. Bil. Enst. Biyoloji ABD. Doktora Tezi.
- DİNÇER, S., MATYAR, F. ve SÖNMEZ, N., 2001. Seyhan Nehrinin Fekal Kirlilik Düzeyi ve Fekal Koliformların Antibiyotik Hassasiyetleri. 12. Biyoteknoloji Kongresi, Ayvalık.
- DOYLE, M. E., 2001. Alternatives to Antibiotic Use for Growth Promotion in Animal Husbandry. Food Research Institute, University of Wisconsin, Pages:17.
- DURAK, Y., KÜÇÜKÖDÜK, M., DURAL, H., ERTUĞRUL, K., ve ÖZTÜRK, C. 1997. Narlıgöl (Niğde- Sofular)'ün Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri. Ekoloji Çevre Dergisi, 22: 21-22.
- ELMACI, A., TEKSOY, A., TOPAÇ, O.T., ÖZENGİN, N., ve BAŞKAYA, H.S., 2008. Uluabat Gölünün Mikrobiyolojik Özelliklerinin Mevsimsel Değişiminin İzlenmesi Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 13(1): 93-103.
- EROĞLU, S., 2013. Adıyaman Gölbaşı Gölünün Bentik Diyatomeleleri ve Bazı Limnolojik Parametrelerinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi. Adıyaman Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Adıyaman.
- GAVRIEL, A.A., LANDRE, J.R.B., LAMB, A.J., 1998. Incidence of Mesophilic *Aeromonas* within a Public Drinking Water Supply in North-East Scotland. J.Appl.Microbiol., 84: 383-392.
- GHOLAMİ, H., ve DİNÇER, S., 2012. Ağyatan Lagününün (Karataş) Mikrobiyal Kalitesinin Belirlenmesi, Antibiyotik Dirençlilik Frekansının Tespiti Ve

- Plasmid İzolasyonu. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl:2012 Cilt:27-1. 148-156.
- GHOSH, S., and LAPARA, T.M. 2007. The effects of subtherapeutic antibiotic use in farm animals on the proliferation and persistence of antibiotic resistance among soil bacteria. The ISME Journal; 1: 191–203.
- GUNSEREN, F., MAMIKOGLU, L., OZTURK, S., YUCESoy, M., BIBEROGLU, K., YULUG, N., DOGANAY, M., SÜMERKAN, B., KOCAGOZ, S., UNAL, S., CETIN, S., CALANGU, S., KOKSAL, I., LEBLEBICIOGLU, H., and GUNAYDIN, M., 1999. A Surveillance Study of Antimicrobial Resistance of Gram Negative Bacteria Isolated from Intensive Care Units In Eight Hospitals in Turkey. J Antimicrob Chemother 43 (3): 373-378.
- GÜR, D. 2004. GSBL'lerin genel özellikleri ve GSBL tipleri: Genişlemiş spektrumlu beta laktamazlar, yeni ve yeniden gündeme gelen infeksiyonlar. Köksal (ed) Bilimsel Tıp Yayınevi Ankara, s. 5-12.
- HALKMAN, K.A., 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları (Editör, Halkman). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. s. 261-281.
- HANBERGER, H., GARCÍA RODRÍGUEZ, J.A., GOBERNADO, M., GOOSSENS, H., NILSSON, L.E., and STRUELENS, M.J., 1999. Antibiotic Susseptibility Among Aerobic Gram Negative Bacilli in Intensive Care Units in 5 European Countries. French and Portuguese ICU Study Groups. JAMA 281(1): 67-71.
- HARBOTTLE, H., MCDERMOTT, P.F., ZHAO, S., WALKER, R.D., and WHITE, D.G. 2006. Mechanisms of antimicrobial resistance. Pork Industry Conference on Antibiotic Use in Animal Agriculture, April 27-28; Urbana, Illinois-USA. 1-8
- HEPERKAN, D., 2008. Koliform ve *Escherichia coli*: Özellikleri, Tipleri ve Son Gelişmeleri. Gıda forum. 1-4.
- HORNICK, R.B., 1970. Typhoid Fever: Pathogenesis and Immunologic Control. Part New England journal of medicine, 283:686-691.
- HURST, C.J., and TORANZUS, G.A., 1997. Water Microbiology in Public Health. In: Hurst CJ (ed) Manual of Environmental Microbiology. ASM Press, Washington, D.C., pp 133–242.

- JACOBS, L., and CHENIA, H.Y., 2007. Characterization of Integrons and Tetracycline resistance determinants in *Aeromonas* spp. Isolated from South African Aquaculture Systems. *Int. J. Food. Microbiol.* 114: 295-306.
- KARA, A., 2007. Üriner Enfeksiyonlarda Etken Mikroorganizmalar ve Antibiyotik Duyarlılıklarındaki Değişiklikler. Sağlık Bakanlığı Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Aile Hekimliği. Uzmanlık Tezi. İstanbul.
- KARAKOÇ, G., ÜNLÜ-ERKOÇ, F., KATIRCIOĞLU, H., (2003). "Water quality and impacts of pollution sources for Eymir and Mogan Lakes (Turkey)", *Environment International*, 29: 21–27.
- KARAYAKAR, F., AY, Ö., ve 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, A., AKHTER, N., and HOQUE, S. 2012. Bacterial status and Pollution level in the Water of Gulshan Lake, Dhaka. *Bangladesh Jurnal of Zoology.* 40(2), 165-167.
- KAVAS, G., ve KINIK, Ö., 2003. Hayvan Beslenmesi ve Gıda Güvenliği Açısından Enterokoklar. *Türk Tarım* 152: 30-37.
- KAYAALP, O., 1991 Rasyonel Tedavi Yönünden Tıbbi Farmakoloji. 6. Baskı. Feryal Matbaacılık. Ankara 826-863.
- KHARDORI, N., 2006. Antibiotics Past, Present, and Future. *Med. Clin. N. Am.* 90;1049-76.
- KILIÇTURGAY, K., 1993. İmmun Modölatör Olarak Antibiyotikler. *ANKEM Derg.* 7(3): 157-160.
- KIVANÇ, M., KUNDUHOĞLU, B., ATİK, S., ve MALKOÇOĞLU, B. 1996. Eskişehir İçme Kullanma Sularının Bakteriyolojik Kirliliği. *Ekoloji Çevre Dergisi* 19: 19-21.
- KOIKE, S., KRAPAC, I.G., OLIVER, H.D., YANNARELL, A.C., CHEE-SANFORD, J.C. AMINOV, R.I. and MACKIE, R.I. 2007. Monitoring and Source tracking of Tertacycline Resistance Genes in Lagoons and ground water Adjacent to Swine Production Facilities over a three-year period. *Appl. Environ. Microbiol.* 73(15), 4813-4823.

- KOLOREN, Z., TAŞ, B., ve KAYA, D., 2011a. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 1(3): 74-85.
- KOLOREN, Z., DEMİREL, E., ve TAŞ, B., 2011b. Ulugöl (Ordu, Türkiye)'de Fekal Kirlilik İndikatörü Bakterilerin Tespiti. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 4(2): 151-156.
- KÖKSAL, F., 1999. İstanbul'un Su Kaynaklarının Patojen Barsak Bakterileri Bakımından Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- 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.
- LATHA, N., and MOHAN, M.R., 2013. Microbial pollution-total coliform and fecal coliform of Kengeri lake, Bangalore region Karnataka, India. International Journal of Scientific and Research Publications, 3(11), 1-3.
- LIBERTO, M.C., MATERA, G., PUCCIO, R., LORUSSO, T., COLOSIMO, E., FOCÀ, E., 2009. Six Cases of Sepsis Caused by *Pantoea agglomerans* in a Teaching Hospital. New Microbiol. 32(1): 119-123.
- LOPEZ-DIAZ, T.M., SANTOS, J.A., GONZALES, C.J., MORENO, B., and GARCIA, M.L., 1995. Bacteriological Quality of a Traditional Spanish Blue Cheese. Milchwissenschaft 50(9): 503-505.
- MACKIE, R.I., KOIKE, S., KRAPAC, I., CHEE-SANFORD, J., MAXWELL, S. and AMINIV, R.I. 2006. Tetracycline residues and tetracycline resistance genes in groundwater by swine production facilities. Anim. Biotechnol. 17(2). 157-176.
- MADDEN, R. H., GILMOUR, A. A., 1995. Impedance as an Alternative to MPN Enumeration of Coliforms in Pasteurized Milks. Lett. Appl. Microbio., 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 Preliminary Study. Ojhas 3(4): 1- 7.

- MANNIATIS, T., FRITSCH,E.F., SAMBROOK, J., 1982. Molecular Cloning a Labarotory Manual. Cold Spring Harbour Laboratory. NY. sf : 545.
- MATYAR. F., ERASLAN, B., AKKAN, T., KAYA, A., and DİNÇER S. 2009. İskenderun Körfezi Balıklarından İzole Edilen Bakterilerde Antibiyotik ve Ağır Metal Dirençliliklerinin Araştırılması. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi.1-5.
- MATYAR, F., VE DİNÇER, S., 2010. Doğu Akdeniz’den İzole Edilen *Enterococcus faecalis* Bakterilerinin Antibiyotik ve Ağır Metal Dirençliliği. SDU Journal of Science. 5(2): 172-178.
- MERT, R., BULUT, S., ve SOLAK K. (2008). APA Baraj Gölünün (Konya) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Araştırılması. AKÜ fen bilimleri dergisi. 2: 1-10.
- 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.
- MOORE, J.E., RAO, R.J., MOORE, J.A.P., MILLAR, C.B., GOLDSMITH, E.C., LOUGHREY, A., and ROONEY, J.P., 2010. Determination of Total Antibiotic Resistance in Waterborne Bacteria in Rivers and Streams in Northern Ireland: Can Antibiotic-Resistant Bacteria be an Idicator Of Ecological Change? Aquat. Ecol., 44:349–358.
- NIKAIDO, H. 2009. Multidrug Resistance in Bacteria. Annual Review of Biochemistry, 78. 119-146.
- NORDMANN, P., and POIREL, L. 2005. Emergence of Plasmid-Mediated Resistance to Quinolones in Enterobacteriaceae. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 56: 463-469.
- OLGUN, A., ve TOPAL, A., 1999. DNA’nın analizi. (Ed: G.Temizkan, N. Arda). Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler. Nobel Kitap Evi, sf: 236.
- ORYAŞIN, E., 2008. Çeşitli Çevresel Kaynaklardan İzole Edilen Enterokokların Disk Difüzyon Yöntemi İle Antibiyotik Duyarlılıklarının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. 80 S.
- ÖNCÜL, O., 2010.Vankomisin ve Teikoplanin Hikayesi. ANKEM Derg. 24;101-9.

- ÖNER, M. 1992. Genel Mikrobiyoloji, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 94, İzmir, s.231- 245.
- ÖNER, M., 1987. Mikrobial Ekoloji. Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova, İzmir. Sf:282.
- ÖZAKTAŞ, T. 2007. Tatlı Su Balıklarının Yüzey Mukusunda Yaşayan Bakteri Popülasyonlarının Çoklu Antibiyotik Dirençleri. Yüksek Lisans Tezi. 71s.
- ÖZÇELİK, S., 1998. Genel Mikrobiyoloji Uygulama Klavuzu. SDÜ. Ziraat Fakültesi Yayın No: 2, Isparta.
- ÖZTÜRK, M., 2003. İstanbul’da Dolum sonrası Kaynak Sularının Mikrobiyolojik İncelenmesi. Doktora Tezi. İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsü. İstanbul.
- ÖZTÜRK, O., ÖZTÜRK, C., DELİALİOĞLU, N., ve EMEKDAŞ G., 2010. Çoklu Antibiyotik Dirençli Gram Negatif Bakterilerde Kolistin Duyarlılığının Belirlenmesi. Mersin üniversitesi sağlık bilimleri dergisi. 3(3), 15-20.
- ÖZTÜRK, R. 2002. Antimikrobik ilaçlara Karşı Direnç Gelişme Mekanizmaları ve Günümüzde Direnç Durumu. Akılcı Antibiyotik Kullanımı ve Erişkinde Toplumdan Edinilmiş Enfeksiyonlar Sempozyum Dizisi. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri. 31 s. 83-100.
- ÖZTÜRK, R., 2008. Akılcı Antibiyotik Kullanımı ve Ülkemizde Antimikrobik Maddelere Direnç Sorunu. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Toplumdan Edinilmiş Enfeksiyonlara Pratik Yaklaşımlar Sempozyum Dizisi No:61, s:1-16.
- ÖZTÜRKMEN, Ö., 2005. Pestisitlerin *Alcaligenes denitrificans* ve *Alcaligenes xylosoxidans* İle Mikrobiyal Bozunmasının Spektrofotometrik Tespiti. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- PALUMBO, S.A., STELMA, N.G., ABEYTA, C., 2000. The *Aeromonas hydrophila* Group. In: The Microbiological Safety and Quality of Food. Volume II. Ed.: B.M. Lund, T.C. Baird-Parker, G.W. Gould. Aspen publication, p.: 1011-1027.
- PARVEEN, S., PORTIER, K.M., ROBINSON, K., EDMISTON, L., and TAMPLIN, M.L., 1999. Discriminant Analysis of Ribotype Profiles of *Escherichia coli* for Differentiating Human and Nonhuman Sources of Fecal Pollution. Appl Environ Microb. 65: 3142–3147.

- PAVAN, M. E., ABBOTT, S.L., ZORZOPULOS J., JANDA, J.M., 2000. *Aeromonas salmonicida* subsp. *Pectinolytica* subsp nov., a New Pectinase Positive Subspecies Isolated from a Heavily Polluted River. *Int.J.Syst.Evol.Microbiol.*, 50: 1119-1924.
- POLLACK, M. 1995. *Pseudomonas aeruginosa*. "Mandell G, Bennett J, Dolin R, et al(eds).: Principles and Practice of Infectious Disease", p 1980-2003, 4th ed, Churchill Livingstone Inc, New York.
- PRUDEN, A., PEI, R., STORTEBOOM, H., and CARLSON, K.H. 2006. Antibiotic Resistance Genes as Emerging Contaminants: Studies in Northern Colorado. *Environmental Science and Technology*. 40: 7445-7450.
- RASOOL, S.A., AHMAD, A., KHAN, S., and WAHAB, A., 2003. "Plasmid Borne Antibiotic Resistance Factors Among Indigenous *Klebsiella*", *Pak. J. Bot.*, 35(2):243-248.
- RYSZ, M., and ALVAREZ, P.J.J. 2004. Amplification and attenuation of tetracycline resistance in soil bacteria: aquifer column experiments. *Water Res*; 38: 3705-12.
- SANDERS, W.E., and SANDERS, C.C., 1997. *Enterobacter* spp. Pathogens Poised to Flourish at the Turn of the Century. *Clin Microbiol Rev*.10 (2). 220-241.
- SARAN, B., ve KARAHAN, C.Z., 2010. Antimikrobiyal Ajanlara Genel Bakış. *Türk Urol. Sem*.1: 216-220.
- SCHLUSENER, M.P., and BESTER, K., 2006. Persistence of Antibiotics such as Macrolides, Tiamulin and Salinomycin in Soil. *Environmental Pollution* 143: 565-571.
- SHEN, D., WINOHUR, P., and JONES, R.N., 2001. "Characterization of Extended Spectrum B-Lactamase-Producing *Klebsiella pneumoniae* from Beijing China", *Intern. J. Antimicrob. Ag.*, 18: 185-188.
- SKKY, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Orman ve Su İşleri Bakanlığından. Resmi Gazete: Sayı: 28483.
- STOCK, I., GRUGER, T., and WIEDEMANN, B., 2001. Natural Antibiotic Susceptibility of Strains of the *Enterobacter cloacae* Complex. *Inter Antimicrobial Agents* 18(6). 537-545.

- SULLIVAN, T.J., SNYDER, K.U., GILBERT, E., BISCHOFF, J.M., WUSTERNBERG, M., MOORE, J. and MOORE, D., 2005. Assessment of Water Quality in Association with Land Use in the Tillamook Bay Watershed, Oregon, USA, Water, Air and Soil Pollution, 161, 3-23.
- ŞANLI, Y., KAYA, S., 1994. Veteriner Farmakoloji ve İlaçla Sağıtım Seçenekleri. Medisan Yayınevi, Ankara, 571-650.
- TANIR, G., ve GÖL, N., 1999. Antibiyotik direnci. Klinik Dergisi. 12: 47-54.
- TANYOLAÇ, J., 1993, *Limnoloji*, Hatiboglu Yayınevi, s.248, Ankara.
- TAO, R., YİNG, G.G., SU, C.H., ZHOU, W.H., and SİDHU, S.P.J., 2010. Detection of Antibiotic Resistance and Tetracycline Resistance Genes in Enterobacteriaceae Isolated from The Pearl Rivers in South China. Environmental Pollution. 158: 2101-2109.
- TAŞ, B., 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. Ekoloji, 15(61): 6-15.
- TEKİNŞEN, C., O., 1976. Suyun Bakteriyolojik Muayenesi. Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Yayınları, s.10–11.
- TEMİZ, A., 2003. Gıdalarda Mikrobiyolojik Gelişmeyi Etkileyen Faktörler. Bölüm 1, “Gıda Mikrobiyolojisi”. Editör: Ünlütürk A, Turantaş F, Üçüncü Baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- THIELE-BRUHN, S. 2003. Pharmaceutical antibiotic compounds in soil: A review. J Plant Nutr Soil Sci. 166: 145-167.
- TOROĞLU, S., DINCER, S., and KORKMAZ, H. 2005. Antibiotic resistance in gram negative bacteria isolated from Aksu river in (Kahramanmaraş) Turkey Ann. Microbiol. 55: 229- 233.
- TOROĞLU, E., TOROĞLU, S., ALAEDDİNOĞLU, F., 2006. Aksu Çayı’nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bilimler Dergisi , 4 (1): 93-103.
- TOROĞLU, E., and TOROĞLU, S., 2009. Microbial Pollution of Water in Golbasi Lake in Adiyaman, Turkey. J. Environ. Biol. 30(1), 33-38.
- UCHE, A., 2008. *Pantoea agglomerans* Bacteremia in a 65-Year-Old Man with Acute Myeloid Leukemia: Case Report and Review. South Med J. 101(1):102-103.

- UĞUR, A., YILMAZ, F., ve BESLER, A. 2009. Muğla Üniversitesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinde Bakteriyolojik, Protozoolojik ve Fiziko-Kimyasal Bir Araştırma. Ekoloji Çevre Dergisi, 10 (37): 9-11.
- URL-1, 2014. www.adiyaman.gov.tr/AdiyamanIlimiz.aspx. Erişim tarihi:20.04.2014.
- URL-2, 2014. <http://www.golbasi.gov.tr/> (erişim tarihi: 06.06.2014).
- VAHABOĞLU, H., 2004. Antibiyotiklerde Direnç Sorunu. Türkiye Klinikleri Farmakoloji Özel, 2: 92-96.
- WITTE W. 1998. Medical cosequences of antibiotic use in agriculture. Science; 279: 996-997.
- YARDIMCI, H., 2009. Sapanca Gölü Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyi İle *Enterobacteriaceae* Üyelerinde Betalaktam Antibiyotik Dirençlilik Frekansının Araştırılması. İstanbul üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. İstanbul 92s.
- YAZICI, H., DOĞAN, S., HABERAL CAN, I., BAYGİT, Y., and TEKİN, A., 2013. *Morganella morganii* in Sinonasal Region: A Rare Case Report. Journal of Clinical and Experimental Investigations 2013 4 (3), 383-386.
- YÜCE, A., 2001. Antimikrobik İlaçlara Direnç Kazanma Mekanizmaları. Klinik Dergisi, 14(2): 41-46.
- ZER, Y., AKIN, Ö., ve NAMIDURU, M.,2007. *Acinetobacter baumannii* Suşlarında Tigesiklin Etkinliğinin Araştırılması, Enfeksiyon Derg. 21(4):193-6.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Hatay'ın İskenderun ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini burada tamamladıktan sonra 2001 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünü kazandı. 2005 yılında buradan mezun olduktan sonra aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orta Öğretim Alan Öğretmenliği Ana Bilim Dalı Biyoloji Öğretmenliği Bölümünde Tezsiz Yüksek lisansı kazandı. 2006 yılında tezsiz yüksek lisanstan mezun olduktan sonra 2008 yılında Fen bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalında Tezli Yüksek Lisansı kazandı ve 2010 yılında Yüksek Lisans eğitimini tamamlayarak Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Doktora eğitimine başladı.