

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**TUNCELİ İLİNDEKİ ALABALIKLARDA YERSİNİA RUCKER
İNFEKSİYONUNUN MALDI-TOF MS İLE İDENTİFİKASYONU VE SEKANS
ANALİZ YÖNTEMLERİ**

Gökçe GÜRBÜZ ELGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ülkü ÖZBEY
II. DANIŞMAN
Prof. Dr. Gökben ÖZBEY

TUNCELİ – 2023

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TUNCELİ İLİNDEKİ ALABALIKLARDA YERSİNİA RUCKER
İNFEKSİYONUNUN MALDI-TOF MS İLE İDENTİFİKASYONU VE SEKANS
ANALİZ YÖNTEMLERİ

Gökçe GÜRBÜZ ELGÜN
(200010019)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ülkü ÖZBEY
II. DANIŞMAN
Prof. Dr. Gökben ÖZBEY

TUNCELİ-2023

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**TUNCELİ İLİNDEKİ ALABALIKLARDA YERSİNİA RUCKER İNFEKSİYONUNUN
MALDI-TOF MS İLE İDENTİFİKASYONU VE SEKANS ANALİZ YÖNTEMLERİ**

**Gökçe GÜRBÜZ ELGÜN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 13/06/2023 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

İmza
Prof. Dr. Ülkü ÖZBEY
(Munzur Üniversitesi)

**BAŞKAN
DANIŞMAN**

İmza
Doç. Dr. Önder AKSU
(İnönü Üniversitesi)

ÜYE

İmza
Doç. Dr. Başar ALTINTERİM
(Munzur Üniversitesi)

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Murat KORUNUR
Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLMUB021-03

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Gökçe GÜRBÜZ ELGÜN

Danışman
Prof. Dr. Ülkü ÖZBEY

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin yürütülmesinde desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ülkü ÖZBEY'e, numunelerin toplanması sırasında yardımcı olan değerli hocam Doç. Dr. Önder AKSU'ya, analiz çalışmalarım sırasında desteklerini gördüğüm Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Barış OTLU ve Uzm. Dr. Elif Seren TANRIVERDİ'ye ve istatistik analiz çalışmalarımda yardımlarından dolayı İstatistik Uzm. Gökhan DAĞLI'ya sonsuz saygılarımı sunuyorum ve teşekkür ediyorum.

Tez çalışmam, MUNIBAP-YLMUB021-03 no'lu proje kapsamında maddi destek sağlayan Munzur Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri birimine de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan, hep yanımda olan, manevi desteklerini esirgemeyen canım aileme ve hayatımın her alanında yanımda olan değerli eşim Murat ELGÜN'e sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım. Yüksek lisans tezimi Canım kızım Umay Lina ELGÜN'e ithaf ediyorum.

**Gökçe GÜRBÜZ ELGÜN
TUNCELİ-2023**

İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLOLAR LİSTESİ	VI
RESİMLER LİSTESİ	VII
SEMBOLLER LİSTESİ	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ	IX
ÖZET	X
ABSTRACT	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. Su Ürünleri Üretiminde Dünya.....	2
1.2. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Türkiye.....	5
1.3. Türkiye’de Alabalık Yetiştiriciliği	8
1.4. Tunceli İlinde Alabalık Yetiştiriciliği	14
1.5. Gökkuşluğu Alabalığı (Oncorhynchus mykiss).....	16
1.5.1. Gökkuşluğu alabalıklarında hastalığa sebep olan bakteriler ve hastalıkları.....	17
1.6. Yersinia Ruckeri Bakterisi.....	18
1.7. Bakterilerin İdentifikasyonları.....	22
1.7.1. Matris destekli lazer desorpsiyon/iyonizasyon uçuş süresi kütle spektrometresi (MALDI-TOF MS).....	22
1.7.2. Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR)	24
1.7.3. DNA dizi (Sekans) analiz yöntemleri.....	26
2. MATERYAL ve METOT	30
2.1. Materyal.....	30
2.1.1. Kullanılan araç ve gereçler	30
2.1.2. Kullanılan cerrahi aletler	31
2.1.3. Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler	31
2.1.4. Numunelerin temin edilmesi	32
2.1.5. Bakteri inkübasyonunda kullanılan besi yerlerinin hazırlanması.....	34
2.2. Metot.....	35
2.2.1. Örneklerin hazırlanması	35
2.2.2. Bakterilerin izolasyonu.....	36
2.2.3. MALDI-TOF MS plakasının hazırlanması	37
2.2.4. MALDI-TOF MS ile izolatların tanımlanması.....	37
2.2.5. Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR)	38
2.2.6. Kullanılan primer dizileri	40
2.2.7. PZR ile izolatların tanımlanması	40
2.2.8. % 2’lik Agaroz jel hazırlanması	40
2.2.9. DNA’nın jel elektroforezi.....	41
2.2.10. Bakterilerin stoklanması	41
2.2.11. İstatistiksel analizler	41
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	42
3.1. Bulgular	42
3.1.1. Tunceli ilindeki ilçelerinden gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan alabalık numunelerinden izole edilen bakteri türlerinin üretim metoduna göre dağılımları	43

3.1.2. Tunceli ilindeki ilçelerden gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan alabalık numunelerinde tespit edilen bakterilerin ilçelere göre bakteri tür ve sayılarının dağılımı	46
3.1.3. Tunceli ilindeki tüm ilçelerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan alabalık numunelerinden izole edilen bakteri türlerinin organlara göre dağılımları.....	48
3.1.4. Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden temin edilen numunelerden MALDI-TOF MS ile identifiye edilen bakteri türlerinin aylara göre dağılımları	56
3.1.5. Tunceli ilindeki Ovacık, Pertek, Mazgirt ve Çemişgezek ilçelerinde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerin ağ kafeslerinden ve beton havuzlarından alınan su numunelerinin analiz sonuçları	61
3.1.6. Yersinia ruckeri türlerinin MALDI-TOF MS ile analiz sonuçları ve MS doğruluk yüzdeleri	62
3.1.7. Yersinia ruckeri türlerinin 16S rDNA geni ile çoğaltılarak Sekans analiz sonuçları	62
3.1.8. Yersinia ruckeri türlerinin MALDI-TOF MS yöntemi ile Sanger sekanslama yönteminin karşılaştırılması.....	64
3.2. Tartışma	64
3.2.1. Tunceli ilindeki Çemişgezek, Mazgirt, Ovacık ve Pertek ilçelerinde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerin üretim metoduna göre dağılımı ve ağ kafes ve beton havuzlarda üreyen bakterilerin prevalansı	64
3.2.2. Tunceli ilindeki ve ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan numunelerden izole edilen bakterilerin identifikasyonunda kullanılan konvansiyonel ve moleküler yöntemler	67
3.2.3. Tunceli ilindeki ilçelerden temin edilen numunelerin aylara ve ilçelere göre bakteri türlerinin üreme durumu	70
3.2.4. Tunceli ilindeki ilçelerden gökkuşuğu alabalıklarının karaciğer, böbrek ve bağırsak kısımlarında tespit edilen bakterilerin prevalansı	73
3.2.5. Tunceli ilindeki ilçelerde alabalık yetiştiriciliği yapılan tesislerden ağ kafeslerde ve beton havuzlardan temin edilen su numunelerinde tespit edilen bakterilerin prevalansı	77
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	81
5. KAYNAKLAR	83

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan tesislerin üretim metoduna göre dağılımı	43
Şekil 3.2. Ovacık ilçesinde alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balıkların organlarından izole edilen bakteri türlerinin dağılımı	48
Şekil 3.3. Pertek ilçesinde alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balıkların organlarından totalde elde edilen bakteri türlerinin dağılımı	50
Şekil 3.4. Çemişgezek ilçesinde alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balıkların organlarından totalde elde edilen bakteri türlerinin dağılımı	52
Şekil 3.5. Mazgirt ilçesinde alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balıkların organlarından totalde elde edilen bakteri türlerinin dağılımı	54
Şekil 3.6. Nisan ayında identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri	58
Şekil 3.7. Mayıs ayında identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri	59
Şekil 3.8. Haziran ayında identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri	60
Şekil 3.9. Aralık ayında identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri	60

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1.1. Su ürünleri üretiminde Dünya	3
Tablo 1.2. Dünya su ürünleri üretiminde ülkelerin payı	3
Tablo 1.3. Dünya’da su üretiminin önemli ülkelere göre dağılımın yüzdeleri	4
Tablo 1.4. Dünya’da su ürünleri üretiminde önemli ülkeler	4
Tablo 1.5. Dünya’da yetiştiriciliği fazla olan türler	5
Tablo 1.6. Türkiye su ürünleri üretimi	7
Tablo 1.7. Türkiye’de deniz ürünlerinde avcılığı yapılan önemli türler	8
Tablo 1.8. Ülkemizde yetiştiriciliği fazla olan türlerin üretim miktarları	9
Tablo 1.9. Tunceli alabalık yetiştiriciliğinde üretim metodu ve tesis kapasiteleri	15
Tablo 2.1. Mastermiks hazırlanma oranları	38
Tablo 2.2. Yersinia rucker 16S rDNA geninin PZR koşulları	39
Tablo 3.1. MALDI-TOF MS ile tanımlanmış bakterilerin ağ kafeslere ve beton havuzlara göre dağılımı	45
Tablo 3.2. MALDI-TOF MS analiz sonuçlarından tespit edilen bakterilerin tür ve sayılarının ilçelere göre dağılımı	47
Tablo 3.3. Ovacık ilçesinden temin edilen alabalıkların organlarından tanımlanmış bakterilerin tür ve sayılarının dağılımları	49
Tablo 3.4. Pertek ilçesinden temin edilen alabalıkların organlarından tanımlanmış bakterilerin türlerinin dağılımları	51
Tablo 3.5. Çemişgezek ilçesinden temin edilen alabalıkların organlarından tanımlanmış bakterilerin türlerinin dağılımları	53
Tablo 3.6. Mazgirt ilçesinden alabalıkların organlarından tanımlanmış bakterilerin türlerinin dağılımları	55
Tablo 3.7. MALDI-TOF MS analiz sonuçlarının aylara göre dağılımı	57
Tablo 3.8. Tunceli ilindeki Ovacık, Pertek, Mazgirt ve Çemişgezek ilçelerindeki ağ kafeslerden ve beton havuzlardan alınan su örneklerinin analiz sonuçları	61
Tablo 3.9. Tunceli ili ve ilçelerinden alınan balık numunelerinde izole edilen Yersinia ruckeri türlerinin MALDI-TOF MS ile tanımlanma sonuçları	62
Tablo 3.10. MALDI TOF MS ve PZR ile tanımlanmış Yersinia ruckeri türlerinin karşılaştırılması	64

RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1. Ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan tesislere ait bir görüntü	32
Resim 2.2. Gökkuşığı alabalığının bağırsağından alınan kesit görüntüsü	33
Resim 2.3. Gökkuşığı alabalığının karaciğerinden alınan kesit görüntüsü	33
Resim 2.4. Gökkuşığı alabalığının böbreğinden alınan kesitin görüntüsü	33
Resim 2.5. Besi yerlerinin 37 °C etüvde 24 saat inkübasyonu	36
Resim 2.6. Kanlı agar besi yerinde gelişen tipik bakteri kolonilerinin görünümü	36
Resim 2.7. MALDI-TOF MS plakasının hazırlanma aşaması bittikten sonra kurumaya bırakılmış görüntüsü	37
Resim 2.8. MALDI-TOF MS cihazında verilerin analiz edilme aşamasında çekilen görüntüler	38
Resim 2.9. DNA'nın jel elektroforez tankında görüntüsü	41
Resim 3.1. 16S rDNA spesifik primerler ile yapılan PZR elektroforez görüntüsü	63

SEMBOLLER LİSTESİ

bp	: Baz çifti
°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde
dk	: Dakika
g	: Gram
kcal	: Kilo kalori
kg	: Kilogram
L	: Litre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
pH	: Power of hydrogen
μl	: Mikrolitre
μm	: Mikrometre

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AB	: Avrupa birliği
BHIA	: Brain Heart İnfusion Agar
BSGM	: Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
CA	: Canlı Ağırlık
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
dH₂O	: Distile Su
dNTP	: Deoksiribonükleosid trifosfat
E. COLİ	: Escherichia coli
ERIC	: Enterobacterial repetitive intergenic consensus
ERM	: Enterik Kırmızı Ağız Hastalığı
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
Gr (-)	: Gram Negatif
Gr (+)	: Gram Pozitif
IVD	: İn-Vitro Diagnosis Tıbbi Tanı Cihazı
MALDI TOF-MS	: Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi
MR	: Metil Kırmızısı
NaCl	: Sodyum Klorür
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü
PZR	: Polimeraz zincirleme tepkimesi
RNA	: Ribonükleik asit
rDNA	: Ribozomal DNA
rRNA	: Ribozomal RNA
SW	: Shotts-Waltman Besi yeri
TAGEM	: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TSA	: Triptik Soy Agar
TSB	: Trypton Soya Broth
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UV	: Ultraviolet
Y. RUCKERİ	: Yersinia ruckeri
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
VITEK® MS IVD	: Klinik olarak ilgili tür veri tabanı
VITEK® MS RUO	: Geniş kapsamlı mikroorganizma araştırma veri tabanı

ÖZET

Ülkemizde gökkuşağı alabalıklarında yaygın olarak görülen *Yersinia ruckeri*'n sebep olduğu Enterik Kızıl Ağız Hastalığıdır. Enterobacteriaceae familyasının bir üyesi olan *Yersinia ruckeri*, insanlarda ve balıklarda enjeksiyona neden olan bir patojendir. Bu hastalık özellikle yavru alabalıklarda yüksek değerde mortaliteye sebep olmaktadır. Salgınlar tüm dünyadaki balık çiftliklerinde ve ülkemizde yaygın bir şekilde görülmekte ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden hastalık belirtisi gösteren 200 adet yavru veya ergin gökkuşağı alabalığı ve alabalıkların bulunduğu havuz suyu örneklerinden *Yersinia ruckeri*'nin varlığını konvansiyonel yöntemlerle tespit etmek, söz konusu etkenin bölgedeki yaygınlığı ve dağılımı ile ilgili verilerin toplanması, MALDI-TOF MS yöntemi ile etkenin tanımlanmasının yapılması, *Yersinia ruckeri*'nin tanımlanmasında kullanılan MALDI-TOF MS ve 16S rDNA dizi analizi yöntemlerini karşılaştırmaktır.

Analiz sonucunda; Enterobacteriaceae, Enterococcaceae, Moraxellaceae, Bacillaceae, Aeromonadaceae, Staphylococcaceae, Streptococcaceae, Comamonadaceae, Pseudomonadaceae olmak üzere 9 familya grubuna ait 401 (%66, 83) adet bakteri tanımlanmıştır. Tunceli ili ve ilçelerindeki tesislerden % 0,5 (3/600) oranında *Yersinia ruckeri*, MALDI-TOF MS ile tespit edildi. *Yersinia ruckeri* olarak tanımlanan izolatlar PCR tekniğiyle teyit edilmesinde spesifik primer kullanıldı. 16S rDNA dizi analizine tabi tutulup başarılı sonuçlar alınarak doğruluğu kanıtlanmıştır. Su örneklerinde ise *Yersinia ruckeri* tespit edilemedi.

Sonuç olarak; bu çalışmada Tunceli ilinde gökkuşağı alabalıklarında MALDI-TOF MS yöntemiyle *Yersinia ruckeri* teşhisi doğru ve kesin olarak tanımlandı. Bu yönüyle çalışmamız Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Havzası'nda yer alan Tunceli ilinde yapılan ilk çalışma olma niteliği taşımaktadır. Bu çalışma, bilimsel anlamda katkı sağlayacak ve ileri düzeyde yapılacak olan çalışmalar için yol gösterici olacaktır. Bakterilerin hızlı ve güvenilir bir şekilde identifikasyonu için kullanılan MALDI-TOF MS yöntemi ile akuakültürde enfeksiyöz hastalıkların yayılması ve ekonomik kayıplar önlenebilecektir. Balık hastalıklarında etkenin tanımlanması, etkili tedavi ve eradikasyon stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar sözcükler: Gökkuşağı Alabalığı, *Yersinia ruckeri*, PZR, MALDI-TOF MS, 16S rDNA dizi analizi

ABSTRACT

Identificationan Sequence Analysis of *Yersinia Ruckeri* Infection in Trout in Tunceli Province by MALDI-TOF MS

It is an Enteric Scarlet Mouth Disease caused by *Yersinia ruckeri*, which is commonly seen in rainbow trout in our country. *Yersinia ruckeri*, a member of the Enterobacteriaceae family, is an injection-causing pathogen in humans and fish. This disease causes high mortality, especially in juvenile trout. Epidemics are widely observed in fish farms all over the world and in our country and lead to economic losses.

The aim of this study is; April May and June in the province of Tunceli, Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık and Pertek districts in the network cages and concrete pools of trout farming enterprises that show signs of disease from 200 juvenile or adult rainbow trout and pool water samples containing trout to detect the presence of *Yersinia rucker* by conventional methods, collecting data on the prevalence and distribution of this factor in the region, identification of the factor with the MALDI-TOF MS method, to compare the MALDI-TOF MS and 16S rDNA sequence analysis methods used in the identification of *Yersinia ruckeri*.

As a result of the analysis, 401 (66.83%) bacteria belonging to 9 family groups, including Enterobacteriaceae, Enterococcaceae, Moraxellaceae, Bacillaceae, Aeromonadaceae, Staphylococcaceae, Streptococcaceae, Comamonadaceae, Pseudomonadaceae, were identified. *Yersinia ruckeri* was detected with MALDI-TOF MS at a rate of 0.5% (3/600) from the facilities in Tunceli province and districts. A specific primer was used to confirm the isolates identified as *Yersinia ruckeri* by PCR technique. Its accuracy has been proven by undergoing 16S rDNA sequence analysis and obtaining successful results. *Yersinia ruckeri* could not be detected in the water samples.

As a result; in this study, the diagnosis of *Yersinia ruckeri* was accurately and definitively identified by the MALDI-TOF MS method in rainbow trout in the province of Tunceli. In this respect, our study is the first study conducted in the province of Tunceli, located in the Upper Euphrates Basin of the Eastern Anatolia Region. This study will contribute scientifically and will be a guide for further studies The MALDI-TOF MS method, which is used for rapid and reliable identification of bacteria, will prevent the spread of infectious diseases and economic losses in aquaculture. Identification of the causative agent in fish diseases will contribute to the development of effective treatment and eradication strategies.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, *Yersinia ruckeri*, PCR, MALDI-TOF MS, 16S rDNA Sequence Analysis

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu 2023 yılında yaklaşık 8 milyara ulaşmış durumdadır. Bu artışın 2050 yılında 9,7 milyar sınırına ulaşılacağı öngörülmektedir. Beslenme ihtiyacı insanlığın en temel ihtiyaçlarından biridir. Dünyadaki nüfus artışı devam ederken besin kaynaklarına olan ihtiyacı ve talebi de artırmaktadır (TÜİK, 2022). Artan dünya nüfusunun beslenme açığının kapatılmasında Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından özellikle sürdürülebilirlik yönetiminde insan sağlığı, beslenmesi, su ve gıda üretim sistemlerinin yönetimi, biyolojik çeşitliliğin korunması, iklim değişikliği etkilerinin azaltılması yönündeki konuları önem kazanmaktadır (FAO, 2021).

Su ürünleri en önemli besin kaynaklarından biridir. Su ürünlerinde en önde gelen balık, tarihin en eski dönemlerinden beri insanların beslenmesinde yer alan, sahip olduğu protein, vitamin ve minerallerle besin değerleri bakımından üstün özelliklere sahiptir. Her yaştaki insanın sağlıklı ve dengeli beslenmesi için önemli bir gıda türüdür. Su ürünlerinin diğer hayvansal kökenli protein kaynaklarına göre bünyesinde doymamış yağ asitleri barındırıyor olmasına rağmen; Su ürünleri mineral bakımından oldukça zengin kaynaklardır (Atar ve Alçiçek, 2009). Su ürünlerinde balık türüne göre vitamin düzeyi değişmektedir. Karasal hayvanlarla birlikte suda çözünen B ve C vitaminleri benzerken, yağda eriyen A, D, E ve K vitaminlerini genellikle fazla içerirler (Turan ve ark., 2006; ByGeorge M. Pigott, 2019). Balık ve diğer deniz ürünleri; omega-3 yağ asitlerinin yanı sıra, iyi dengelenmiş amino asit karışımları, vitamin D, vitamin B₁₂, selenyum, iyot, kolin, taurin içermektedir (Lund, 2013). Su ürünlerinin insan sağlığına açısından yapılan bilimsel araştırmalarda; Morris ve arkadaşları, balığın haftalık tüketiminde alınan omega-3 asitlerinin Alzheimer hastalığı riskini azalttığını; Kromhout ve arkadaşları, balık tüketiminin fazla olduğu kişilerde koroner kalp hastalıklarından ve miyokard enfaktüsünden yaşamını kaybedenlerin sayısının az tüketenlere oranla daha az olduğunu; Norrish ve arkadaşlarının, EPA ve DHA'nın alınmasıyla prostat kanseri riskinin azaldığını; Mcnamara ve Carlson, DHA'nın beyin gri maddesini arttırdığını; Lund, su ürünleri tüketiminin yaşlanma ile birlikte gelişen kilo kontrolünün sağlanmasında, kronik rahatsızlıklara yakalanmada tedbir amaçlı ve çocukluk çağındaki bilişsel gelişimin sağlanmasında etken olacağını bildirmişlerdir (Supartini ve ark., 2018).

Hem nüfusun hem gelirin hem de sağlık bilincinin arttığı gelişmekte olan ülkelerde ve sağlık bilincinin hızla arttığı gelişmiş ülkelerde son yıllarda su ürünleri tüketiminde önemli bir artış söz konusudur (Supartini ve ark., 2018). Su ürünleri üretimi; ürün talebine artışa yetişme, açlık oranına engel olunması, tüketimin sağlıklı ve dengeli olması, ham madde olarak sanayinin ihtiyacı, doğal balık avının sınırlandırılması, yeni iş olanaklarının açılması, fazla ihracat ile yurt dışından döviz girdisinin sağlanması, kırsal kesimlerin gelişmesi, türlerin çeşitliliğinin korunması için avlanmanın azaltılması açısından büyük öneme sahiptir (Boran, 2017).

1.1. Su Ürünleri Üretiminde Dünya

Dünya genelinde su ürünleri yetiştiriciliği hızla artarak önem kazanmaktadır. Teknoloji'nin gelişmesiyle yetiştiricilik yöntemiyle elde edilen su ürünleri miktarında da artış görülmektedir. Dünyadaki su ürünleri üretiminin % 40'ı yetiştiricilikle sağlanmaktadır (Tablo 1.1). Yapılan çalışmalar ve mevcut gelişmelere bakıldığında yetiştiricilikle sağlanan su ürünleri miktarının artışının devam edeceği düşünülmektedir (Arslan, 2017). Gıda sektörü su ürünleri yetiştiriciliği, FAO, 2022'e göre dünya çapında en fazla gelişim gösteren sektördür. Su ürünleri sektörü her geçen yıl gelişme göstererek dünya ekonomisine katkı sağlayacaktır. Su ürünlerinin sağlıklı besin maddesi olmasıyla birlikte ülke ekonomisine de olumlu etkileri açık ortadadır. Su ürünleri sektörü gelecekte de değer kazanmaya devam edecektir. Dünya 1980'lerden günümüze kadar avcılık miktarında olağan bir değişim gözlenmemesi, fazla avlanma ve temiz olmamasından kaynaklanmaktadır. Su ürünlerinde yetiştiricilik üretiminin artmasında, avcılığın yerini yetiştiriciliğe bırakması olarak değerlendirilerek Tablo 1.1' de Dünya su ürünleri üretimi verilmiştir (FAO, 2022).

Tablo 1.1. Su Ürünleri üretiminde dünya (FAO, 2022)

Yıllar	Avcılık Miktarı (ton)	Yetiştiricilik Miktarı (ton)	Toplam Miktarı (ton)
2015	91.611.809	72.812.262	164.424.071
2016	89.628.685	76.557.980	166.186.665
2017	93.117.193	79.610.229	172.727.422
2018	96.429.088	82.121.853	178.550.941
2019	92.494.213	85.362.832	177.857.045
2020	90.265.933	87.502.609	177.768.543

FAO verilerinde, son yıllarda dünya su ürünleri üretimi ilk kez 2019 yılında görülen azalma 2020 yılında da devam etmiştir. Dünya üretiminin 177,8 milyon ton olarak belirlenmesi, geçen yıla göre en fazla artış % 5 oranıyla Hindistan'ın olmuştur. Dünya su ürünleri üretimi ülkeler açısından değerlendirildiğinde üretim heterojen bir dağılıma sahiptir. Bu sektörde Asya kıtasının açık ara farkla önde olduğu kesindir. Dünya su ürünleri üretiminde toplam üretimin % 35'ini 62,8 milyon tonla Çin oluşturmakta ve liderdir. Çin'den sonra sırasıyla Hindistan, Endonezya, Vietnam, Peru, Rusya ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ülkeleri gelmektedir. Tablo 1.2'de verilmiştir (FAO, 2022).

Tablo 1.2. Dünya su ürünleri üretiminde ülkelerin payı (FAO, 2022)

Ülkeler	2016 (ton)	2017 (ton)	2018 (ton)	2019 (ton)	2020 (ton)
Çin	61.605.135	62.198.086	62.207.599	62.242.310	62.846.808
Hindistan	11.495.213	12.307.666	12.668.063	13.455.205	14.140.699
Endonezya	10.876.369	11.711.313	12.386.253	13.253.701	12.151.946
Vietnam	6.648.243	7.136.167	7.481.039	7.871.286	8.022.708
Peru	3.796.978	4.157.414	7.169.817	4.968.902	5.770.371
Rusya	4.759.392	4.864.504	5.108.858	5.211.894	5.342.456
ABD	5.348.349	5.473.700	5.212.754	5.290.541	4.694.411
Bangladeş	3.878.324	4.134.436	4.276.641	4.384.219	4.503.371
Norveç	3.359.975	3.686.996	3.843.920	3.762.245	3.940.977
Japonya	3.876.920	3.821.112	3.773.800	3.762.008	3.751.228
Türkiye	585.657	627.797	625.776	834.662	785.822
Diğer	49.956.110	52.608.231	53.796.421	52.820.072	51.817.746
Dünya	166.186.665	172.727.422	178.550.941	177.857.045	177.768.543

Dünya su üretiminin önemli ülkelere göre dağılımına bakıldığında ilk sırada Çin (% 35) gelmektedir. Hindistan % 8, Endonezya % 7, Vietnam % 5, Peru % 3, Rusya % 3, ABD % 3, Bangladeş % 3, Norveç % 2, Japonya % 2 ve diğerleri % 29'luk dilimi oluşturduğu Tablo 1.3'de görülmektedir (FAO, 2022).

Tablo 1.3. Dünya'da su üretiminin önemli ülkelere göre dağılımın yüzdeleri (FAO, 2022)

Ülkeler	Dağılım yüzdesi (%)
Çin	35
Hindistan	8
Endonezya	7
Vietnam	5
Peru	3
Rusya	3
ABD	3
Bangladeş	3
Norveç	2
Japonya	2
Diğer	29

Dünya'da su ürünleri üretiminde avcılık ve yetiştiricilik yoluyla en çok üretim yapan on ülke arasında Çin, büyük bir farkla dünya birincisidir. Yani Çin, dünyanın en büyük su ürünleri üreticisi konumunda olduğu Tablo 1.4'de verilmiştir (FAO, 2022).

Tablo 1.4. Dünya'da su ürünleri üretiminde önemli ülkeler (FAO, 2021)

Ülkeler	Avcılık (ton)	Yetiştiricilik (ton)	Toplam Üretim (ton)	Küresel Üretimdeki Payı (%)
Çin	17.807	63.722	81.529	41
Endonezya	6.584	16.616	23.200	12
Hindistan	5.082	5.703	10.785	5
Vietnam	2.786	3.635	6.421	3
AB	5.014	1.290	6.304	3
ABD	4.931	444	5.375	3
Rusya	4.773	174	4.947	2
Japonya	3.275	1.068	4.343	2
Filipinler	2.028	2.201	4.229	2
Peru	3.812	100	3.912	2
Dünya toplamı	≈90.900	≈80.000	≈170.900	100

Dünya genelinde yetiştiriciliği en çok yapılan türler sırasıyla ot sazanı, gümüş sazanı, istiridye, aynalı sazan, manila kum midyesi, tilapia, pasifik beyaz karides, kocabaş sazan, havuz balığı ve hint sazanı olarak Tablo 1.5'de verilmiştir (FAO, 2021).

Tablo 1.5. Dünya’da yetiştiriciliği fazla olan türler (FAO, 2021)

TÜR	ÜRETİM (ton)
Ot sazanı (<i>Ctenopharyngodon idellus</i>)	6.068.000
Gümüş sazanı (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	5.301.000
İstiridye (<i>Crassostrea spp.</i>)	4.864.000
Aynalı sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	4.557.000
Manila kum midyesi (<i>Ruditapes philippinarum</i>)	4.229.000
Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	4.200.000
Pasifik beyaz karidesi (<i>Penaeus vannamei</i>)	4.156.000
Kocabaş sazan (<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>)	3.527.000
Havuz balığı (<i>Carassius spp.</i>)	3.006.000
Hint sazanı (<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>)	2.961.000

Dünya’da en çok bilinen alabalık türleri arasında Atlantik somonu (*Salmo salar*), Deniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*), Dere alabalığı (*Salmo trutta morpha fario*), Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*), Alp alabalığı (*Salvelinus alpinus*) ve Göl alabalığı (*Salvelinus namaycush*) yer almaktadır (Anonim, 2020a).

1.2. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Türkiye

Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili olması su ürünleri açısından önemli bir konuma sahiptir. Türkiye 8.333 km’lik kıyı şeridine, 177.714 km’lik nehirlerle ve 342.377 hektarlık baraj göllerine sahiptir. Tarım alanlarına yakın olan denizlerimiz ve iç sularımızın yüzey alanı 25 milyon hektardır. Ülkemiz denizlerinde; Karadeniz’de 247, Marmara Denizi’nde 200, Ege Denizi’nde 300 ve Akdeniz’de 500’e yakın balık cinsine rastlanmaktadır. Bunların 100 tanesi ekonomik öneme sahiptir (FAO, 2022). Son yıllarda sucul ürünlere olan talebin artmasıyla kafeslerde balık yetiştiriciliğinde hızlı değişimler ve gelişmeler olmaktadır. Bunda nüfusun hızlı artışı, refah düzeyinin yükselmesi ve kentleşmenin etkisi büyüktür. Modern balık yetiştiriciliği, Türkiye’nin en umut verici ve en hızlı büyümelerinden biridir. Her geçen gün balık ve diğer hayvansal proteinlere olan talep artmaktadır (Delgado ve ark., 2003).

Ülkemizde 1960'lı yıllarda başlayan su ürünleri sektörü öncüleri sazan ve gökkuşaklı alabalığıdır. Levrek ve çipura yetiştiriciliği, 1980 yılından bu yana canlılık kazanmıştır (Demir, 2008). Denizlerimizde, levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus auratus*) yetiştiriciliği, iç sularımızda ise alabalık ve sazan yetiştiriciliği gibi çeşitli balık türleri yetiştiriciliği yapılmaktadır (Özden ve ark., 2005). 1970'lerde ilk alabalık çiftliği, 1985'de ise çipura ve levrek yetiştiriciliği yapan işletme kurulmuştur (Alpbaz, 2005). Ülkemizde, avcılık ve yetiştiricilik olmak üzere iki biçimde su ürünleri üretimi yapılmaktadır. Yetiştiricilik tekniğiyle elde edilen su ürünleri miktarı devamlı artmaktadır. 2021 yılında Türkiye'nin su ürünleri üretiminin; denizlerde 295.025 ton, iç sularda 33.140 ton olmak üzere toplamda 328.165 ton avcılık yoluyla ve denizlerde 335.644 ton, iç sularda 136.042 ton toplamda 471.686 ton yetiştiricilik yoluyla olmak üzere genel toplamda 799.851 ton olduğu görülmektedir. 2021 yılı verilerine bakıldığında; Türkiye'de su ürünleri üretimi diğer yıla göre % 2 oranında artış göstermiş ve yaklaşık 799 bin 851 ton olarak belirlenmiştir. 2021 yılında avcılıkla yapılan üretim bir önceki yıla göre % 10 düşerek yaklaşık 328 bin 165 ton olarak belirtilmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından azalışın nedeni, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde anaç hamsilerin korunumu için av zamanında hamsi avlanmanın yapılmamasıdır. Yetiştiricilik ise önceki yıla göre % 12 oranında artış olup, yaklaşık 472 bin ton olarak tespit edildi. Ülkemiz su ürünleri üretimi Tablo 1.6'da verilmiştir (TÜİK, 2022).

Tablo 1.6. Türkiye su ürünleri üretimi (TÜİK, 2022)

YILLAR	AVCILIK (ton)			YETİŞTİRİCİLİK (ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İç su	Toplam	Deniz	İç su	Toplam	
2000	460.521	42.824	503.345	35.646	43.385	79.031	582.376
2001	484.410	43.323	527.733	29.730	37.514	67.244	594.977
2002	522.744	43.938	566.682	26.868	34.297	61.165	627.847
2003	463.074	44.698	507.772	39.726	40.217	79.943	587.715
2004	504.897	45.585	550.482	49.895	44.115	94.010	644.492
2005	380.381	46.115	426.496	69.673	48.604	118.277	544.773
2006	488.966	44.082	533.048	72.249	56.694	128.943	661.991
2007	589.129	43.321	632.450	80.840	59.033	139.873	772.323
2008	453.113	41.011	494.124	85.629	66.557	152.186	646.310
2009	425.275	39.187	464.462	82.481	76.248	158.729	623.191
2010	445.680	40.259	485.939	88.573	78.568	167.141	653.080
2011	477.658	37.097	514.755	88.344	100.446	188.790	703.545
2012	396.322	36.120	432.442	100.853	111.557	212.410	644.852
2013	339.047	35.074	374.121	110.375	123.019	233.394	607.515
2014	266.078	36.134	302.212	126.894	108.239	235.133	537.345
2015	397.731	34.176	431.907	138.879	101.455	240.334	672.241
2016	301.464	33.856	335.320	151.794	101.601	253.395	588.715
2017	322.173	32.145	354.318	172.492	104.010	276.502	630.820
2018	283.955	30.139	314.094	209.370	105.167	314.537	628.631
2019	431.572	31.596	463.168	256.930	116.426	373.356	836.524
2020	331.281	33.119	364.400	299.175	128.236	421.411	785.811
2021	295.025	33.140	328.165	335.644	136.042	471.686	799.851

Türkiye’de iç sularda ve denizlerde avcılığı yapılan ve ekonomik değere sahip olan türler; hamsi, sardalya, istavrit, palamut, lüfer, çaça, mezigit, tekir, barbunya, kalkan, deniz salyangozu, karidesler, midye, orkinos, sazan ve inci kefalı’dır (BSGM, 2020). Ülkemizde avcılığı en çok yapılan deniz ürünlerinin üretim miktarına bakıldığında (Tablo 1.7); 2020 yılında denizlerimizden avcılık yoluyla elde edilen deniz ürünlerinin % 47’sini hamsi, % 7’sini çaça, % 6’sını sardalya, % 6’sını palamut, % 6’sını kum midyesi oluştururken, istavrit ve mezigit % 3’lük bir paya sahiptir (BSGM, 2021).

Tablo 1.7. Türkiye'de deniz ürünlerinde avcılığı yapılan önemli türler (BSGM, 2021)

Deniz Ürünleri	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hamsi	96440	193492	102595	158094	96452	262544	171253
Sardalya	18077	16693	18162	23426	18854	19119	21265
İstavrit*	16324	16664	11148	12985	20678	19505	12349
Palamut	19032	4573	39460	7578	30920	1578	22743
Lüfer	8386	4136	9574	1936	5767	1213	3722
Çaça	41648	76996	50225	33950	20057	38078	26804
Mezgit	9555	13158	11541	8248	6814	8941	9364
Bakalorya-Berlam	642	706	784	1011	1019	1270	1149
Barbun	1426	1255	1454	1406	1399	1719	1604
Tekir	3617	3476	3047	2074	2915	2342	2775
Kalkan	198	239	221	167	139	272	412
Kum Midyesi**	21836	37409	20937	34941	44533	36627	21881
Deniz Salyangozu	7004	8795	10354	9194	9672	11646	8461
Karidesler	4416	3995	4501	4730	4536	5137	5204
Midye	204	240	78	536	604	1170	1038
Mürekkep Balığı	697	745	925	986	1042	940	961

*Kraça ve Karagöz

**Akivades ve Beyaz Kum Midyesi

1.3. Türkiye’de Alabalık Yetiştiriciliği

Türkiye su ürünleri yetiştiriciliği 1970’li yıllarda sazan ve alabalık yetiştiriciliği ile başlayarak 1980’li yıllarda Ege kıyılarında çipura ve levrek yetiştiriciliği ile Karadeniz’de kafeslerde alabalık ve somon yetiştiriciliği girişimleri ile devamını sürdürmektedir. 2000’li yıllarda Ege ve Akdeniz’de başlatılan orkinos besiciliği bu alanda önemli bir paya sahip olmaya başlamıştır (Yıldırım ve Okumuş, 2004). Son 10 yılın durumu için Tablo 1.8’e bakıldığında; kültür balıkçılığının her geçen yılda arttığı, çipura yetiştiriciliğinin yaklaşık 3,5 kat, levrek yetiştiriciliğinin ise yaklaşık 3,15 kat arttığı görülmektedir (BSGM, 2021).

TÜİK verilerine bakıldığında; su ürünleri yetiştiriciliği ise 2021 yılında % 12.9 artış görülmektedir. 2021 yılında üretimin 293 bin 175 tonu denizlerde, 128 bin 236 tonu iç sularda yetiştiricilik yoluyla gerçekleşmektedir. İç sularda yetiştirilen 165 bin 683 ton ile alabalık en önemli balık türü, denizlerde ise 155 bin 151 ton ile levrek ve 133 bin 476 ton ile çipura üretimi yapıldı (TÜİK, 2022), (Tablo 1.8).

Tablo 1.8. Ülkemizde yetiştiriciliği fazla olan türlerin üretim miktarları (TÜİK, 2022)

YILLAR	ALABALIK (ton)			Çipura (ton)	Levrek (ton)
	İç su	Deniz	Toplam		
2010	78.165	7.079	85.244	28.157	50.796
2011	100.239	7.697	107.936	32.187	47.013
2012	111.335	3.234	114.569	30.743	65.512
2013	122.873	5.186	128.059	35.701	67.913
2014	107.983	5.610	113.593	41.873	74.653
2015	101.166	6.872	108.038	51.844	75.164
2016	101.297	5.716	107.013	58.254	80.847
2017	42.572	5.952	109.657	61.090	99.971
2018	104.887	9.610	114.497	76.680	116.915
2019	116.053	9.692	123.573	99.730	137.419
2020	126.101	18.182	144.182	109.749	148.907
2021	134.174	31.509	165.683	133.476	155.151

Türkiye’de alabalık üretimi ilk olarak 1960’lı yıllarda Bilecik (Bozüyük)’de kurulan alabalık işletmesi Papila Alabalık Üretim Tesisi’nde yapılmaya başlanmıştır. 1990’lı yıllarda Karadeniz sahilleri, denizlerde alabalık (*Salmo salar*) yetiştiriciliğine en uygun bölgedir. İlk zamanlarda büyük ilgi gören Karadeniz’de alabalıkların ağ kafeslerde yetiştiriciliği, yaz mevsiminde su sıcaklığının yüksek olmasından dolayı yatırım açısından bu balıkların yetiştiriciliği eski önemini yitirmiştir. Buna rağmen Karadeniz, alabalığın iç sulara göre daha hızlı gelişmesine olanak sağlayan ekolojik koşulları, akuakültür teknolojisinin gelişmesi ve pazar imkanları ile potansiyel bir kaynak olarak görülmektedir (Yıldırım ve ark., 2022). Türkiye’de yerel alabalık alt türleri arasında Anadolu Dağ alabalığı (*Salmo trutta macrostigma Dumeril*), Abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus Tortonese*), Aras alabalığı (*Salmo trutta caspius Kessler*), Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax Pallas*), Göl alabalığı (*Salmo trutta f.lacustris Linnaeus*) ve Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) yer almaktadır (Anonim, 2020a).

Türkiye’de iç su üretiminin en önemli bölümünü oluşturan gökkuşığı alabalığı, uygun koşullarda tüm bölgelerde yoğun olarak yetiştirilen bir türdür. Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliğinde üretim metodu olarak hem ağ kafeslerde hem de beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye’deki gökkuşığı alabalıklarının yetiştiriciliğinde üretim metotları da göz önünde bulundurularak bölgelerdeki durumuna il bazında bakıldığında;

Akdeniz bölgesinde; Adana ilinde 16 adet beton havuz ve 7 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Antalya ilinde 59 adet beton havuzlarda ve 17 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Burdur ilinde 21 adet beton havuzlarda ve 29 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Hatay ilinde 3 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Isparta ilinde 49 adet beton havuzlarda ve 27 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Mersin ilinde 28 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kahramanmaraş ilinde 21 adet beton havuzlarda ve 26 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Osmaniye ilinde 2 adet beton havuzlarda ve 1 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022).

Güneydoğu Anadolu bölgesinde; Adıyaman ilinde 2 adet beton havuzlarda ve 17 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Diyarbakır ilinde 1 adet beton havuzlarda ve 2 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Gaziantep ilinde 18 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Mardin ilinde 7 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Siirt ilinde 1 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Şanlıurfa ilinde 1 adet beton havuzlarda ve 27 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Batman ilinde 1 adet ağ kafeste gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Şırnak ilinde 1 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022).

Ege bölgesinde; Afyonkarahisar ilinde 5 adet beton havuz ve 1 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Aydın ilinde 5 adet beton havuzlarda ve 12 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Denizli ilinde 99 adet beton havuzlarda ve 2 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. İzmir ilinde 3 adet beton havuzlarda ve 2 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kütahya ilinde 19 adet beton havuzlarda ve 1 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022).

Manisa ilinde 5 adet beton havuzlarda ve 3 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Muğla ilinde 70 adet beton havuzlarda ve 27 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Uşak ilinde 5 adet beton havuzlarda ve 2 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022).

Doğu Anadolu bölgesinde; Ağrı ilinde 1 adet beton havuzda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bingöl ilinde 1 adet beton havuzlarda ve 6 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bitlis ilinde 6 adet beton havuzlarda ve 1 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Elazığ ilinde 5 adet beton havuzlarda ve 160 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Erzincan ilinde 9 adet beton havuzlarda ve 8 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Erzurum ilinde 19 adet beton havuzlarda ve 22 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Hakkari ilinde 5 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kars ilinde 1 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Malatya ilinde 26 adet beton havuzlarda ve 23 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Muş ilinde 2 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tunceli ilinde 7 adet beton havuzlarda ve 17 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Van ilinde 31 adet beton havuzlarda ve 8 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022).

Ardahan ilinde 2 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Iğdır ilinde 1 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022).

Karadeniz bölgesinde; Amasya ilinde 4 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Artvin ilinde 27 adet beton havuzlarda ve 13 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bolu ilinde 30 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Giresun ilinde 38 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Gümüşhane ilinde 14 adet beton havuzlarda ve 22 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kastamonu ilinde 6 adet beton havuzlarda ve 7 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ordu ilinde 21 adet beton havuzlarda ve 8 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Rize ilinde 38 adet beton havuzlarda ve 3 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Samsun ilinde 5 adet beton havuzlarda ve 27 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022). Sinop ilinde 2 adet beton havuzlarda ve 28 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tokat ilinde 11 adet beton havuzlarda ve 33 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Trabzon ilinde 43 adet beton havuzlarda ve 14 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Zonguldak ilinde 3 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bayburt ilinde 4 adet beton havuzlarda ve 3 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bartın ilinde 5 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Karabük ilinde 4 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Düzce 19 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022).

İç Anadolu bölgesinde; Ankara ilinde 1 adet ağ kafeste gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ayrıca Ankara'da toprak havuzda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan tesis bulunmaktadır. Çankırı ilinde 4 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Çorum ilinde 2 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Eskişehir ilinde 4 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kayseri ilinde 16 adet beton havuzlarda ve 22 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kırşehir ilinde 6 adet ağ kafeste gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022).

Konya ilinde 23 adet beton havuzlarda ve 3 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Nevşehir ilinde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Niğde ilinde 6 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Sivas ilinde 29 adet beton havuzlarda ve 27 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yozgat ilinde 6 adet beton havuzlarda ve 14 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Karaman ilinde 6 adet beton havuzlarda ve 1 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kırıkkale ilinde 6 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022).

Marmara bölgesinde; Balıkesir ilinde 6 adet beton havuzlarda ve 5 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bilecik ilinde 4 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bursa ilinde 11 adet beton havuzlarda ve 1 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022). Çanakkale ilinde 7 adet beton havuzlarda ve 2 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Edirne ilinde 1 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022). Kırklareli ilinde 6 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kocaeli ilinde 10 adet beton havuzlarda ve 1 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. İstanbul ilinde 1 adet ağ kafeste gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tekirdağ ilinde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Sakarya ilinde 18 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yalova ilinde 2 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye genelinde 740 adet ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği ve 973 adet beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapan tesisler bulunmaktadır. Türkiye’de en fazla beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022).

1.4. Tunceli İlinde Alabalık Yetiştiriciliği

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Fırat havzasında yer alan Tunceli ili, kuzeyde ve batıda Munzur Dağları ile Karasu Irmağı, doğuda Bingöl Dağları ve Peri Suyu, güneyde Keban Baraj Gölü ile çevrili bir konuma sahiptir. Tunceli ili doğal su kaynakları (dere, kaynak ve çay suları) açısından oldukça zengindir. Tunceli ilindeki dere, kaynak ve çay suları alabalık yetiştiriciliğine elverişli olması tesisler kurmaya avantaj sağlar. Su ürünlerinde alabalık yetiştiriciliği yüksek potansiyele sahip ve tesis kurmaya elverişlidir. Dünya genelinde Munzur Çayı içerisinde nam yapmış alabalıklar olduğu görülmektedir (Tarım, 2022). Tunceli ilindeki Çemişgezek, Mazgirt, Nazımiye, Ovacık, Pertek ilçeleri ve merkez de dahil olmak üzere 24 tane tesis vardır. Ortalama 7.000 ton/yıl kapasiteye sahip tesislerde üretim miktarı 2.000 ton civarındadır (Tarım, 2022).

Çemişgezek ilçesinde; 1 adet beton havuzlarda kuluçkahane üretim tesisi, 7 adet ağ kafeslerde alabalık yetiştiriciliği tesisi olmak üzere toplamda 8 tesis yer almaktadır. Tesislerin ortalama sofralık alabalık miktarı 4.120 ton/yıl ve yavru alabalık miktarı 30.000.000 adet/yıl kapasiteye sahiptir. Pertek ilçesinde; 5 adet ağ kafeslerde alabalık yetiştiriciliği tesisi yer almaktadır. Tesisin ortalama sofralık alabalık miktarı 570 ton/yıl kapasiteye sahiptir. Tunceli şehir merkezinde; biri üniversiteye ait Eğitim-Uygulama Tesis olmak üzere 2 adet ağ kafeslerde alabalık yetiştiriciliği tesisi yer almaktadır. Tesislerin ortalama sofralık alabalık miktarı 54 ton/yıl kapasiteye sahiptir (TÜİK, 2021). Mazgirt ilçesinde; 1 adet yavru üretimi tesisi, 2 adet ağ kafes ve 2 adet beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği tesisi olmak üzere toplam 5 adet tesis yer almaktadır (TÜİK, 2021). Tesislerin ortalama sofralık alabalık miktarı 1.130 ton/yıl ve sazan miktarı 50 ton/yıl, yavru alabalık miktarı ise 6.000.000 adet/yıl kapasiteye sahiptir. Nazımiye ilçesinde; 1 adet beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği tesisi mevcuttur. Tesisin sofralık alabalık miktarı 45 ton/yıl kapasiteye sahip olduğu bilinmektedir. Ovacık ilçesinde; 1 adet yavru üretim tesisi ve 2 adet beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği olmak üzere toplamda 3 tesis yer almaktadır. Tesislerin ortalama sofralık alabalık miktarı 550 ton/yıl, yavru üretim miktarı 10.000.000 adet/yıl kapasiteye sahiptir (TÜİK, 2021), (Tablo 1.9).

Tablo 1.9. Tunceli alabalık yetiştiriciliğinde üretim metodu ve tesis kapasiteleri (Tarım, 2021)

Tesis Yeri	Tesis Adı	Üretim Metodu/Durumu		Tesis Tipi	Proje Kapasitesi (Ton/Yıl)
Keban Baraj sahası 4.Bölge /Çemişgezek	Hasan Ali Baysal	Ağ Kafes	Aktif	Büyütme	950
Keban Baraj sahası 4.Bölge /Çemişgezek	Alibeyköy Su Ür. Ltd. Şti. (Osman Baysal'dan Devir)	Ağ Kafes	Aktif	Büyütme	950
Keban Baraj sahası 4.Bölge /Çemişgezek	Beymen Su Ür. Ltd. Şti. (Fatih Baysal' Dan Devir)	Ağ Kafes	Aktif	Büyütme	950
Keban Baraj sahası 4.Bölge /Çemişgezek	Ada Alabalık Su Ürünleri Hayvancılık Gıda İnş. Nak. Taah. Turz. Üretim Paz. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Ağ Kafes	Aktif	Büyütme	950
Keban Baraj sahası 4.Bölge /Çemişgezek	Aysel Ünlü-1	Ağ Kafes	Aktif	Büyütme	25
Keban Baraj sahası 4.Bölge /Çemişgezek	Aysel Ünlü-2	Ağ Kafes	Aktif	Büyütme	25
Keban Baraj sahası 4.Bölge /Çemişgezek	Aysel Ünlü-3	Ağ Kafes	Aktif	Büyütme	25
Anıl Köyü/Çemişgezek	Vadi Alabalık Su Ürünleri Hayvancılık Gıda İnş. Nak. Taah. Turz. Ürt. Paz. San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Beton Havuz	Aktif	Kuluçkahane + Büyütme	245 (30.000.000 Adet/yıl kuluçkahane)
Keban Baraj sahası 5.Bölge/Pertek	Ömer Mustafa Yöntürk	Ağ Kafes	-	Büyütme	250
Keban Baraj sahası 5.Bölge/Pertek	FV Su Ürünleri Ltd. Şti. (Gülcan Çetintaş'tan Devir)	Ağ Kafes	-	Büyütme	245
Keban Baraj sahası 5.Bölge/Pertek	Tekin Orğun	Ağ Kafes	-	Büyütme	25
Keban Baraj sahası 5.Bölge/Pertek	Fethi Kurt	Ağ Kafes	Aktif	Büyütme	25
Keban Baraj sahası 5.Bölge/Pertek	Hasan Kurt	Ağ Kafes	Aktif	Büyütme	25
Uzunçayır Barajı/Merkez	Tunceli Üniversitesi Rektörlüğü	Ağ Kafes		Büyütme (Eğitim Tesisi)	25
Uzunçayır Barajı/Merkez	Nesrin Yarıcı (Deniz Yarıcı-1'den Veraset Nedeniyle Devir)	Ağ Kafes	-	Büyütme	29
Keban Baraj Sahası 7. Bölge/ Mazgirt	Nesrin Yarıcı (Deniz Yarıcı-2'den Veraset Nedeniyle Devir)	Ağ Kafes	-	Büyütme	245
Keban Baraj Sahası 7. Bölge/ Mazgirt	Haydar Can Sonar-1	Ağ Kafes	Aktif	Kuluçkahane + Büyütme	245 (6.000.000 Adet/yıl kuluçkahane)
Keban Baraj Sahası 7. Bölge/ Mazgirt	Bülent Demir	Ağ Kafes	Aktif	Büyütme	245
Yaşaroğlu Köyü/Mazgirt	Özlem Koran	Beton Havuz	Aktif	Büyütme	245
Yaşaroğlu Köyü/Mazgirt	Cebrail Sonar Alabalık ve Sazan Tesisi	Beton Havuz	Aktif	Büyütme	150 ton/yıl Alabalık 50 ton/yıl Sazan
Gelinpınar Şelalesi/Nazimiye	Gökhan Fidan	Beton Havuz	-	Büyütme	45 (10 ton/yıl Üretim izinli)
Kandolar Mah./Ovacık	Kılınçoğlu Nak. İnş. Tah. Turizm. Teks. Tic. San. Ltd. Şti.	Beton Havuz	Aktif	Kuluçkahane + Büyütme	500 (10.000.000 Adet/yıl kuluçkahane)
Yeşilyazı Köyü/Ovacık	Selma Düşkün	Beton Havuz	Aktif	Büyütme	25
Yeşilyazı Köyü/Ovacık	Kurtuluş Demirdöğen	Beton Havuz	Aktif	Büyütme	25

1.5. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)

Gökkuşığı alabalığının sistematikteki yeri; Hayvanlar aleminin Kordalılar şubesinde, Işınal yüzgeçliler sınıfında, Salmoniformes takımında, Salmonidae familyasının *Oncorhynchus* cinsinin *Oncorhynchus mykiss* türüdür (Froese ve Pauly, 2019). Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) olarak bilinen, Salmonidae familyasına ait ABD kökenli balık türüdür (Froese ve Pauly, 2019). Dünya’da ve ülkemizde yetiştiriciliği en yaygın olarak yapılan gökkuşığı alabalığı, hızlı büyüeyebilen, besin değeri yüksek, lezzetli, sevilen, yüksek ticari değere sahip olan türdür (Sarıeyyüpoğlu ve ark., 2017). Bu balıklar genellikle uzun, iğ şeklindedir ve sırt ve kuyruk yüzgeci arasında yağlı bir yüzgeç vardır. Etçil balıklardır ve türlerine göre ağızlarında farklı miktarlarda diş taşırlar. Balıkların türlerine göre değişik renkleri mevcuttur. Gıda olarak oldukça kaliteli olmalarının yanı sıra beslenme durumuna bağlı olarak etleri kırmızı (pigmentli) veya beyaz (pigmentsiz) renkte olabilmektedir (Anonim, 2020a). Normal ergin bir alabalık 2-3 kg gelirken, 11 yaşındaki alabalıklar 25.4 kg ağırlığa ve 120 cm boylara ulaşabilmektedir (Emre ve ark., 2007). Gökkuşığı alabalığının yaşayabilmesi için en uygun şartlar sağlanmalıdır. Bunlardan bazıları; yaşama ve büyüleri için su sıcaklığı en ideal olduğu 20-22 °C’dir. Gurk ve yavrulama zamanlarında uygun su sıcaklığı 7-12 °C, larva ve yavru büyütme dönemlerinde 8-13 °C, porsiyonluk boya gelmesi için ise en ideal sıcaklığın 12-18 °C olması gerekmektedir. pH değerinin 6,5-8,0 arasında olması ve 9,2-11,5 mg O₂/L oksijen derecesine sahip olması gerekmektedir (Demir, 2006; Ekingen, 2001; Parrino ve ark., 2020). Bununla beraber balıkların üreme ve normal büyüme dönemlerinde sıcaklık ihtiyaçları farklılık göstermektedir (Yıldırım ve ark., 2022).

Dünya’da kültürü en fazla yapılan balık türü Gökkuşığı alabalığıdır. Yapay yöntemlerle yumurta elde edilmesinin kolay olması, kuluçka süresinin kısa olması, çevre koşullarına kolay uyum sağlaması, doğal ve yapay yemlerden yararlanma kabiliyetinin yüksek olması, hastalıklara karşı dayanıklılığı nedeniyle tercih edilmektedir (Parrino ve ark., 2020; Yıldırım ve ark., 2022). Gökkuşığı alabalığı, 1880 yılında Avrupa’ya ve 1967 yılında Türkiye’ye yetiştiriciliği yapılması amacıyla getirilmiştir. Türkiye, 1971 yılında bilimsel düzeyde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliğine başlamıştır. Gökkuşığı alabalığı, Avrupa marketlerinde de tercih edilen balık türüdür (Emre ve Kürüm, 2007; Çaklı, 2007b).

Türkiye’de ilk kez gökkuşağı alabalığı yumurtaları Bilecik ilinin Bozüyük ilçesinde Hasan Papila tarafından kurulan ve hale üretime devam etmekte olan Liman Entegre Balıkçılık tesislerine getirilerek üretime başlanmıştır (Aydın & Baltacı, 2017; Yıldırım ve ark., 2022). Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Türkiye’de en yaygın yetiştiriciliği olan bir türdür. İç su ürünleri türleri arasında % 98,3'lük bir paya sahiptir. 2020 yılında yetiştiricilik yoluyla üretilen gökkuşağı alabalığı miktarı 126.101 tondur. Ülkemizde balık tüketimi ağırlıklı olarak taze soğutulmuş ve dondurulmuş olarak olup, ihracatımızın önemli bir kısmı dondurulmuş ürünler şeklindedir (Günay ve ark., 2018; Yıldız, 2019; TÜİK, 2021).

1.5.1. Gökkuşağı alabalıklarında hastalığa sebep olan bakteriler ve hastalıkları

Bakteriyel hastalıklar, havuzlarda, baraj göllerinde ve kafeslerde yetiştirilen kültür gökkuşağı alabalığında yüksek ölüm oranlarına ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Austin ve Austin, 2016; Ökmen, 2019). Furunkulozis (*Furunculosis*) hastalığına, *Aeromonas salmonicida* etken olmaktadır. Gram (-), hareketsiz bakteridir. Motil *Aeromonas* Septisemi (MAS) Hastalığına, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas caviae* etken olmaktadır. *Aeromonas veronii* ve *Aeromonas media*’nın da bu hastalığa etken olduğu tespit edilmiştir. Hastalığa en çok *Aeromonas hydrophila* sebep olmaktadır. Vibriosis (Kızıl Hastalığı)’a, *Vibrio anguillarum* etkindir. Soğuk su Vibriosisi (Hitra) hastalığı, gökkuşağı alabalığında ve Atlantik salmonlarda görülmektedir. Kolumnaris (tatlı su) Hastalığına, *Flexibacter columnaris* etkindir. Pedunkul Hastalığına, *Flexibacter psychrophila* etkindir. Ülser Hastalığına, *Haemophilus piscium* etkindir. Bakteriyel Böbrek Hastalığına, *Renibacterium salmoninarum* etkindir. Tüberkülozise (*Mycobacteriosis*) hastalığına, *M. piscium*, *M. marinum*, *M. fortuitum*, *M. chelonae*, *M. anabanti* etkindir. Bakteriyel Hemorajik Septisemine, *Aeromonas hydrophila* etkindir (CIWF, 2022; LaFrentz ve ark., 2012; Dinçtürk, 2019).

Yersinia ruckeri (ERM) ya da Yersiniozis hastalığı olarak bilinen, çeşitli balık türlerinde (salmonid, yılan balığı, sazan ve diğer balıklarda), karında sıvı toplanması, rengin koyulaşması, ağız, operkulum ve yüzgeç tabanlarında kızarıklıklar, vücut yüzeyinde ve iç organlarda hemorojilerin meydana gelmesi ile karakterize olan bulaşıcı, öldürücü bakteriyel bir hastalıktır. Etkeni enterik bir bakteri olan *Yersinia ruckeri*’dir (CIWF, 2022; LaFrentz ve ark., 2012; Dinçtürk, 2019).

1.6. *Yersinia Ruckeri* Bakterisi

Yersinia ruckeri, salmonlarda bulaşıcı, öldürücü ve ekonomik kayıplara yol açan enterik redmouth hastalığı (ERM) veya yersiniozis olarak tanınan, insanda ve hayvanda hastalığa yol açabilen ajanlardır. (Tobback ve ark., 2007; Kumar ve ark., 2015; Fuentes ve ark., 2022). *Yersinia ruckeri*, deniz ve tatlı su balıklarının bakteriyel bir enfeksiyonu olan enterik redmouth hastalığının etken maddesidir. Hastalık esas olarak alabalıkları etkilemektedir (Wrobel ve ark., 2019). Gökkuşluğu alabalığından izole edilen *Yersinia rucker*, ilk olarak 1950'li yıllarda Amerika'nın Idaho Eyaletindeki Hagerman Vadisi'nde ortaya çıkmıştır. Daha sonra Almanya, Avustralya, Batı Afrika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İngiltere, İran, İskoçya, İspanya ve Yunanistan gibi değişik coğrafik bölgelerdeki ülkelerde de büyük çapta dağılım göstererek salgınlara sebep olmuştur. Tüm dünyaya yayılmasıyla bütün alabalık işletmeleri bu problemlerle karşılaşmaktadır (Köstereli, 2019; Acuña ve ark., 2021).

Yersinia ruckeri, ülkemiz de hızlı yayılım göstererek, görülme oranı en fazla olan gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliği ilk kez Türkiye'nin İzmir ilindeki işletmelerde 1990 yılında tespit edilmiştir (Çağırğan ve Yüreklitürk, 1991; Öztürk ve Altınok, 2014). *Yersinia ruckeri* asıl alabalıkçilleri etkilemekle birlikte sazan, yayın ve yılan balığı, mersin balığı, levrek ve morina balığı, misk faresi (*Ondatra zibethicus*), kerkenez (*Falco spp.*), deniz martıları (*Laridae*), kaplumbağalar (*Cheloniidae*) ve insanlardan da tespit edilmiştir (Kumar ve ark., 2015; Huang ve ark., 2014; Fadaeifard ve ark., 2014). İlginç bir şekilde, *Yersinia ruckeri* son zamanlarda alışılmadık bir mikroorganizma olarak insan yara enfeksiyonunda (De Keukeleire ve ark., 2014), süt, peynir, tavuk ve kıymada izole edilmiştir (Özdemir ve Arslan, 2015).

***Yersinia ruckeri*'n etiyolojisi;**

Enterobacteriaceae (enterobakterigiller) familyasının bir üyesidir. Gram-negatif, çubuk şeklinde ve fakültatif_anaerob bir bakteridir. Hücreler ortalama 0,75 µm çapında ve 1-3 µm uzunluğundadır (Tkachenko ve ark., 2019; Wrobel ve ark., 2020; Fuentes ve ark., 2022). Genellikle kamçılı, sporsuz, kapsülsüzdür. Fakat kamçıları her zaman olmadığından değişken hareket eden bir bakteridir (Ohtani ve ark., 2019). *Yersinia*' ların karakteristik özellikleri 26-29 °C'deki kültürlerde daha iyi gözlenmektedir. Balıklarda, insanlarda ve diğer hayvanlarda birkaç patojenik tür içermesinden dolayı *yersinia* hastalıklara neden olur (Kumar ve ark., 2015).

***Yersinia ruckeri*'n epidemiyolojisi;**

Hücreler 22 °C ile 37 °C arasındaki geniş bir sıcaklık aralığında oldukça hızlı büyür, ancak en iyisi 22 °C ile 25 °C arasındadır. *Yersinia ruckeri*, serolojik ve moleküler tanı testleri kullanılarak tanımlanabilir (Wrobel ve ark., 2019; Ghosh ve ark., 2018; Glenn ve ark., 2011; Keeling ve ark., 2012). Son zamanlarda, *Yersinia ruckeri* izolatlarının yüksek çözünürlüklü genotiplenmesi için hızlı ve verimli bir yöntem olarak çok lokuslu değişken-sayıli tandem-tekrar analizi geliştirilmiştir (Güllü ve ark., 2019). Yersiniosis, ağırlıklı olarak tatlı su balıklarının küresel olarak dağılmış bir hastalığıdır ve su ürünleri yetiştiriciliğinde yüksek derecede ölüm oranına ve büyük ekonomik zararlara neden olan sistemetik bir hastalıktır. Eğer hastalık tedavi edilmezse ölüm oranı % 25-75'e ulaşabilir (Toback ve ark., 2007; Ummey ve ark., 2021). Tatlı su balıklarında hastalığa neden olan her türlü madde deniz balıklarından da izole edilmiştir (Diler ve Ekici, 2003). % 0.5 ve % 0.15 tuzlulukta *Yersinia ruckeri*'n suşlarının en elverişli çoğalma anıdır (Diler ve Ekici, 2003).

Hastalığın çıkışında belirli bir mevsim olmamakla birlikte 15-18 °C su sıcaklığında şiddetlenir, 10 °C ve daha düşük sıcaklıklarda ise azalmaya başlar. Su sıcaklığının birden arttığı ilkbahar aylarında ve genç hayvanlarda genellikle akut olarak görülmektedir. Su sıcaklığının azaldığı sonbahar aylarında ve 1 yaşındaki hayvanlarda kronik seyretmektedir (Türk, 2009). 7-13 °C arasında su ısının olduğu nisan ve eylül aylarında hastalık görülmektedir. Öncelikle 5-200 g.'lık balıkları etkilemektedir. Balığın yem yeme miktarı azalır. Çok büyük ekonomik kayıplara neden olur (Köstereli, 2019). *Yersinia ruckeri* enfeksiyonları, hasta ve hasta olmayan balıklar arasındaki birbirlerine dokunmalarıyla bulaşabilir. Enfeksiyöz balıkların hem deneysel hem de doğal enfeksiyonlardan sonra 2 ay hayatta canlı kalabilmektedir. Hayatta kalan alabalıklar taşıyıcı olabilir (Emin ve ark., 2023).

Hastalığın ortaya çıkmasında stres faktörleri ve balığın yaşı önemlidir. 7,5 cm ve altında yavru ve genç balıklarda hastalık 12 cm ve üzeri büyük balıklardan daha şiddetli seyir etmektedir (Amin ve ark., 2023). Balıkların sık sık ellenmesi, yoğun stoklama, ısı, sudaki O₂ miktarının yetersizliği, amonyak miktarının artması, ortamın organik kirliliği hastalığı tetikleyen stres faktörleridir. Hastalık, kuluçkadaki balıktan yavrularına direkt yolla ve asemptomatik bir taşıyıcı veya enfekte balıktan yetiştirme suyu yoluyla sağlıklı balığa indirekt yolla bulaşabilir (Ghosh ve ark., 2016; Amin ve ark., 2023).

Yersinia ruckeri bakterisinin, bir işletmeden bir başka işletmeye bulaşması kontamine balıkların nakli ya da işletmeden çıkan suyla da olabilmektedir. *Yersinia ruckeri*, enfekte balıkların dışkılarıyla dökülür ve hastalık 4 aydan fazla yaşayabildiği için su yoluyla bulaşabilmektedir (Türk, 2009; Çevik, 2019). *Yersinia ruckeri*'nin konakçının içinde veya dışında, besinleri sınırlandıran ortamlarda hayatta kalabilme yeteneği, bulaşmayı kolaylaştırır ve bu nedenle patogeneze için gereklidir. Bununla birlikte, bu süreçlerin arkasındaki moleküler mekanizmalar hakkında çok az şey bilinmektedir. (Acuña ve ark., 2021).

***Yersinia ruckeri*'n klinik semptomlar ve otopsi bulguları;**

ERM, tüm yaş sınıfındaki balıkları etkileyebilir, ancak enfeksiyon yavru balıklarda akut olarak, yetişkin (büyük) balıklarda kronik seyretmektedir. Etkilenen balıklar daha koyu renkli, iştahsız, uyuşuk hareketler, su akışının yavaş olduğu bölgelerde ve yüzeye yakın yüzme gibi değişiklikler gözlemlenebilir (Filik ve ark., 2019; Balta ve ark., 2016;). Hastalığın diğer belirtileri arasında ekzoftalmi ve derinin koyulaşması, hastalığa ortak adını veren ağızda, boğazda ve çevresinde deri altı kanamalar yer alır (Zorriehzakra ve ark., 2017). Ayrıca karaciğer, pankreas, pilor çekası, yüzme kesesi ve yan kasların yüzeylerinde peteşiyal kanamalar oluşabilir. Dalak sıklıkla büyümüştür ve rengi neredeyse siyah olabilir ve alt bağırsak kırmızılaşabilir ve opak, sarımsı bir sıvıyla doludur (Toback ve ark., 2007; Çevik, 2019). Pop-eye olarak bilinen ekzoftalmi, hastalığın bir başka görünür belirtisidir. Bu genellikle tek taraflı başlar, ancak daha sonraki aşamalarda her iki göz de yuvalarından fırlayabilir. Sonunda, ekzoftalmi gözlerin yırtılmasına neden olur ve bu da balık körlüğü ile sonuçlanır (Wrobel ve ark., 2019).

Yersinia ruckeri, enterik kızıl ağız hastalığına neden olduğu bilinen fırsatçı patojenik gram negatif bir bakteridir. Bu bakterinin farklı ticari balık türleri arasında yayılması, su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisine önemli zararlar verebilir (Terzi ve ark., 2021). *Yersinia ruckeri* dünyanın birçok yerinde çeşitli balık türlerinden izole edilmiştir. *Yersinia ruckeri* su, yiyecek, tortular ve diğer su hayvanları yoluyla (fokal oral) balıklara bulaşır (Terzi ve ark., 2021).

***Yersinia ruckeri*'n teşhisi;**

Yersinia ruckeri, enfekte olmuş balığın iç organlarından alınabilir ve Tryptic Soy Agar (Stevenson ve ark., 1982), Nutrient Agar (Navais ve ark., 2014), Brain Heart Infusion Agar (Arias ve ark., 2007), Columbia Blood Agar (Gibello ve ark., 2004) gibi çeşitli bakteriyolojik besiyerlerinde kültürlenebilir.

Etken, laboratuvarlarda kullanılan BHI Agar ve TSA besi yerlerinde 20-25 °C’de 24-48 saatte rahatça çoğalarak 1-3 mm çapında, daire, düz kenarlı, şişkin, parlayan, beyaz koloniler oluşturduğu bilinmektedir. Bununla birlikte Shotss-Watman besi yeri bakteri için spesifik ortamdır (Altun ve ark., 2010; Köstereli, 2019). Son yıllarda bakteri için differansiyel bir besiyeri olan Shotts-Waltman besiyeri de tercih edilmektedir. Bu besiyerinde 20–22 °C’de 48 saat inkübasyondan sonra yeşil renkli, hidroliz zonlu, düzgün, dairesel, parlak *Yersinia ruckeri* kolonileri görülür (Austin ve Austin, 2016). Bakterinin saf kültürlerinden kolaylıkla teşhis yapılabilir. Özellikle taşıyıcı balıkların tespitinde Shotts-Waltman besiyeri olumlu sonuçlar vermektedir (Türk, 2009).

Yersinia ruckeri, doku yıkımı yoluyla enfeksiyona neden olabilen istilacı bir mikroorganizmadır. Patojen, kontamine yem yoluyla sindirim sistemine geçer ve bağırsağın epitel hücrelerine nüfuz eder. *Yersinia ruckeri* enfeksiyonu, balıkların sindirim sisteminde mukozal ülserlere ve nekrotik lezyonlara yol açabilir. *Yersinia ruckeri* tarafından sentezlenen enterotoksin, hastalığa neden olmada önemli bir rol oynayabilir (Dezfuly ve ark., 2020; Terzi ve ark., 2021). Balığa bakteri ile meydan okuduktan sonra, *Yersinia ruckeri* solungaç lamellerinden balık kanına girebilir. Enfeksiyon 30 dakika ila 3 gün içinde bağırsak, karaciğer, dalak, kalp ve beyin etkiler (Kumar ve ark., 2015). *Yersinia ruckeri*, zorlamanın polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) analizi ile teyit edilmesinden 1 saat ila 5 gün sonra, kandaki bakteriyel enfeksiyon 9. günden 30. güne kadar saptanamaz hale geldi (Altınok ve ark., 2001). Ayrıca, ilk tehditten 21 gün sonra bakteriler bu dokularda artık saptanamaz hale geldi (Kumar ve ark., 2015).

Son zamanlarda birden fazla bilimsel çalışmada, tür teşhisinin konvensiyonel yöntemlerine takviye olarak moleküler teknikler kullanılmıştır. Bilimsel çalışmalarda tür teşhisinin doğruluğunu kanıtlamak ve bazı yanlışların düzeltilmesinde moleküler metod önemli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. API 20E ve API 32E hızlı teşhis kitleri, *Yersinia ruckeri*’nin teşhisinde kullanılmaktadır (Bastardo ve ark., 2011). *Yersinia ruckeri*’nin teşhisi biyokimyasal testlerle yapılabilmesine rağmen bu testlerin zahmetli ve zaman kaybına neden olması gibi nedenlerden dolayı etkenin tanımlanmasında hızlı teşhis kitleri kullanılmıştır. *Yersinia ruckeri*’nin tanımlanması üzerine yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda, özellikle API 20E gibi hızlı teşhis kiti kullanılmış ve bu kit ile etkenin tanımlanmasının basit ve kolay olduğu belirtilmiştir (Altun ve ark., 2013; Austin ve Austin, 2016; Tinsley ve ark., 2011).

Yersinia ruckeri'nin moleküler tiplendirmesinde Enterobakteriyel repetitive intergenic consensus PCR (ERIC-PCR), Multilocus Sequence Analysis (MLSA), Pulsed-Field Gel Electrophoresis (PFGE) ve 16S rRNA dizi analizi yöntemleri kullanılmış ve 16S rRNA gen sekansı, ERIC-PCR ve MLSA'nın daha güvenilir ve etkili yöntemler olduğu vurgulanmıştır (Souza ve ark., 2010; Duman, 2017). Klasik yöntemlerin dezavantajlarını gidermek amacıyla hızlı ve güvenilir yeni bir teknik olan, MALDI-TOF MS yöntemi kısa sürede Enterobakteriyel familyasına ait *Y. ruckeri*'nin tanımlanmasında başarı ile kullanılmıştır (Duman, 2017).

***Yersinia Ruckeri*'n tedavi ve korunması;**

En doğru tedavi, antibiyogram test sonuçlarına göre, etkenin duyarlı olduğu tespit edilen kemoterapötik maddeler kullanılmak suretiyle yapılabilir. Bunlardan Oksitetrasiklin 66 mg/kg (c.a.) dozunda 10 gün; Sulfadimetoksim ve Ormetoprim 50 mg / kg (c.a.) dozunda 5 gün; Sulfamerazin 200 mg/kg (c.a.) dozunda 3 gün; Sulfadiazin ve Trimetoprim 1 mg/kg (c.a.) dozunda 14 gün; Okzolinik asit 10 mg/kg (c.a.) dozunda 10 gün ve Tiamulin 5 mg/kg (c.a.) dozunda 14 gün süreyle oral yolla kullanılabilir. Yersiniozisin tedavisinde antibiyotikler ve sülfanamidlerden de kullanılmış ama en iyi yöntem aşılama olmuştur (Austin ve Austin, 1993). Aşıda, bakterinin öldürülmüş kültürü kullanılmaktadır. Bağışıklık yaklaşık 10 gün içerisinde oluşmaktadır. Kontamine bölgelerden balık nakli yapılacaksa, balıklar 15 gün önce aşılanarak nakil edilmelidir (Türk, 2009; Hjeltne ve ark., 2017).

1.7. Bakterilerin İdentifikasyonları

1.7.1. Matris destekli lazer desorpsiyon/iyonizasyon uçuş süresi kütle spektrometresi (MALDI-TOF MS)

Mikroorganizmaların tanımlanmasında son yıllarda en çok tercih edilen Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi (MALDI-TOF MS) yöntemidir. MALDI-TOF MS tekniğinin tercih edilme sebepleri; kolay, çabuk ve doğru sonuç vermesi, uygun maliyetli ve analiz için çok az biyolojik materyale ihtiyaç duyulmasıdır. MALDI TOF MS yöntemi, genellikle laboratuvarlarda kullanılan türlü biyokimyasal reaksiyonları değerlendirerek isimlendiren otomatik sistemlerden değişiktir (Haider ve ark., 2023).

Bu yöntemde, bakteri veya mantarların ribozomal proteinleri matriks ile iyonize edilerek buharlaştırılır, uçuş sürelerine göre proteinlerin moleküler kütleleri hesaplanır ve test edilen mikroorganizmanın protein spektrumu elde edilerek tanımlanmaktadır. Profil spektrumlarının grafik görüntüleri ile sistemin veri tabanındaki referans organizmanın grafik görüntüleri karşılaştırılarak mikroorganizmalar uyumluluklarına göre cins ve tür bazında tanımlama yapmaktadır (Haider ve ark., 2023).

Günümüzde In-Vitro tıbbi tanı cihazları (IVD) veri tabanında onaylı 221 mantar ve 1095 bakteri olmak üzere toplam 1316 mikroorganizma türü ve araştırma amaçlı Research Use Only (RUO) veri tabanında ise 1445 mikroorganizma türünün adlandırılması, IVD ve Avrupa'ya uyumlu (CE) olarak dakikalar içinde gerçekleştirilmektedir (Vitek MS V3.0, 2016). Yapılan çalışmalarda, yöntemin performansına ilişkin önemli sonuçlar bildirilmiş olup MALDI-TOF MS'nin gram-pozitif, gram-negatif, aerobik ve anaerobik bakterileri, mikobakterileri ve mantarları referans yöntemi ile % 90-100 düzeyinde doğru tanımladığı görülmüştür. 16S rRNA gen sekansı ile daha önceden ayrımı yapılan benzer türlerin MALDI-TOF MS yöntemiyle de başarılı bir şekilde ayrımı yapılabilmektedir (Wieser ve ark., 2012; Kassim ve ark., 2017; Miller ve ark., 2018).

MALDI-TOF MS'in dezavantajları;

Veri tabanında yeterli bilgi olmaması bu iki suşu birbirinden ayıramamakta ve bu iki bakterinin ribozomal protein dizilerinde yeterli farkın olmamasından kaynaklanmaktadır. Benzer problem *Shigella* spp. ve bazı *E. coli* suşlarının ayrımında da yaşanmaktadır (Eigner ve ark., 2009; Seng ve ark., 2009; Bizzini ve ark., 2010). *S. pneumoniae*, *S. mitis* ve *S. parvasanguinis* gibi aynı cins içinde birbirine yakın olan türler doğru bir şekilde tanımlanamayabilir (Prod'hom ve ark., 2010; Stevenson ve ark., 2010). MALDI-TOF MS tekniklerinin kültür ortamı ve üreme koşullarından etkilenmeden çalışabilmesi için alınacak koloninin 48 saatten genç olması gerekmektedir (Rychert, 2019). Eski olan kültürlerde meydana gelen ribozomal proteinlerin parçalanmasının nedeni eski olan kültürlerde ayırt eden pik sayısının ve bu piklerin yoğunluğunun düşmesinden kaynaklanmaktadır (Wieser ve ark., 2012; Kanak ve Yılmaz, 2018; Rychert, 2019).

MALDI-TOF MS'in avantajları;

Farklı yöntemler ile isimlendirme birkaç gün sürebilirken, MALDI-TOF MS yöntemi ile kimlik belirlenmesi yaklaşık 1 saate sürmektedir. Örnek başına düşen maliyet diğer tekniklere keza daha avantajlıdır (Kanak ve Yılmaz, 2018; Karaduman ve ark., 2017). 16S rRNA gen sekansı ile daha önceden ayrılan yakın cinslerin MALDI-TOF MS yöntemi ile ayrımı başarıyla yapabilmektedir (Wieser ve ark., 2012). Tek bir koloni bile üremiş olsa, o koloniyi kaybetmeden MS yöntemi ile çalışmak mümkündür. Analizin kolaylığı ve hızlılığı yöntemin önemine katkıda bulunur (Rychert, 2019). Biyokimyasal tanımlama testleri ile kıyaslandığında 4 kat daha az bir maliyete sahiptir (Rychert, 2019). Geleneksel yöntemlerle tanımlanması zor olan anaerobik, non-fermantatif bakterilerin ve Gram pozitif basillerin ayrıştırılması başarıyla yapılmaktadır. Ayrıca bu yeni yöntem, ayırt edilmesi zor olan benzer türlerin teşhisinde de başarılı olmuştur (Kacaniova ve ark., 2017; Mahajan ve ark., 2017).

1.7.2. Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR)

Kary Mullis, 1984 yılında polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) bularak, Nobel ödülünü kazanmıştır. PZR, spesifik DNA sekanslarının in-vitro DNA sentezi yoluyla katlanarak çoğaltılabildiği hızlı ve oldukça hassas bir tekniktir. PZR bir DNA replikasyon yöntemi olmasına rağmen eğer RNA replike edilmek isteniyorsa, önce "ters transkriptaz" enzimi kullanılarak hedef RNA dizilerinin (tamamlayıcı DNA, cDNA) DNA kopyaları çıkarılır ve bu cDNA molekülleri PZR ile amplifiye edilir. PZR kullanılarak, birkaç şablon DNA molekülünden başlayarak belirli bir genetik segmentin milyonlarca kopyası üretilmektedir. Kromozomal DNA'nın in-vivo replikasyonu milyonlarca nükleotidin replikasyonunu içerirken, PZR amplifikasyon ürünleri genellikle 1000 bp'den (baz çifti, baz çifti; bp) daha kısa olacak şekilde tasarlanır (Pazdernik ve Clark, 2013; Tekin ve ark., 2020). Bununla beraber ekstrem durumlarda özel termostabil DNA bağımlı DNA polimeraz kombinasyonları kullanılarak 35000 bp'den daha uzun PZR amplikonlarının başarılı olarak çoğaltılabildiği bildirilmiştir (Pazdernik ve Clark, 2013; Tekin ve ark., 2020).

PZR'nin temel bileşenleri; kalıp DNA (Template), primerler (oligonükleotidler), polimeraz enzimleri ve deoksinükleotit-trifosfat (dNTPs) ve tampon solüsyonlar (Buffer)'dir (Karaçam, 2017). Klasik bir PZR'de reaksiyonun her bir döngüsü farklı sıcaklıklarda gerçekleşen denatürasyon (bozundurma), annealing (bağlanma) ve elongasyon (uzama) olmak üzere üç basamaktan oluşturmaktadır. Denatürasyonda, çift zincirli kalıp DNA ayrılır. Annealing, primerlerin hedef bölgelere uygun sıcaklıkta (45-70 °C) bağlanmasıdır. Elongasyon ise, sıcaklığın yükselmesi ile (72 °C) aktifleşen taq polimeraz enziminin yeni bazlar ekleyerek, yeni DNA ipliğinin uzamasıdır (Türkyılmaz ve Esendal, 2002; Tekin ve ark., 2020). PZR'nin kullanım alanları; genetik haritalama, türler arası polimorfizm tespiti, evrim çalışmaları, tohum saflığının tespiti, analık-babalık tayini, adli tıpta teşhis, kanser araştırmaları, popülasyondaki mutant genlerin kalıcılığının izlenmesi, transgenik organizmaların belirlenmesi, toprak, su ve gıda maddelerindeki mikroorganizmaların tespiti gibi konularda yaygın olarak kullanılmaktadır (Tekin ve ark., 2020).

Polimeraz zincir reaksiyon yönteminin dezavantajları ve avantajları;

Besiyerindeki istenmeyen DNA'nın, primer ile birlikte sekanslanma riski vardır. Tecrübeli personele ihtiyaç vardır. Tekniğin yeterince duyarlı ve özgün olması, sonuçların düzgün yorumlanmasını gerektirir. Cihaz ve malzemelerin maliyeti yüksektir (Tekin ve ark., 2020). Çabuk ve özgüldür. Eski, kuru, DNA miktarı az olan örneklerle dahi uygulanabilir. Toksin oluşturan ajanların, saptanması zor toksinlerin, bakteriyel alt tiplerin ve laboratuvar şartlarında üretilmesi zor olan virüslerin tespiti için uygun bir yöntemdir. Antibakteriyel direnç sahip bakterilerin saptanmasına uygundur (Carlı, 2008; Tekin ve ark., 2020). DNA testinden, popülasyon genetiği ve epidemiyolojik çalışmalara kadar yaygın kullanıma sahiptir. Günümüzde insan ve hayvanların enfeksiyöz hastalıklarının teşhisi ve epidemiyolojik çalışmaları, PZR tabanlı tekniklerin uygulanmasıyla olağanüstü bir hız kazanmıştır. PZR'ın devreye girmesiyle bakteri, virüs, mantar veya parazitin izolasyonu ve identifikasyonu için zaman alıcı ve yorucu bir dizi laboratuvar işleminin yapılmasına gerek kalmamıştır (Carlı, 2008; Tekin ve ark., 2020).

1.7.3. DNA dizi (Sekans) analiz yöntemleri

DNA dizi analizi (DNA sekanslama); DNA örneklerindeki baz dizilerinin sırasını ortaya çıkarmak için kullanılan bir genetik kod çözme yöntemidir. Klonlanmış bir DNA molekülü ya da bir klondan bir genomu herhangi bir DNA, ancak nükleotid dizisi bilindiğinde tam olarak karakterize edilebilmektedir (Karahan, 2006). DNA dizi analizi; DNA'nın nükleotid dizisinin belirlenmesi anlamına gelmektedir. Bu işlem bazı adımlardan oluşmakta ve öncelikle DNA'nın restriksiyon enzimleri ile parçalanması gerekmektedir. Klonlama aşamasında DNA 2-200 kb'lık dizilerde amplifiye edilir. Daha sonra floresan maddeler ve jel elektroforezi kullanılarak DNA dizisinin okunmasını sağlayan dizileme aşaması gelmektedir. En son olarak da bu dizilerin bilgisayarda bir araya getirilmesi işlemleri ile sonlandırır (Karahan, 2006). DNA dizi analizi, gen yapısı ve genetik kontrol mekanizmaları hakkında birçok bilgiye ulaşmamızı sağlamıştır. Herhangi bir organizmadan çok miktarda saf DNA elde edilmesini sağlayan rekombinant DNA tekniklerinin gelişmesine paralel olarak DNA dizi analizi yöntemlerinde de gelişme görülmüştür. 1960'lı yıllarda başlayan DNA dizi analizi ile ilgili araştırmalar şu şekildedir (Zülal, 2001).

1965 yılında Robert HOLLEY tarafından 74 nükleotidlik bir tRNA molekülünün dizi analizi gerçekleştirilmiştir. 1977 yılında Allan MAXAM- Walter GILBERT ve Frederick SANGER tarafından iki farklı DNA dizi analizi yöntemi olan Maxam ve Gilbert'in Degredasyon yöntemi ve Sanger Dizileme Yöntemi keşfedilmiştir. Her iki teknik de DNA' nın hazırlanması, reaksiyonlar ve jel elektroforezi olmak üzere üç temel basamaktan oluşmaktadır (Zülal, 2001).

Maxam ve Gilbert'in Degredasyon yöntemi;

Yöntemin karmaşık olması, biyolojik kitlerle kullanımında sıkıntı yaşanması, zararlı kimyasalların olması, ölçeklemesinin kolay olmaması, hızlı olmaması, büyük genom dizilemeleri için uygun olmamasından dolayı tercih edilmemektedir (Maxam ve Gilbert, 1977).

Sanger dizileme yöntemi (Zincir sonlandırma yöntemi);

Enzimatik DNA sentezine dayanan, daha işlevsel ve kolay uygulanabilir bir yöntem olmasıyla günümüzde en çok kullanılan DNA dizi analiz tekniğidir. Fred SANGER ve arkadaşlarının geliştirmiş olduğu zincir sonlanma yöntemi bakteri, faj, virüs ve plasmidlerin DNA'larındaki nükleotidlerin dizilerinin belirlenmesi için kullanılır (Sanger ve ark., 1977).

DNA parçaları sekanslamadan önce klonlandıysa elde edilen sekans ayrıca klonlama vektörünün kısımlarını da içermesi, yeni dizileme teknolojilerinde klonlama vektörünün olmaması, bir nükleotid uzunluk farkına sahip büyük DNA parçaları için ayırım gücünün yetersiz olması, DNA dizilemesinde ilk 15-40 baz dizisinin kalitesizliği ve 700-900 bazdan sonra dizileme kromatogramının kalitesinin kötüleşmesi yöntemi olumsuz kılmaktadır (Karger ve ark., 2009).

DNA Dizi Analizinde dikkat edilecek hususlar;

- 1-Asimetrik DNA amplifikasyonunda sınırlayıcı primer 1-2 pmol'dan (10⁻⁶) çok olmaması gerekmektedir (Karger ve ark., 2009).
- 2-Amplifikasyon ürünleri dezenfekte edilmeden kullanılmamalıdır (Karger ve ark., 2009).
- 3-Kalıp DNA'nın primere oranı 1 olmalıdır (Karger ve ark., 2009).
- 4-Guanin ve sitozin yönünden zengin bölgeler sıralanırken yüksek tavlama sıcaklığı seçilmelidir. DNA ve primer kombinasyonu, oda sıcaklığında en az 20 dk olmalı, sekans yerine tag polimeraz kullanılmalıdır (tag polimeraz 72 °C polimerizasyon kullanılmalıdır) (Karger ve ark., 2009).
- 5-Jelde katıksız ve kaliteli kimyasallar kullanılmalıdır (Karger ve ark., 2009).
- 6-Radyoaktif işaretleme yapacaksa S35 tercih edilmelidir (Karger ve ark., 2009).

Bakteriyel 16S rDNA Geni ve Dizi Analizi;

16S rRNA, prokaryotik ribozomun küçük alt biriminin oluşturulmasından sorumlu bir rRNA türüdür. 16S rDNA, prokaryotlarda 16S rRNA'yı kodlayan gendir. Çift sarmallıdır, kodlayan ve kodlamayan bölgelerden oluşan bir gendir. 16S rDNA geni kopyalandığında, 16S rRNA dizisi üretir. 16S rDNA, prokaryotlarda evrensel DNA dizisidir. 16S rDNA geninin dizilenmesi, bakterilerin yeni türler veya cinsler halinde yeniden sınıflandırılmasını kolaylaştırmıştır. Bakteride bulunan 16S rRNA geni birçok moleküler uygulamada popüler bir hedef olarak seçilmektedir. 16S rRNA gen dizisi ilk olarak 1985'ten günümüze filogenetik analizi için kullanılmaktadır. Bu gen dizilerinin ulaşılabilir olması ve mevcut veri tabanlarında nükleotit dizilerinin varlığı moleküler yaklaşımlarda tercih edilme sebeplerindendir. Küçük alt birim 16S rRNA gen dizi analizi, prokaryotların tanımlanması ve sınıflandırılması için kullanılmakta ve doğrudan çevreden amplifiye edilen bu 16S rRNA genlerinin dizilimi mikrobiyal çeşitliliği tahmin etmek için kullanılmaktadır (Rajendhran ve ark., 2011).

İlk olarak 2011 yılında tanımlanan PZR primerleri, 16S rRNA'nın V4 hiper değişken bölgesini güçlendiren 515F/806R, EMP tarafından prokaryot genomlarını (bakteri ve arkeler) amplifiye etmek için seçilmektedir (Walters ve ark., 2015).

Temel fark, 16S rRNA'nın prokaryotik ribozomdaki küçük alt ünitenin veya 30S alt ünitesinin bir bileşeni olması, 16S rDNA ise 16S rRNA'yı kodlayan gen olmasıdır. Ayrıca, 16S rRNA, çevrilecek olan mRNA'daki Shine-Dalgarno sekansına bağlanan kısımları alırken 16S rDNA, 16S rRNA olan gen ürününü üretmek için transkripsiyona girer. Dahası, prokaryotlar, genom başına 16S rDNA'nın çoklu dizilerine sahiptir ve 16S rDNA, farklı bakteri ve arka türleri arasında korunmaktadır. 16S rRNA tek sarmallı ve 16S rDNA çift sarmallıdır (Chatellier, 2014). Aralarındaki benzerlik ise; 16S rRNA ve 16S rDNA, prokaryotlarda meydana gelen iki nükleotit sekansıdır. Prokaryotik mRNA'nın çevirisi sırasında anahtar rol oynarlar (Chatellier, 2014).

Tezin önemi;

Artan nüfusun beraberinde beslenme ihtiyacı da artış göstermektedir. İşletmelerin üretimde artırmaya gitmesi beraberinde hastalıkları çoğaltmaktadır. Hastalıklarda artış görülmesiyle yıllık ekonomik kayıplar da artmaktadır. Alabalık yetiştiriciliğini etkileyen en önemli bakteriyel hastalıklardan biri olan Enterik Kızıl Ağız hastalığıdır ve etkeni *Yersinia ruckeri*'dir. *Yersinia ruckeri* salmonlarda bulaşıcı ve öldürücü olan Enterik Kızıl Ağız hastalığına neden olur ve ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. *Yersinia ruckeri* aerobik ve anaerobik ortamlarda üreyebilir. Tryptic Soy Agar, Brain Heart Infusion Agar ortamlarında 24-48 saat içerisinde ve 22-25 °C'de beyazdan krem rengine kadar değişken renklerde 1-2 mm çapında şeffaf, düzgün, gözle görülebilen koloniler oluşmaktadır. Enterik Kızıl Ağız hastalığı, ağız boşluğu içinde ve çevresinde deri altı kanamalar şeklinde ortaya çıkan hemorajik bir sepsisemi ile karakterizedir. Ayrıca karaciğer, pankreas, pilorik seka, yüzme kesesi ve lateral kasların yüzeylerinde peteşiyal kanamalar meydana gelebilir ve dalak ve alt bağırsak genellikle iltihaplanır, alt bağırsak opak sarımsı bir sıvı ile doludur. Hastalığın ortaya çıkışında ve şiddetli seyretmesinde sıcaklık, fazla stoklama, ortamın organik kirliliği, el değme ve oksijen azlığı gibi stres faktörlerinin rolü büyüktür. Su sıcaklığının birden yükseldiği ilkbahar aylarında ve genç hayvanlarda genellikle akut, su sıcaklığının düştüğü sonbahar aylarında ve 1 yaşındaki hayvanlarda kronik seyirlidir.

Tunceli ilindeki gökkuşığı alabalıklarında ve alabalıkların bulunduğu havuz suyu örneklerinde *Yersinia ruckeri*'nin varlığının ortaya konması amaçlanmıştır. Söz konusu bakterinin MALDI-TOF MS yöntemi ile tanımlanmaya çalışılacak olması da, bu projeye ülkemizde Doğu Anadolu Bölgesi'nin Tunceli ilinde bir ilk olma potansiyeli kazandıracaktır. Bakterilerin hızlı ve güvenilir bir şekilde identifikasyonu için kullanılan MALDI-TOF MS yöntemi ile akuakültürde enfeksiyöz hastalıkların yayılması ve ekonomik kayıplar önlenebilecektir. Balık hastalıklarında etkenin tanımlanması, etkili tedavi ve eradikasyon stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Projenin gerçekleştirilmesi sonucunda elde edilecek verilerin uluslararası indeksli dergilerde (SCI ve SCI expanded) yayınlanabileceği ve ulusal ve uluslararası kongre ve sempozyumlarda sunulabileceği ve bilimsel arenada faydalı bilgiler sağlayacağı öngörülmektedir.

Tezin amacı;

Bu çalışmada; alabalık yetiştiriciliği yapılan Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği işletmelerinden Nisan, Mayıs, Haziran ve Aralık aylarında rastgele seçilerek alınan 200 adet canlı gökkuşığı alabalığı örneklerinden karaciğer, böbrek, bağırsak kısımları ve alabalıkların bulunduğu havuz suyu örnekleri alınarak *Yersinia ruckeri* bakterisinin varlığını tespit etmektir. Nisan, Mayıs, Haziran ve Aralık aylarında Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden rastgele 200 adet yavru veya ergin gökkuşığı alabalığı ve havuz suyundan toplanacak numunelerde; *Yersinia ruckeri* konvansiyonel yöntemlerle araştırılarak söz konusu etkenin bölgedeki yaygınlığı ve dağılımı ile ilgili verilerin toplanması, MALDI-TOF MS yöntemi ile etkenin tanımlanmasının yapılması, *Yersinia ruckeri* olarak tanımlanan izolatların 16S rDNA dizi analizine tabi tutulması, *Yersinia ruckeri*'nin tanımlanmasında kullanılan MALDI-TOF MS ve 16S rDNA dizi analizi yöntemlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Kullanılan araç ve gereçler

VITEK MS MALDI-TOF MS cihazı (Bio Mérieux, Fransa)

Vitek MS Target (Bio Mérieux, Fransa)

GeneAmp PCR System 9700 cihazı (Applied Biosystems)

EZ1 otomatize ekstraksiyon sistemi (Qiagen, Hilden, Almanya)

Stomacher (AesChemunex)

Tryptic Soy Agar (TSA) (HiMedia, Germany)

Brain Heart Infusion (BHI) Agar besiyeri (HiMedia, Germany)

Shotts-Waltman Agar (SWA) besiyeri (HiMedia, Germany)

% 5 Koyun Kanlı Agar

Hassas terazi (Weightlab WL3002L)

Hız ayarlı vorteks (Isolab)

Elektroforez aparatı (Biorad, ABD)

Eppendorf (Qiagen, Germany)

Steril 1.5 ml, 0.5 ml ve 0.2 ml'lik Eppendorf santrifüj tüpleri (Qiagen, Hilden, Almanya)

-20 °C ve -80 °C derin dondurucu (Uğur - Panasonic)

Biyogüvenlik kabinesi Tip II (Esco, AC2-4E1)

İnkübatörler (Mettler UN55)

Soğutmalı santrifüj (Ohaus)

Yatay elektroforez tankı ve güç kaynağı (Biorad, USA)

Etüv (Nüve EN 400)

Otoklav (Panasonic, 3180)

Pipetler (Eppendorf, Germany)

Plastik öze (N405001 Biosigma)

Mikropipet seti (Eppendorf)

Magnetik karıştırıcı (Eppendorf, Germany)

UV lambası ve ilgili okuma, kaydetme, fotoğraf alma ünitesi (Gel Logic 200, KODAK, USA)

2.1.2. Kullanılan cerrahi aletler

Gökkuşuğu alabalıklarının otopsisinde kullanılmak üzere steril edilmiş;

12 cm'lik cerrahi makaslar

10 cm'lik pensetler

15 cm'lik pensler

10 cm'lik bisturi sapı

22 numara steril bisturi uçlar

Cerrahi testere

2.1.3. Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler

% 70'lik etanol

50 ppm benzocaine (Sigma-Aldrich)

EDTA (BioShop, Canada)

Bromphenol blue (Sigma-Aldrich)

Agaroz (NZYTech)

Ethidium bromide (Merck)

TRIS baz

Distile su (Multiplus)

SDS (Sodyum dodesil sülfat)

Amonyum klorür (EduLab)

Potasyum bikarbonat TRIS-asetat

Deoksiniükleotid trifosfat (dNTP) seti (dATP, dGTP, dCTP, dTTP)

50 bp ve 100 bp'lik DNA boyut markerları (Nepenthe)

1 µl matriks çözeltisi (2,5-dihidroksibenzoik asit ve α -siyano-4-hidroksisinnamik asit)

ATCC Escherichia coli 8739 suşu (Merck Millipore)

Vitek MS chca (Matrix) (Bio Mérieux, Fransa)

Rappaport-Vassiliadis Sıvı Besiyeri (Merck Millipore)

2.1.4. Numunelerin temin edilmesi

Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden Nisan, Mayıs, Haziran ve Aralık aylarında cinsiyet, yaş, ağırlık, yavru veya ergin fark etmeksizin rastgele alınan toplamda 200 adet gökkuşığı alabalıklarının karaciğer, böbrek ve bağırsak kısımları ve alabalıkların bulunduğu havuz sularından 72 adet su örnekleri temin edildi.



Resim 2.1. Ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan tesislere ait bir görüntü



Resim 2.2. Gökkuşığı alabalığının bağırsağından alınan kesit görüntüsü



Resim 2.3. Gökkuşığı alabalığının karaciğerinden alınan kesit görüntüsü



Resim 2.4. Gökkuşığı alabalığının böbreğinden alınan kesitin görüntüsü

2.1.5. Bakteri inkübasyonunda kullanılan besi yerlerinin hazırlanması

Bakteri izolasyonu için Tryptic Soy Agar (TSA), BrainHeart Infusion Agar (BHIA), Shotts-Waltman Agar (SWA) ve Trypton Soya Broth (TSB) kullanıldı (Arda, 2000).

Tryptic Soy Agar (TSA) (Merck 1.05458);

Tryptic Soy Agar.....40,0 g

Distile su..... 1000 ml

Besi yeri 40,0 g/l olacak şekilde distile su içinde kaynatılarak eritilip 121 °C'de 15 dakika sterilize edildi. Sterilizasyon sonrası 25 °C'da pH'ı 7,3±0,2'dir.

Brain Heart Infusion Broth (BHIB) (% 20 Gliserinli) (Oxoid CM 0225);

BHIB 8 g

Gliserin 20 ml

Distile su..... 80 ml

Karışımın pH'ı 7,2–7,4'e ayarlanıp, 0,5 ml miktarda ependorf tüplere dağıtıldıktan sonra 121 °C'de on beş dakika otoklavda sterilize edildi.

Shotts-Waltman Agar (SWA);

SWA 7,9 g

Distile su..... 100 ml

Besi yeri 79,02 g/l olacak şekilde distile su içinde kaynatılarak eritildi. Bu besi yeri bozulmaması için otoklavlanmadı ya da aşırı ısıya tabi tutulmadı. 45-50 °C'ye soğutularak petri kaplarına döküldü.

Trypton Soya Broth (TSB) (% 7,5 Tuzlu) (Oxoid CM 129);

TSB..... 8 g

NaCl..... 75 g

Distile su..... 1000 ml

Karışımın pH'ı 7,2–7,4'e ayarlandı. 5 ml miktarda tüplere dağıtıldı. 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edildi.

2.2. Metot

Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden rastgele alınan toplamda 200 adet gökkuşuğu alabalıklarının karaciğer, böbrek ve bağırsak kısımları ve 72 adet su örnekleri kullanıldı. Alınan alabalıklar soğuk zincir altında önce Fırat Üniversitesi'nin Su Ürünleri Deney Hayvanları Araştırma Merkezi (SÜDAM) birimine getirildi. Alabalık örnekleri 50 ppm benzocaine ile anesteziye tabi tutularak karın boşluğu steril şartlarda açıldı. Balık örneklerinin dış yüzeyi % 70'lik etil alkolle temizlenerek ve steril bir bistüri ile kesilerek balığın karaciğer, böbrek ve bağırsak kısımları çıkarıldı. Bu kısımların moleküler analizlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla en kısa sürede soğuk zincir altında İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, Turgut Özal Tıp Merkezi, Moleküler Mikrobiyoloji laboratuvarına ulaştırıldı. Konvansiyonel metotlarla bakteri izolasyonu gerçekleştirilen izolatların identifikasyonu için MALDI-TOF MS cihazı kullanıldı. MALDI-TOF MS ile *Yersinia ruckeri* olarak idenifiye edilen izolatlar 16S rDNA sekans analizi yöntemi ile doğrulandı.

2.2.1. Örneklerin hazırlanması

Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden rastgele alınan 200 adet gökkuşuğu alabalıklarının karaciğer, böbrek ve bağırsak kısımlarının katı besi yerlerine ekimleri yapıldıktan sonra, bakterilerin üremesi için besi yerleri 37 °C'de 24 saat etüvde inkübe edildi. Su örneklerinin de aynı besi yerlerine ekimleri yapılarak etüvde bekletildi.



Resim 2.5. Besi yerlerinin 37 °C etüvde 24 saat inkübasyonu

2.2.2. Bakterilerin izolasyonu

Tunceli ilindeki ilçelerden alınan 200 adet gökkuşağı alabalıkların karaciğer, böbrek ve bağırsak örneklerinden ve su numunelerinden steril plastik öze yardımıyla Tryptic Soy Agar (TSA), Brain Heart Infusion (BHI) Agar ve Shotts-Waltman Agar (SWA) besi yerlerine ekimleri yapıldıktan sonra besi yerleri 37 °C'ye ayarlı etüvde 24 saat inkübe edildi. Şüpheli koloniler saflaştırılarak MALDI-TOF MS ile identifiye edildi.



Resim 2.6. Kanlı agar besi yerinde gelişen tipik bakteri kolonilerinin görünümü

2.2.3. MALDI-TOF MS plakasının hazırlanması

Elde edilen saf kültürler aseptik koşullarda steril kürdan ile alınarak MALDI-TOF plak (Bio Mérieux, Fransa) kuyucuklarına teker teker yayılmıştır. Bakteri kültürünün üzerine matriks karışımından 1 µL değdirilerek oda ısısında kuruması için bırakılmıştır. Bu işlem tüm numuneler için gerçekleştirilmiştir. Plaka son olarak MALDI-TOF MS (Bio Mérieux, Fransa) cihazının içine yerleştirildi.



Resim 2.7. MALDI-TOF MS plakasının hazırlanma aşaması bittikten sonra kurumaya bırakılmış görüntüsü

2.2.4. MALDI-TOF MS ile izolatların tanımlanması

Bakteri kolonileri EMB besi yerinden koyun kanlı agara (BioMerieux, Fransa) pasajlandı ve gece boyunca 37 °C de etüvde bekletildi. İzolatların tür seviyesinde tanımlanmaları VITEK MS cihazında (V3.0) analiz edilerek yapıldı. Bakteri kültüründen tek koloni MALDI-TOF MS slaytı üzerine değdirildi. Her bir bakteri kültürü üzerine 1 µl matriks çözeltisi (2,5-dihidroksibenzoik asit ve α -siyano-4-hidroksisinnamik asit) damlatıldı ve odada kuruduktan sonra cihaza yerleştirildi. Elde edilen kütle spektrumları sistemin V3.0 bilgi veri tabanındaki spektrumlarla karşılaştırılarak bakteriler tanımlandı. Sistemin kalibrasyonu ve bakterilerin tanımlanma kontrolü için ATCC Escherichia coli 37 8739 suşu kullanıldı. Tür düzeyinde güven aralığı $\geq$ % 90 olan VITEK MS ile yapılan ilk testin sonucu kullanıldı. MALDI-TOF VITEK MS üzerinde her bir izolat için elde edilen spektrumlar, örneklerin hiyerarşik kümelenmesinin gerçekleştirilebildiği ve sonuçların bir dendrogram olarak temsil edildiği cihazın veri tabanında birbirleriyle karşılaştırıldı.



Resim 2.8. MALDI-TOF MS cihazında verilerin analiz edilme aşamasında çekilen görüntüler

2.2.5. Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR)

PZR, DNA üzerinde incelemek alanın oligonükleotid primerler kullanılarak çoğaltılmasıdır. Bu yöntem üç bölümden oluşur: çift sarmallı DNA moleküllerinin ısı denatürasyonu ile birbirinden ayrılması, ayrılan DNA sarmalına primerlerin bağlanması ve DNA polimeraz enzimi ile hedef bölgenin sentezidir. Bu adımlar 35-40 devirde tekrarlanarak incelenecek DNA bölgesi amplifiye edilir.

16S rDNA primerinde spesifik ürünlerin aranması amacıyla yapılan PZR reaksiyonlarında, bir örnek için PZR amplifikasyonunda kullanılacak toplam 25 µl hacimde mastermiks hazırlandı. Malzemeler ve kullanılan hacimleri Tablo 2.1’de belirtilmiştir.

Tablo 2.1. Mastermiks hazırlanma oranları

Malzeme (Ticari)	Kullanılan Hacim
MASTER Mix (Genet Bio® ExPrime Taq Premix (2X), Cat no.G5000N)	10µL
Forward Primer (10pmol)	0,5µL
Reverse Primer (10pmol)	0,5µL
DNA	3 µL
ddH2O	11 µL
TOPLAM	25 µl

Mastermikslar hazırlandıktan sonra 0,2 mL'lik tüpler, örnekler numaralandırılarak içerisine hazırlanan mastermiksdan 22'şer µl ilave edildi. Ekstrakte edilen DNA'dan 3 µl alınarak tüplere ilave edildi ve ağızları sıkıca kapatıldı. Daha sonra, hazırlanmış olan bu tüpler Applied Biosystems GeneAmp® PCR System 9700 termal döngüleme cihazına yüklenip programlandı. *Yersinia ruckeri*'n tespiti için kullanılan 16S rDNA geninin PZR işlemine ait ısı döngü ve süre diyagramı Tablo 2.2'de gösterilmiştir. Bağlanma derecesi 56 °C olan bir primer için örnek PZR:

Tablo 2.2. *Yersinia rucker* 16S rDNA geninin PZR koşulları

İşlem	Sıcaklık	Süre	Döngü
İlk Denatürasyon	95 °C	4 dakika	1
Denatürasyon	95 °C	30 saniye	35
Annealing	56 °C	30 saniye	35
Elongasyon	72 °C	1 dakika	35
Son Uzama	72 °C	7 dakika	1
Soğutma	4 °C	Sınırsız	1

Toplam hacmi 40 µl olacak şekilde hazırlanan PZR karışımında; 1 µL (20 pikomol) ileri primer, 1 µL (20 pikomol) ters primer, 1 µL dNTP (1 mM), 4 µL tampon (NH₄)₂SO₄ (10X), 1,6 µL MgCl₂, 1 µL DNA polimeraz (5 µ/µL), 1 µL şablon DNA (~400 ng/mL), 29.4 µL dH₂O eklenerek hazırlandı. GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems) cihazı, amplifikasyon için kullanıldı. PZR amplifikasyonu için PZR sıcaklık döngü profili; başlangıç denatürasyonu 95 °C'de 4 dakika, ardından 35 döngü 95 °C'de 30 saniye, 56 °C'de 30 saniye, 72 °C'de 1 dakika ve son olarak 72 °C'de 7 dakika olarak ayarlandı. Safleştirilmeden önce PZR ürünleri % 2'lik agaroz jel elektroforezi ile kontrol edildi.

2.2.6. Kullanılan primer dizileri

Çalışmada, DNA dizi analizinde kullanılacak olan primerler (oligonükleotid), Sentromer DNA Teknolojileri A.Ş. (İstanbul, Türkiye) firmasından temin edildi. Bakteri DNA'sı üzerindeki ilgili gen bölgesinin amplifikasyonunu sağlanmasında, PZR deneylerinde kullanılan oligonükleotidler tercih edildi. Bu primerler aşağıda belirtilmiştir:

p8FPL 5'-AGTTTGATCCTGGCTCAG-3'

p806R 5'-GACTACCAGGGTATCTAAT-3'

2.2.7. PZR ile izolatların tanımlanması

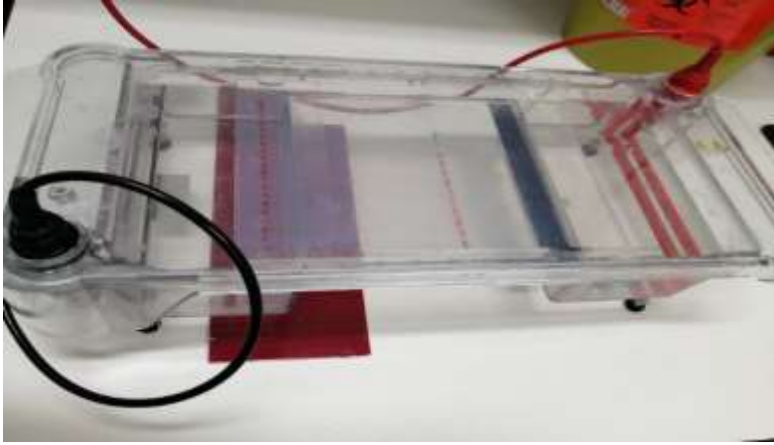
MALDI-TOF MS ile *Yersinia ruckeri* olarak idenifiye edilen izolatlar 16S rDNA dizi analizi yöntemiyle doğrulandı. Bu amaçla bakteriyel izolatlardan nükleik asit izolasyonu için EZ1 otomatize ekstraksiyon sistemi (Qiagen, Hilden, Almanya) kullanıldı. Broad-range eubacterial primerler (p8FPL 5'-AGTTTGATCCTGGCTCAG-3' ve p806R 5'-GACTACCAGGGTATCTAAT-3') kullanılarak 16S rDNA'nın yaklaşık 834 baz çiftlik (bp) bölgesi çoğaltıldı.

2.2.8. % 2'lik Agaroz jel hazırlanması

PZR ürünlerinin tespiti için yatay jel elektroforezi kullanıldı. Elektroforez için Tris-Asetik Asit-EDTA (TAE) tamponunda % 2'lik agaroz jel hazırlandı. Steril bir erlen mayer balonu içerisine 100 ml 1X TAE tamponu üzerine 2 g agaroz (Sigma, ABD) eklenip genel hacim 1X TAE tampon ile 100 ml'ye tamamlandı. Agaroz'un tamamının erimesi için Mikrodalga fırında ısıtıldı. Jel sıcaklığı yaklaşık 50–55 °C'ye düştüğünde, nihai konsantrasyonu 0.5 µg/ml olan 10 mg/ml'lik bir stok etidyum bromür solüsyonu eklendi. Kuyucukların oluşması için taraklar elektroforez yatağına yerleştirildi. Daha sonra jel hava kabarcığı oluşturmada agaroz içerisine döküldü ve yaklaşık 30 dakika donmaya bırakıldı.

2.2.9. DNA'nın jel elektroforezi

Katılaşan agardan taraklar çıkartılıp jel yatak ile birlikte tanka (Biorad, ABD) yerleştirildi. 1X TAE tamponu ilave edilerek jelin üzeri kapatıldı. Birinci kuyucuğa GeneRuler 100 bp DNA Ladder (Thermo Scientific, ABD) diğer kuyucuklara numuneler ve negatif kontrole ait PZR rnleri 6X DNA Loading Dye (Thermo Scientific, ABD) ile karıştırılarak (2 l boyaya 8 l ürün) yüklendi. Elektroforez tankının kapağı kapatıldı ve elektrotlar uygun yerlere bağlanarak 100 V'da 60 dakika yürütüldükten sonra çıkartıldı. Elektroforez işleminden sonra elde edilen jel, elektroforez tankından dikkatlice çıkarıldı. Yürütülen jel Gel Logic 200 (Kodak, ABD) jel görüntüleme sisteminde görüntülendi. Fotoğrafı çekilerek değerlendirildi.



Resim 2.9. DNA'nın jel elektroforez tankında görüntüsü

2.2.10. Bakterilerin stoklanması

Bakterilerin daha sonra kullanılabilmeleri amacıyla -20 C'de ve -80 C'de çok soğutma ile saklandı.

2.2.11. İstatistiksel analizler

Çalışmamız sonucunda elde edilecek veriler, ortalamalar, standart sapmalar ve betimsel istatistik yöntemi kullanılarak yapıldı. Deęiřkenler frekans analizi ile yüzde frekans olarak değerlendirildi.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

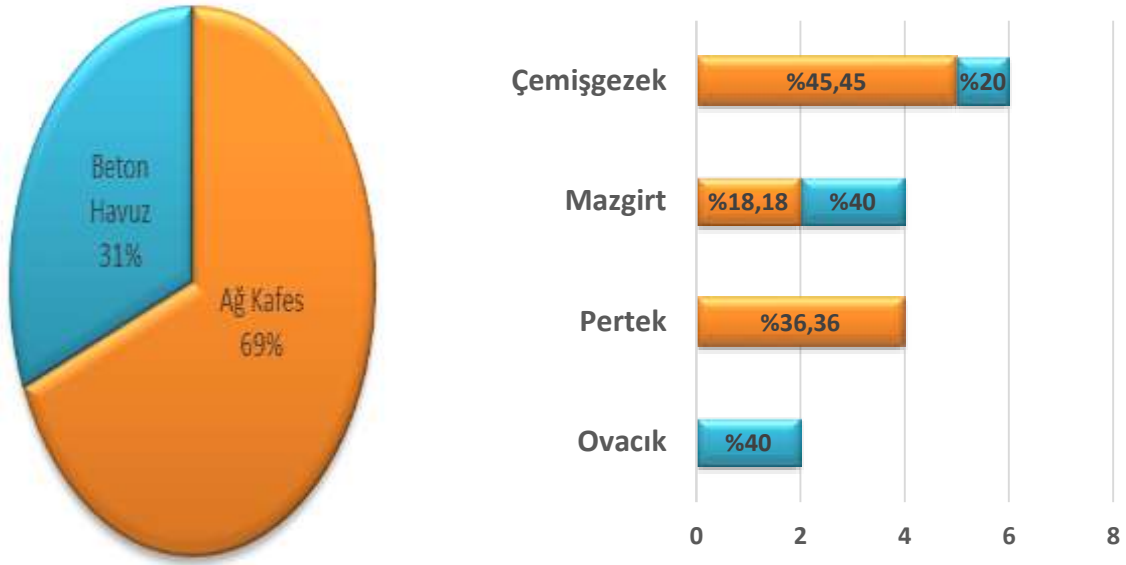
3.1. Bulgular

Bu çalışmada Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan 200 adet gökkuşağı alabalığının karaciğer, böbrek ve bağırsak kısımlarından alınan örneklerin önce besi yerlerine ekimleri yapıldı. Konvansiyonel yöntemlerle izole edilen bakterilerin MALDI-TOF MS yöntemiyle identifikasyonu gerçekleştirildi. Belirlenen 3 adet *Yersinia ruckeri* izolatının PZR yöntemiyle spesifik primer kullanılarak teyidi gerçekleştirildi.

Gökkuşağı alabalıklarından temin edilen 200 adet karaciğer, 200 adet böbrek ve 200 adet bağırsak kısımlarından olmak üzere toplam 600 adet numunelerin 401'sinde (% 66,83) bakteri üremesi (izolat) tespit edilirken 199'inde (% 33,17) bakteri üremesi tespit edilemedi. 401 adet bakterinin MALDI-TOF MS ile tiplendirilmesi sonucunda üzere 9 familya grubuna ait 45 adet bakteri tespit edildi. Bunlar; Moraxellaceae familyasına ait türler; *Acinetobacter lwoffii*, *Acinetobacter radioresistens* ve *Acinetobacter baumannii*, Enterococcaceae familyasına ait türler; *Enterococcus faecium*, Enterobacteriaceae familyasına ait türler; *Citrobacter Werkmanii*, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter braakii*, *Citrobacter tiroundi*, *Escherichia hermannii*, *Enterobacter hormaechei*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus casseliflavus*, *Enterobacter asburiae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Leclercia Adecarboxylata*, *Lelliottia amnigena*, *Morganella morganii*, *Plesiomonas shigelloides*, *Providencia stuartii*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Providencia Rettgeri*, *Serratia marcescens*, *Hafnia alvei*, *Over Bacterium proteus*, *Obesumbacterium proteus*, *Pantoea Agglomerans* ve *Yersinia ruckeri*, Bacillaceae familyasına ait türler; *Bacillus cereus group*, Aeromonadaceae familyasına ait türler; *Aeromonas hydrophila/punctata (caviae)*, *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas veronii*, *Aeromonas media*, *Aeromonas hydrophila punctata ronael*, Staphylococcaceae familyasına ait türler; *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* ve *Macrococcus Caseolyticus*, Streptococcaceae familyasına ait türler; *Lactococcus garvieae*, Comamonadaceae familyasına ait türler; *Comamonas aquatica*, Pseudomonadaceae familyasına ait türler; *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas stutzeri* ve *Pseudomonas putida* tespit edildi.

3.1.1. Tunceli ilindeki ilçelerinden gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan alabalık numunelerinden izole edilen bakteri türlerinin üretim metoduna göre dağılımları

Tunceli ilindeki ilçelerinden izole edilen bakterilerin ilçelerdeki üretim metoduna göre dağılımlarına bakıldığında; Mazgirt ilçesinde 2 adet ağ kafeslerde ve 2 adet beton havuzlarda toplamda 4 adet gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği tesisi, Çemişgezek ilçesinde 5 adet ağ kafeslerde ve 1 adet beton havuzlarda toplamda 6 adet gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği tesisi, Ovacık ilçesinde 2 adet beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği tesisi, Pertek ilçesinde 4 adet ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği tesisi olmak üzere 16 tesisin 11(% 69)'inde ağ kafeslerde ve 5 (% 31)'inde ise beton havuzlarda üretim yapılmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan tesislerin üretim metoduna göre dağılımı

Çalışmamızda, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan 200 adet gökkuşağı alabalıklarının karaciğerden 200 adet, böbrekten 200 adet ve bağırsaktan 200 adet olmak üzere 600 adet numune alındı. Temin edilen numuneler besi yerlerine ekimleri yapıldıktan sonra 401'sinde (% 66,83) bakteri üremesi (izolat) tespit edilirken 199'inde (% 33,17) bakteri üremesi tespit edilemedi. 401 adet bakterinin 199 (%33,17) adeti ağ kafeslerden ve 202 (% 33,67) adeti ise beton havuzlardan tespit edildi. Ağ kafeslerde en fazla rastlanan tür *Aeromonadaceae* familyasına ait *Aeromonas sobria*, beton havuzlarda ise en fazla rastlanan tür *Pseudomonadaceae* familyasına ait *Stenotrophomonas maltophilia* olarak tespit edildi. 401 (% 66,83) tane bakterinin identifikasyonu MALDI-TOF MS ile gerçekleştirilerek, ağ kafeslerde ve beton havuzlarda tespit edilen bakteriler ve sayıları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. MALDI-TOF MS ile tanımlanmış bakterilerin ağ kafeslere ve beton havuzlara göre dağılımı

Bakteri Türleri	Ağ Kafes		Beton Havuz		Toplam	
	N	%	N	%	N	%
<i>Acinetobacter lwoffii</i>	1	0,17	7	1,17	8	1,33
<i>Aeromonas hydrophila/punctata (caviae)</i>	2	0,33	6	1,00	8	1,33
<i>Aeromonas salmonicida</i>	-	-	6	1,00	6	1,00
<i>Acinetobacter baumannii</i>	3	0,50	6	1,00	9	1,50
<i>Aeromonas sobria</i>	42	7,00	12	2,00	54	9,00
<i>Aeromonas veronii</i>	24	4,00	5	0,83	29	4,83
<i>Aeromonas media</i>	-	-	11	1,83	11	1,83
<i>Acinetobacter radioresistens</i>	-	-	5	0,83	5	0,83
<i>Bacillus cereus</i>	12	2,00	-	-	12	2,00
<i>Citrobacter werkmanii</i>	5	0,83	-	-	5	0,83
<i>Citrobacter freundii</i>	7	1,17	-	-	7	1,17
<i>Citrobacter braakii</i>	-	-	1	0,17	1	0,17
<i>Citrobacter tiroum</i>	1	0,17	-	-	1	0,17
<i>Comamonas aquatica</i>	2	0,33	-	-	2	0,33
<i>Enterococcus faecalis</i>	1	0,17	3	0,50	4	0,67
<i>Escherichia hermannii</i>	-	-	1	0,17	1	0,17
<i>Enterobacter hormaechei</i>	2	0,33	-	-	2	0,33
<i>Enterococcus casseliflavus</i>	1	0,17	-	-	1	0,17
<i>Enterobacter asburiae</i>	1	0,17	-	-	1	0,17
<i>Escherichia coli</i>	17	2,83	14	2,33	31	5,17
<i>Enterococcus faecium</i>	9	1,50	10	1,67	19	3,17
<i>Klebsiella aerogenes</i>	7	1,17	-	-	7	1,17
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	0,17	-	-	1	0,17
<i>Lactococcus garvieae</i>	3	0,50	6	1,00	9	1,50
<i>Leclercia adecarboxylata</i>	4	0,67	-	-	4	0,67
<i>Lelliottia amnigena</i>	1	0,17	1	0,17	2	0,33
<i>Morganella morganii</i>	2	0,33	-	-	2	0,33
<i>Macrococcus Caseolyticus</i>	14	2,33	-	-	14	2,33
<i>Pantoea agglomerans</i>	-	-	1	0,17	1	0,17
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	6	1,00	-	-	6	1,00
<i>Providencia stuartii</i>	1	0,17	-	-	1	0,17
<i>Providencia rettgeri</i>	4	0,67	-	-	4	0,67
<i>Proteus mirabilis</i>	1	0,17	2	0,33	3	0,50
<i>Proteus vulgaris</i>	1	0,17	-	-	1	0,17
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	-	-	2	0,33	2	0,33
<i>Pseudomonas putida</i>	1	0,17	12	2,00	13	2,17
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	2	0,33	13	2,17	15	2,50
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	1	0,17	1	0,17
<i>Serratia marcescens</i>	-	-	4	0,67	4	0,67
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	2	0,33	47	7,83	49	8,17
<i>Hafnia alvei</i>	13	2,17	24	4,00	37	6,17
<i>Obesumbacterium proteus</i>	2	0,33	1	0,17	3	0,50
<i>Over Bacterium proteus</i>	-	-	1	0,17	1	0,17
<i>Aeromonas hydrophila punctata ronael</i>	1	0,17	-	-	1	0,17
<i>Yersinia ruckeri</i>	3	0,50	-	-	3	0,50
Üreyen bakteri sayısı	199	33,17	202	33,67	401	66,83
Üreme olmayan	98	16,33	101	16,83	199	33,17
Genel toplam	297	49,50	303	50,50	600	100

N: Numune sayısı ve %: Yüzde

3.1.2. Tunceli ilindeki ilçelerden gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan alabalık numunelerinde tespit edilen bakterilerin ilçelere göre bakteri tür ve sayılarının dağılımı

Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerdeki alabalıklardan Mazgirt'ten 177 adet, Çemişgezek'ten 153 adet, Ovacık'tan 150 adet ve Pertek'ten 120 adet olmak üzere toplamda temin edilen 600 adet balık numunelerinin ilçelere göre dağılımı Tablo 3.2'de verilmiştir.

Ovacık ilçesindeki tesislerden genel olarak en fazla rastlanan bakteri türü Enterobacteriaceae familyasına ait olan Hafnia alvei 21 (% 14,0) adet olarak tespit edildi.

Pertek ilçesindeki tesislerden genel olarak en fazla rastlanan bakteri türü Bacillaceae familyasına ait Bacillus cereus 12 adet (% 10,0) olarak tespit edildi.

Çemişgezek ilçesindeki tesislerden genel olarak en fazla rastlanan bakteri türü 13 (% 8,5) adet ile Staphylococcaceae familyasına ait Micrococcus Caseolyticus ve Enterobacteriaceae familyasına ait Escherichia coli olarak tespit edildi.

Mazgirt ilçesindeki tesislerden genel olarak en fazla rastlanan bakteri türü Pseudomonadaceae familyasına ait Stenotrophomonas maltophilia 42 adet (% 23,73) olarak tespit edildi ve Tablo 3.2'de verilmiştir.

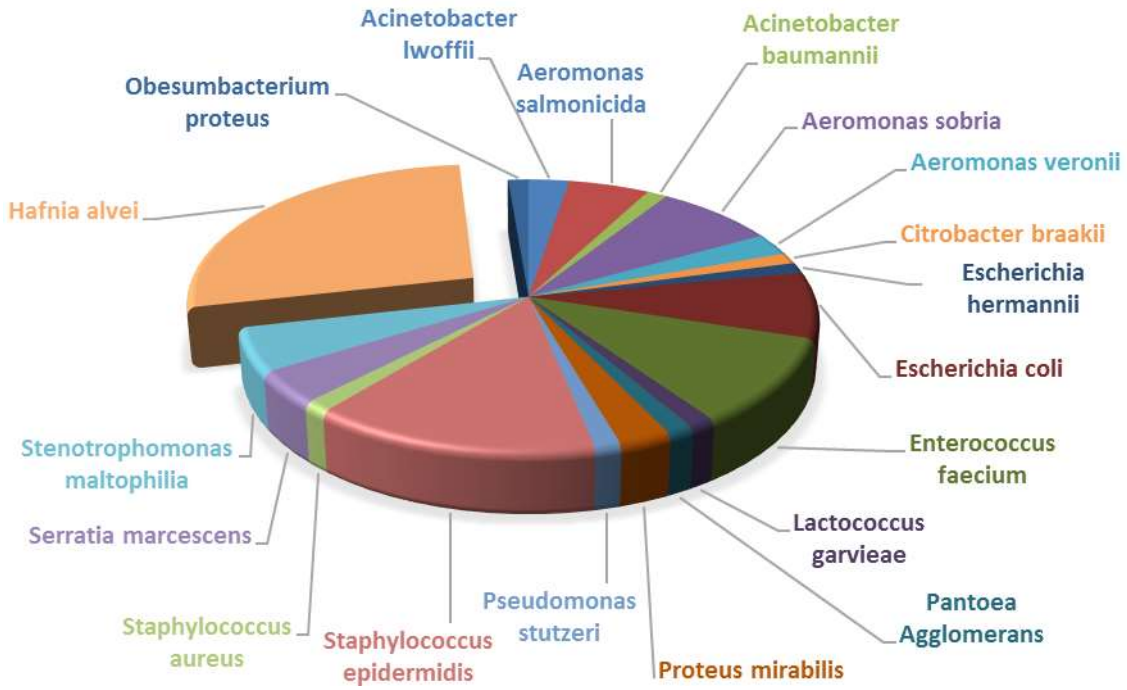
Tablo 3.2. MALDI-TOF MS analiz sonuçlarından tespit edilen bakterilerin tür ve sayılarının ilçelere göre dağılımı

Bakteri Türleri	Ovacık		Pertek		Çemişgezek		Mazgirt		Toplam	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Acinetobacter lwoffii	2	1,33	1	0,83	2	1,31	3	1,69	8	1,33
Aeromonas hydrophila/punctata (caviae)	-		2	1,67	-	-	6	3,39	8	1,33
Aeromonas salmonicida	4	2,67	-	-	-	-	2	1,13	6	1,00
Acinetobacter baumannii	1	0,67	-	-	4	2,61	4	2,26	9	1,50
Aeromonas sobria	6	4,00	10	8,33	11	7,19	27	15,25	54	9,00
Aeromonas veronii	2	1,33	2	1,67	9	5,88	16	9,04	29	4,83
Aeromonas media	-		-	-	-	-	11	6,21	11	1,83
Acinetobacter radioresistens	-		-	-	5	3,27	-	-	5	0,83
Bacillus cereus	-		12	10,00	-	-	-	-	12	2,00
Citrobacter Werkmanii	-		4	3,3	1	0,65	-	-	5	0,83
Citrobacter freundii	-		5	4,17	2	1,31	-	-	7	1,17
Citrobacter braakii	1	0,67	-	-	-	-	-	-	1	0,17
Citrobacter tiroundi	-		-	-	1	0,65	-	-	1	0,17
Comamonas aquatica	-		-	-	2	1,31	-	-	2	0,33
Enterococcus faecalis	-		-	-	4	2,61	-	-	4	0,67
Escherichia hermannii	1	0,67	-	-	-	-	-	-	1	0,17
Enterobacter hormaechei	-		2	1,67	-	-	-	-	2	0,33
Enterococcus casseliflavus	-		1	0,83	-	-	-	-	1	0,17
Enterobacter asburiae	-		1	0,83	-	-	-	-	1	0,17
Escherichia coli	6	4,00	4	3,33	13	8,50	8	4,52	31	5,17
Enterococcus faecium	8	5,33	9	7,50	-	-	2	1,13	19	3,17
Klebsiella aerogenes	-	-	-	-	7	4,58%	-	-	7	1,17
Klebsiella pneumoniae	-	-	-	-	1	0,65%	-	-	1	0,17
Lactococcus garvieae	1	0,67	-	-	-	-	8	4,52	9	1,50
Leclercia Adecarboxylata	-		3	2,50	1	0,65	-	-	4	0,67
Lelliottia amnigena	-		1	0,83	-	-	1	0,56	2	0,33
Morganella morganii	-		-	-	2	1,31	-	-	2	0,33
Macroccoccus Caseolyticus	-		-	-	13	8,50	1	0,56	14	2,33
Pantoea Agglomerans	1	0,67	-	-	-	-	-	-	1	0,17
Plesiomonas shigelloides	-		-	-	5	3,27	1	0,56	6	1,00
Providencia stuartii	-		-	-	1	0,65	-	-	1	0,17
Providencia Rettgeri	-		-	-	4	2,61	-	-	4	0,67
Proteus mirabilis	2	1,33	-	-	1	0,65	-	-	3	0,50
Proteus vulgaris	-	-	-	-	1	0,65	-	-	1	0,17
Pseudomonas stutzeri	1	0,67	-	-	1	0,65	-	-	2	0,33
Pseudomonas putida	-	-	-	-	-	-	13	7,34	13	2,17
Staphylococcus epidermidis	11	7,33	2	1,67	-	-	2	1,13	15	2,50
Staphylococcus aureus	1	0,67	-	-	-	-	-	-	1	0,17
Serratia marcescens	3	2,00	-	-	-	-	1	0,56	4	0,67
Stenotrophomonas maltophilia	4	2,67	-	-	3	1,96	42	23,73	49	8,17
Hafnia alvei	21	14,00	4	3,33	9	5,88	3	1,69	37	6,17
Obesumbacterium proteus	1	0,67	2	1,6	-	-	-	-	3	0,50
Over Bacterium proteus	-	-	-	-	1	0,65	-	-	1	0,17
Aeromonas hydrophila punctata ronael	-	-	-	-	-	-	1	0,56	1	0,17
Yersinia ruckeri	-	-	3	2,50	-	-	-	-	3	0,50
Üreyen bakteri sayısı	77	51,33	68	56,67	104	67,97	152	85,88	401	66,83
Üreme olmayan	73	48,67	52	43,33	49	32,03	25	14,12	199	33,17
Genel toplam	150	100	120	100	153	100	177	100	600	100

N: Numune sayısı ve %: Yüzde

3.1.3. Tunceli ilindeki tüm ilçelerde gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan alabalık numunelerinden izole edilen bakteri türlerinin organlara göre dağılımları

Ovacık ilçesinde beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balık örnekleri MALDI-TOF MS yöntemi ile tanımlanarak elde edilen genel bakteri tür ve sayıları Şekil 3.2’de verilmiştir. *Acinetobacter lwoffii*, *Aeromonas salmonicida*, *Acinetobacter baumannii*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas veronii*, *Citrobacter braakii*, *Escherichia hermannii*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecium*, *Lactococcus garvieae*, *Pantoea Agglomerans*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas stutzeri*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia marcescens*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Hafnia alvei*, *Obesumbacterium proteus* olmak üzere 19 adet bakteri türü tanımlandı.



Şekil 3.2. Ovacık ilçesinde alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balıkların organlarından izole edilen bakteri türlerinin dağılımı

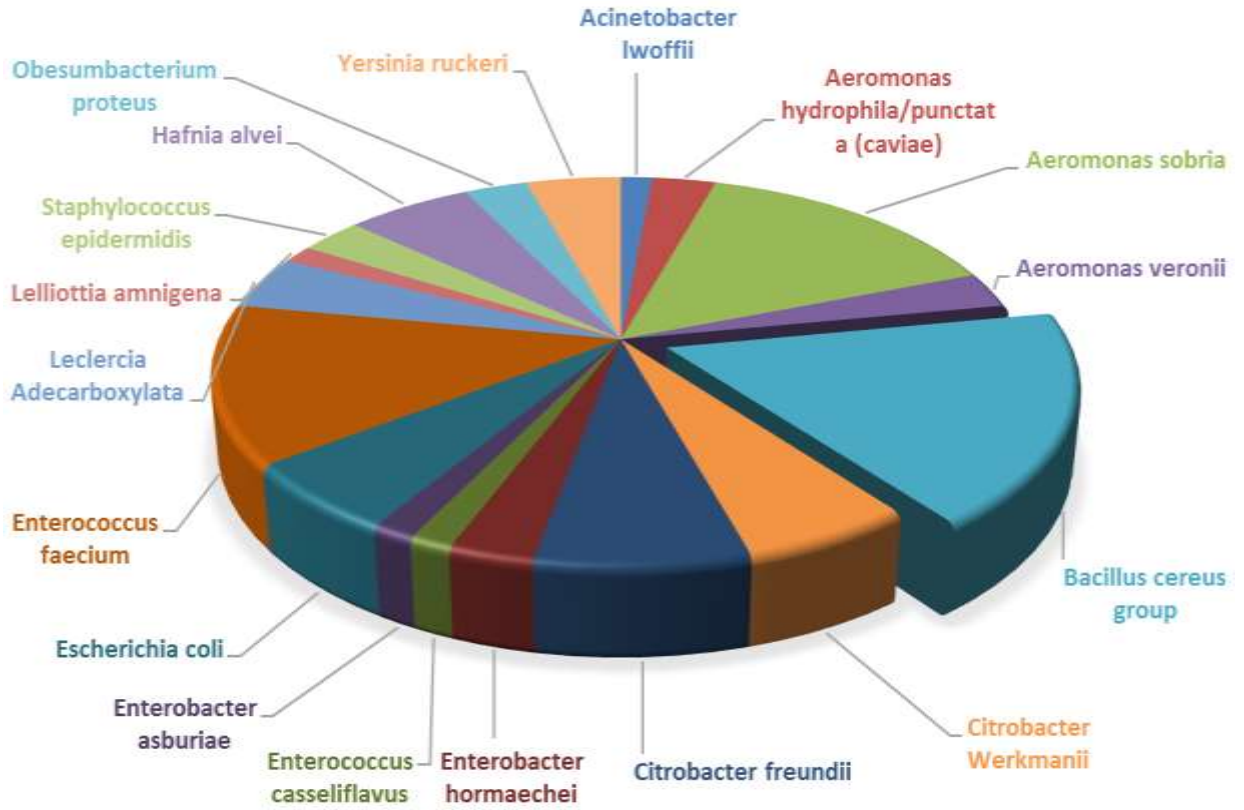
Ovacık ilçesindeki tesislerde en fazla tespit edilen türler karaciğerde 5 adet (% 3,33) *Hafnia alvei*, böbrekte 6 adet (% 4) *Staphylococcus epidermidis* ve *Hafnia alvei*, bağırsakta 10 adet (% 6,67) *Hafnia alvei* olmak üzere totalde en fazla rastlanılan bakteri türü *Enterobacteriaceae* familyasına ait 21 adet (% 14) *Hafnia alvei*'dir. Bakteri türlerinin MS doğruluk yüzdeleri 99-100 arasından tespit edildi (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Ovacık ilçesinden temin edilen alabalıkların organlarından identifiye edilen bakteri tür ve sayılarının dağılımları

İlçe	Bakteri Türleri	İdentifiye Edilen Doku Kaynağı						TOPLAM	
		Karaciğer		Böbrek		Bağırsak		N	%
		N	%	N	%	N	%		
Ovacık	<i>Acinetobacter lwoffii</i>	1	0,67	1	0,67	-	-	2	1,33
Ovacık	<i>Aeromonas salmonicida</i>	-	-	1	0,67	3	2	4	2,67
Ovacık	<i>Acinetobacter baumannii</i>	-	-	-	-	1	0,67	1	0,67
Ovacık	<i>Aeromonas sobria</i>	-	-	3	2	3	2	6	4
Ovacık	<i>Aeromonas veronii</i>	1	0,67	1	0,67	-	-	2	1,33
Ovacık	<i>Citrobacter braakii</i>	-	-	-	-	1	0,67	1	0,67
Ovacık	<i>Escherichia hermannii</i>	1	0,67	-	-	-	-	1	0,67
Ovacık	<i>Escherichia coli</i>	2	1,33	-	-	4	2,67	6	4
Ovacık	<i>Enterococcus faecium</i>	4	2,67	2	1,33	2	1,33	8	5,33
Ovacık	<i>Lactococcus garvieae</i>	1	0,67	-	-	-	-	1	0,67
Ovacık	<i>Pantoea Agglomerans</i>	-	-	-	-	1	0,67	1	0,67
Ovacık	<i>Proteus mirabilis</i>	1	0,67	-	-	1	0,67	2	1,33
Ovacık	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	-	-	1	0,67	-	-	1	0,67
Ovacık	<i>S. epidermidis</i>	4	2,67	6	4	1	0,67	11	7,33
Ovacık	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	0,67	-	-	-	-	1	0,67
Ovacık	<i>Serratia marcescens</i>	-	-	-	-	3	2	3	2
Ovacık	<i>S. maltophilia</i>	2	1,33	-	-	2	1,33	4	2,67
Ovacık	<i>Hafnia alvei</i>	5	3,33	6	4	10	6,67	21	14
Ovacık	<i>Obesumbacterium proteus</i>	-	-	-	-	1	0,67	1	0,67
Üreyen bakteri sayısı		23	15,33	21	14	33	22	77	51,33
Üreme olmayan		27	18	29	19,33	17	11,33	73	48,67
Genel toplam		50	33,33	50	33,33	50	33,33	150	100

N: Numune sayısı ve %: Yüzde

Pertek ilçesinde ağ kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balık örneklerindeki bakterilerin identifikasyonu MALDI-TOF MS ile gerçekleştirilerek Şekil 3.3.'de verildi. *Acinetobacter lwoffii*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas veronii*, *Acinetobacter baumannii*, *Aeromonas hydrophila/punctata (caviae)*, *Bacillus cereus* group, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter werkmanii*, *Enterobacter hormaechei*, *Enterococcus casseliflavus*, *Enterococcus werkmani*, *Enterococcus faecium*, *Enterobacter asburiae*, *Escherichia coli*, *Hafnia alvei*, *Leclercia Adecarboxylata*, *Lelliottia amnigena*, *Staphylococcus epidermidis*, *Proteus vulgaris*, *Providencia Rettgeri*, *Proteus mirabilis*, *Obesumbacterium proteus* ve *Yersinia ruckerii* olmak üzere 18 adet bakteri türü bulundu.



Şekil 3.3. Pertek ilçesinde alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balıkların organlarından totalde elde edilen bakteri türlerinin dağılımı

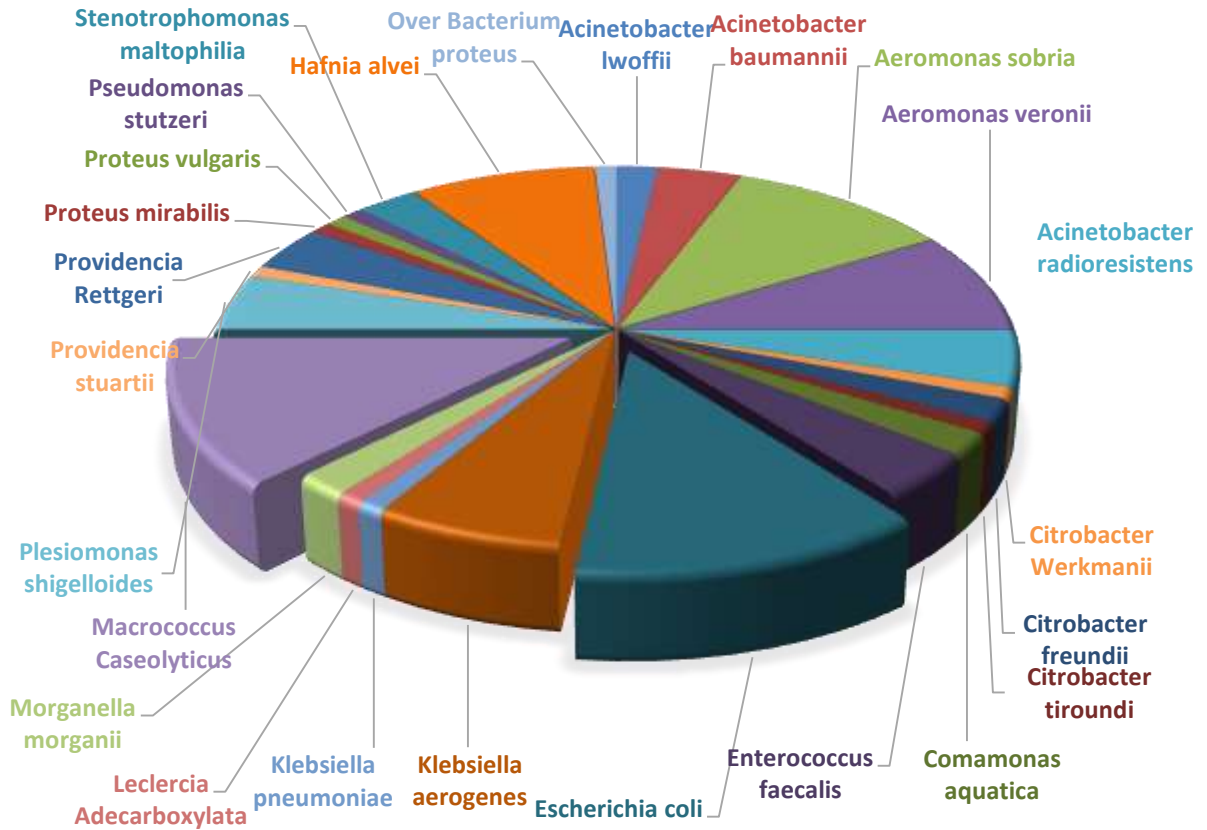
Pertek ilçesindeki tesislerde en fazla tespit edilen türler karaciğerde 7 (% 5,83) adet *Bacillus cereus group*, böbrekte 6 (% 5) adet *Enterococcus faecium*, bağırsakta 9 (% 7,5) adet *Aeromonas sobria* olmak üzere totalde en fazla rastlanılan bakteri türü *Bacillaceae* familyasına ait *Bacillus cereus group* 12 adet (% 10,0) olarak tespit edildi. Pertek ilçesinde bağırsak kesitinde 3 adet *Yersinia ruckeri* 'n tespit edildiği tek yerdir. Bakteri türlerinin MS doğruluk yüzdeleri % 99.9 tespit edildi (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Pertek ilçesinden temin edilen alabalıkların organlarından identifiye edilen bakteri türlerinin dağılımları

İlçe	Bakteri Türleri	İdentifiye Edilen Doku Kaynağı						TOPLAM	
		Karaciğer		Böbrek		Bağırsak		N	%
		N	%	N	%	N	%		
Pertek	<i>Acinetobacter lwoffii</i>	-	-	-	-	1	0,83	1	0,83
Pertek	<i>A. hydrophila/punctata (caviae)</i>	1	0,83	-	-	1	0,83	2	1,67
Pertek	<i>Aeromonas sobria</i>	-	-	1	0,83	9	7,5	10	8,33
Pertek	<i>Aeromonas veronii</i>	-	-	2	1,67	-	-	2	1,67
Pertek	<i>Bacillus cereus group</i>	7	5,83	3	2,5	2	1,67	12	10
Pertek	<i>Citrobacter werkmanii</i>	-	-	3	2,5	1	0,83	4	3,33
Pertek	<i>Citrobacter freundii</i>	1	0,83	3	2,5	1	0,83	5	4,17
Pertek	<i>Enterobacter hormaechei</i>	1	0,83	-	-	1	0,83	2	1,67
Pertek	<i>Enterococcus casseliflavus</i>	-	-	1	0,83	-	-	1	0,83
Pertek	<i>Enterobacter asburiae</i>	-	-	-	-	1	0,83	1	0,83
Pertek	<i>Escherichia coli</i>	1	0,83	1	0,83	2	1,67	4	3,33
Pertek	<i>Enterococcus faecium</i>	3	2,5	6	5	-	-	9	7,5
Pertek	<i>Leclercia Adecarboxylata</i>	1	0,83	-	-	2	1,67	3	2,5
Pertek	<i>Lelliottia amnigena</i>	1	0,83	-	-	-	-	1	0,83
Pertek	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	2	1,67	-	-	-	-	2	1,67
Pertek	<i>Hafnia alvei</i>	1	0,83	1	0,83	2	1,67	4	3,33
Pertek	<i>Obesumbacterium proteus</i>	-	-	-	-	2	1,67	2	1,67
Pertek	<i>Yersinia ruckeri</i>	-	-	-	-	3	2,5	3	2,5
Üreyen bakteri sayısı		19	15,83	21	17,5	28	23,33	68	56,67
Üreme olmayan		21	17,5	19	15,83	12	10	52	43,33
Genel toplam		40	33,33	40	33,33	40	33,33	120	100

N: Numune sayısı ve %: Yüzde

Çemişgezek ilçesinde ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balık örneklerindeki bakterilerin tiplendirilmesi MALDI-TOF MS ile gerçekleştirilerek dağılımları Şekil 3.4’de verildi. *Acinetobacter baumannii*, *Acinetobacter radioresistens*, *Acinetobacter lwoffii*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas veronii*, *Bacillus pumilus*, *Citrobacter werkmanii*, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter tiroundi*, *Comamonas aquatica*, *Enterococcus casseliflavus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Hafnia alvei*, *Klebsiella aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Leclercia Adecarboxylata*, *Over Bacterium proteus*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Macrococcus Caseolyticus*, *Pseudomonas stutzeri*, *Providencia Rettgeri*, *Plesiomonas shigelloides*, *Morganella morganii* ve *Providencia stuartii* olmak üzere 25 adet bakteri türü tespit edildi.



Şekil 3.4. Çemişgezek ilçesinde alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balıkların organlarından totalde elde edilen bakteri türlerinin dağılımı

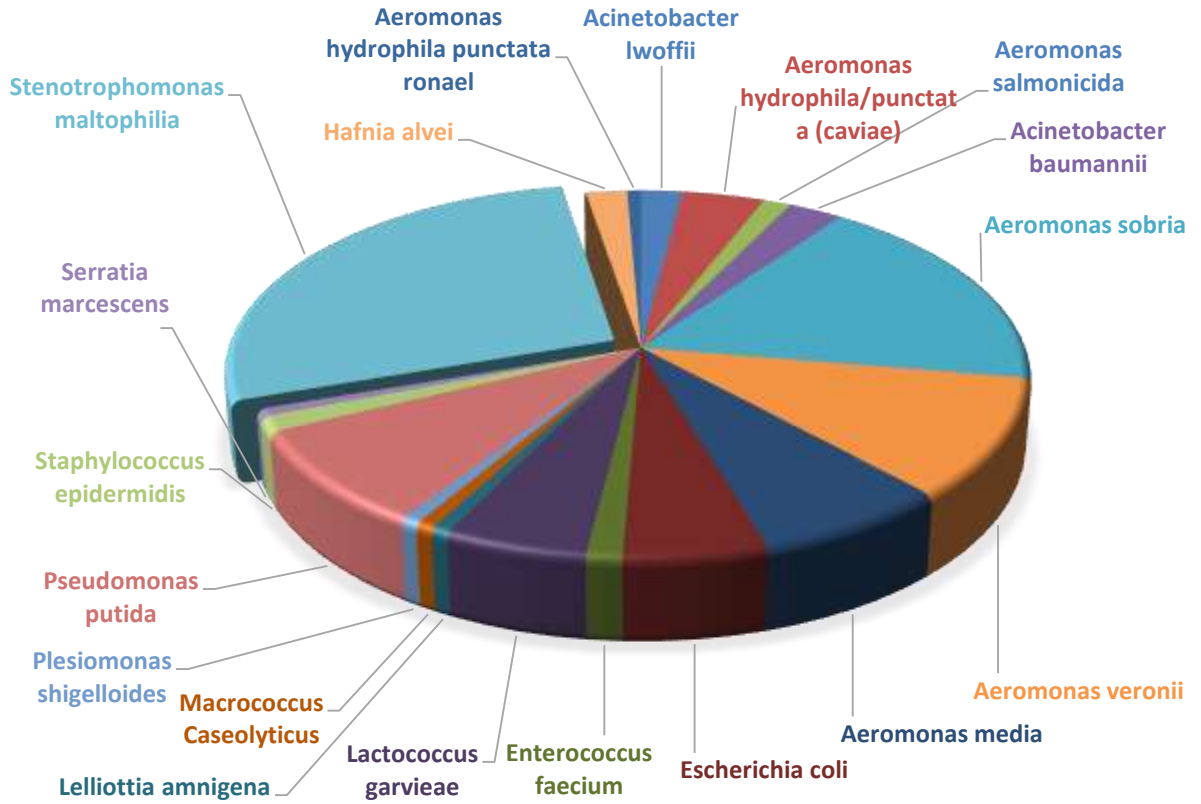
Çemişgezek ilçesindeki tesislerde en fazla tespit edilen bakteri türleri karaciğerde 6 (% 3,92) adet *Macrococcus Caseolyticus*, böbrekte 5 (% 3,27) adet *Macrococcus Caseolyticus*, bağırsakta 8 (% 5,23) adet *Aeromonas sobria* olmak üzere totalde en fazla rastlanılan bakteri türü 13 (% 8,5) adet ile *Staphylococcaceae* familyasına ait *Macrococcus Caseolyticus* ve *Enterobacteriaceae* familyasına ait *Escherichia coli* olarak tespit edildi. Bakteri türlerinin MS doğruluk yüzdeleri 98-100 arasında tespit edildi (Tablo 3.5).

Tablo 3.5. Çemişgezek ilçesinden temin edilen alabalıkların organlarından identifiye edilen bakteri türlerinin dağılımları

İlçe	Bakteri Türleri	İdentifiye Edilen Doku Kaynağı						TOPLAM	
		Karaciğer		Böbrek		Bağırsak		N	%
		N	%	N	%	N	%		
Çemişgezek	Acinetobacter lwoffii	1	0,65	-	-	1	0,65	2	1,31
Çemişgezek	Acinetobacter baumannii	3	1,96	1	0,65	-	-	4	2,61
Çemişgezek	Aeromonas sobria	1	0,65	2	1,31	8	5,23	11	7,19
Çemişgezek	Aeromonas veronii	2	1,31	2	1,31	5	3,27	9	5,88
Çemişgezek	Acinetobacter radioresistens	2	1,31	1	0,65	2	1,31	5	3,27
Çemişgezek	Citrobacter Werkmanii	-	-	-	-	1	0,65	1	0,65
Çemişgezek	Citrobacter freundii	-	-	1	0,65	1	0,65	2	1,31
Çemişgezek	Citrobacter tiroundi	-	-	1	0,65	-	-	1	0,65
Çemişgezek	Comamonas aquatica	1	0,65	-	-	1	0,65	2	1,31
Çemişgezek	Enterococcus faecalis	1	0,65	1	0,65	2	1,31	4	2,61
Çemişgezek	Escherichia coli	3	1,96	4	2,61	6	3,92	13	8,5
Çemişgezek	Klebsiella aerogenes	4	2,61	1	0,65	2	1,31	7	4,58
Çemişgezek	Klebsiella pneumoniae	1	0,65	-	-	-	-	1	0,65
Çemişgezek	Leclercia Adecarboxylata	-	-	-	-	1	0,65	1	0,65
Çemişgezek	Morganella morganii	-	-	-	-	2	1,31	2	1,31
Çemişgezek	Macrococcus Caseolyticus	6	3,92	5	3,27	2	1,31	13	8,5
Çemişgezek	Plesiomonas shigelloides	1	0,65	1	0,6	3	1,96	5	3,27
Çemişgezek	Providencia stuartii	-	-	-	-	1	0,65	1	0,65
Çemişgezek	Providencia Rettgeri	1	0,65	1	0,65	2	1,31	4	2,61
Çemişgezek	Proteus mirabilis	1	0,65	-	-	-	-	1	0,65
Çemişgezek	Proteus vulgaris	-	-	1	0,65	-	-	1	0,65
Çemişgezek	Pseudomonas stutzeri	-	-	-	-	1	0,65	1	0,65
Çemişgezek	S. maltophilia	-	-	3	1,96	-	-	3	1,96
Çemişgezek	Hafnia alvei	4	2,61	2	1,31	3	1,96	9	5,88
Çemişgezek	Over Bacterium proteus	1	0,65	-	-	-	-	1	0,65
Üreyen bakteri sayısı		33	21,57	27	17,65	44	28,76	104	67,97
Üreme olmayan		18	11,76	24	15,69	7	4,58	49	32,03
Genel toplam		51	33,33	51	33,33	51	33,33	153	100

N: Numune sayısı ve %: Yüzde

Mazgirt ilçesinde ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balık örneklerindeki bakterilerin identifikasyonu MALDI-TOF MS ile gerçekleştirilerek dağılımları Şekil 3.5’de verildi. *Acinetobacter lwoffii*, *Aeromonas hydrophila/punctata (caviae)*, *Acinetobacter baumannii*, *Aeromonas media*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas veronii*, *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas hydrophila punctata ronael*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecium*, *Hafnia alvei*, *Macroccoccus Caseolyticus*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Lactococcus garvieae*, *Lelliottia amnigena*, *Pseudomonas putida*, *Staphylococcus epidermidis*, *Serratia marcescens* ve *Plesiomonas shigelloides* olmak üzere 19 adet bakteri türü bulundu.



Şekil 3.5. Mazgirt ilçesinde alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan balıkların organlarından totalde elde edilen bakteri türlerinin dağılımı

Mazgirt ilçesindeki tesislerde en fazla tespit edilen bakteri türleri karaciğerde 16 (% 9,04) adet *Stenotrophomonas maltophilia*, böbrekte 16 (% 9,04) adet *Stenotrophomonas maltophilia*, bağırsakta 10 (% 5,65) adet *Aeromonas media* olmak üzere tesislerde totalde en fazla rastlanan bakteri türü *Pseudomonadaceae* familyasına ait *Stenotrophomonas maltophilia* 42 adet (% 23,73) olarak tespit edildi (Tablo 3.6). Bakteri türlerinin MS doğruluk yüzdeleri 50-99,9 arasında tespit edildi.

Tablo 3.6. Mazgirt ilçesinden alabalıkların organlarından identifiye edilen bakteri türlerinin dağılımları

İlçe	Bakteri Türleri	İdentifiye Edilen Doku Kaynağı						TOPLAM	
		Karaciğer		Böbrek		Bağırsak		N	%
		N	%	N	%	N	%		
Mazgirt	<i>Acinetobacter lwoffii</i>	-	-	1	0,56	2	1,13	3	1,69
Mazgirt	<i>A. hydrophila/punctata (caviae)</i>	4	2,26	-	-	2	1,13	6	3,39
Mazgirt	<i>Aeromonas salmonicida</i>	1	0,56	-	-	1	0,56	2	1,13
Mazgirt	<i>Acinetobacter baumannii</i>	1	0,56	2	1,13	1	0,56	4	2,26
Mazgirt	<i>Aeromonas sobria</i>	12	6,78	6	3,39	9	5,08	27	15,25
Mazgirt	<i>Aeromonas veronii</i>	4	2,26	5	2,82	7	3,95	16	9,04
Mazgirt	<i>Aeromonas media</i>	1	0,56	-	-	10	5,65	11	6,21
Mazgirt	<i>Escherichia coli</i>	4	2,26	1	0,56	3	1,69	8	4,52
Mazgirt	<i>Enterococcus faecium</i>	-	-	1	0,56	1	0,56	2	1,13
Mazgirt	<i>Lactococcus garvieae</i>	3	1,69	5	2,82	-	-	8	4,52
Mazgirt	<i>Lelliottia amnigena</i>	1	0,56	-	-	-	-	1	0,56
Mazgirt	<i>Macrococcus Caseolyticus</i>	-	-	1	0,56	-	-	1	0,56
Mazgirt	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	-	-	-	-	1	0,56	1	0,56
Mazgirt	<i>Pseudomonas putida</i>	3	1,69	7	3,95	3	1,69	13	7,34
Mazgirt	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1	0,56	1	0,56	-	-	2	1,13
Mazgirt	<i>Serratia marcescens</i>	-	-	1	0,56	-	-	1	0,56
Mazgirt	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	16	9,04	16	9,04	10	5,65	42	23,73
Mazgirt	<i>Hafnia alvei</i>	-	-	1	0,56	2	1,13	3	1,69
Mazgirt	<i>A. hydrophila punctata ronal</i>	-	-	1	0,56	-	-	1	0,56
Üreyen bakteri sayısı		51	28,81	49	27,68	52	29,38	152	85,88
Üreme olmayan		8	4,52	10	5,65	7	3,95	25	14,12
Genel toplam		59	33,33	59	33,33	59	33,33	177	100

N: Numune sayısı ve %: Yüzde

3.1.4. Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden temin edilen numunelerden MALDI-TOF MS ile identifiye edilen bakteri türlerinin aylara göre dağılımları

Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği yapılan 16 işletmelerden nisan ayında 156 adet, mayıs ayında 309 adet, haziran ayında 114 adet ve aralık ayında 21 adet olmak üzere 600 adet numune temin edildi. Gökkuşığı alabalığı numunelerinden izole edilen bakterin aylara göre dağılımları Tablo 3.7’ de verilmiştir.

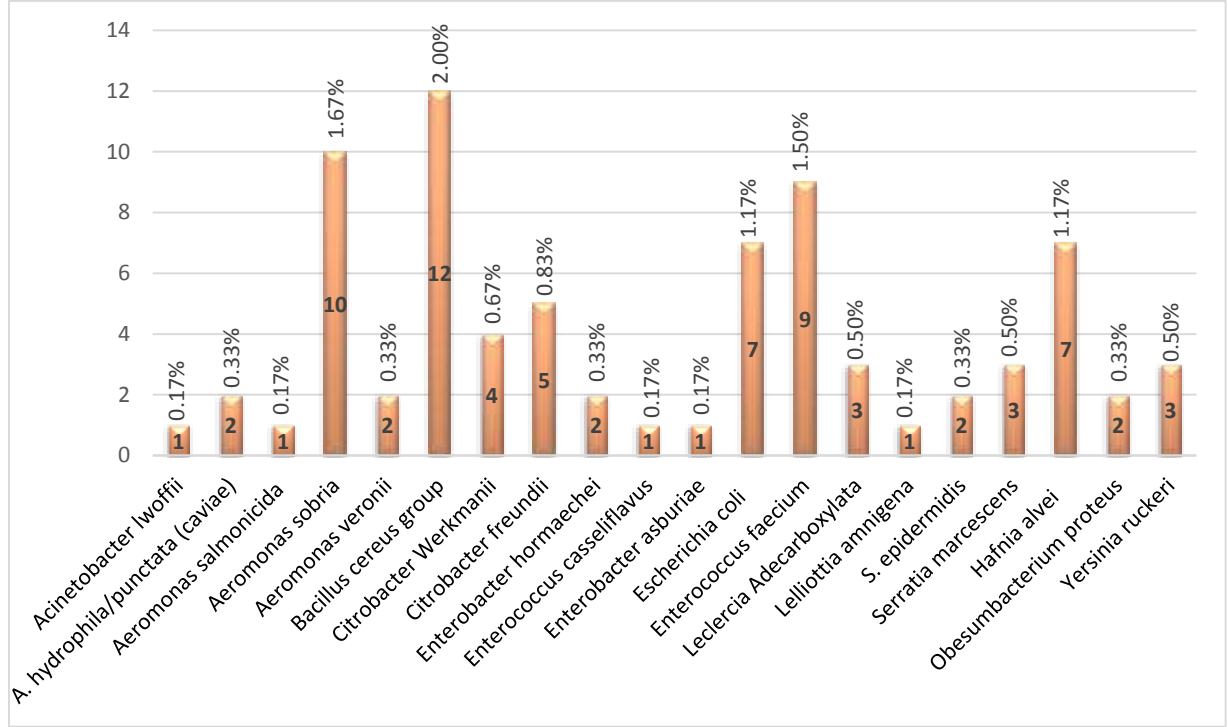


Tablo 3.7. MALDI-TOF MS analiz sonuçlarının aylara göre dağılımı

Bakteri Türleri	Nisan		Mayıs		Haziran		Aralık		TOPLAM	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Acinetobacter lwoffii	1	0,17	4	0,67	2	0,33	1	0,17	8	1,33
aeromonas hydrophila/punctata (caviae)	2	0,33	6	1	-	-	-	-	8	1,33
Aeromonas salmonicida	1	0,17	2	0,33	3	0,5	-	-	6	1
Acinetobacter baumannii	-	-	7	1,17	1	0,17	1	0,17	9	1,5
Aeromonas sobria	10	1,67	37	6,17	6	1	1	0,17	54	9
Aeromonas veronii	2	0,33	25	4,17	2	0,33	-	-	29	4,83
Aeromonas media	-	-	10	1,67	-	-	1	0,17	11	1,83
Acinetobacter radioresistens	-	-	5	0,83	-	-	-	-	5	0,83
Bacillus cereus group	12	2	-	-	-	-	-	-	12	2
Citrobacter Werkmanii	4	0,67	1	0,17	-	-	-	-	5	0,83
Citrobacter freundii	5	0,83	2	0,33	-	-	-	-	7	1,17
Citrobacter braakii	-	-	-	-	1	0,17	-	-	1	0,17
Citrobacter tiroundi	-	-	1	0,17	-	-	-	-	1	0,17
Comamonas aquatica	-	-	2	0,33	-	-	-	-	2	0,33
Enterococcus faecalis	-	-	4	0,67	-	-	-	-	4	0,67
Escherichia hermannii	-	-	-	-	1	0,17	-	-	1	0,17
Enterobacter hormaechei	2	0,33	-	-	-	-	-	-	2	0,33
Enterococcus casseliflavus	1	0,17	-	-	-	-	-	-	1	0,17
Enterobacter asburiae	1	0,17	-	-	-	-	-	-	1	0,17
Escherichia coli	7	1,17	16	2,67	3	0,5	5	0,83	31	5,17
Enterococcus faecium	9	1,5	-	-	8	1,33	2	0,33	19	3,17
Klebsiella aerogenes	-	-	7	1,17	-	-	-	-	7	1,17
Klebsiella pneumoniae	-	-	1	0,17	-	-	-	-	1	0,17
Lactococcus garvieae	-	-	8	1,33	1	0,17	-	-	9	1,5
Leclercia Adecaboxylata	3	0,5	1	0,17	-	-	-	-	4	0,67
Lelliottia amnigena	1	0,17	-	-	-	-	1	0,17	2	0,33
Morganella morganii	-	-	2	0,33	-	-	-	-	2	0,33
Macrococcus Caseolyticus	-	-	14	2,33	-	-	-	-	14	2,33
Pantoea Agglomerans	-	-	-	-	1	0,17	-	-	1	0,17
Plesiomonas shigelloides	-	-	6	1	-	-	-	-	6	1
Providencia stuartii	-	-	1	0,17	-	-	-	-	1	0,17
Providencia Rettgeri	-	-	4	0,67	-	-	-	-	4	0,67
Proteus mirabilis	-	-	1	0,17	2	0,33	-	-	3	0,5
Proteus vulgaris	-	-	1	0,17	-	-	-	-	1	0,17
Pseudomonas stutzeri	-	-	1	0,17	1	0,17	-	-	2	0,33
Pseudomonas putida	-	-	13	2,17	-	-	-	-	13	2,17
Staphylococcus epidermidis	2	0,33	-	-	11	1,83	2	0,33	15	2,5
Staphylococcus aureus	-	-	-	-	1	0,17	-	-	1	0,17
Serratia marcescens	3	0,5	1	0,17	-	-	-	-	4	0,67
Stenotrophomonas maltophilia	-	-	45	7,5	4	0,67	-	-	49	8,17
Hafnia alvei	7	1,17	12	2,	18	3	-	-	37	6,17
Obesumbacterium proteus	2	0,33	-	-	1	0,17	-	-	3	0,5
Over Bacterium proteus	-	-	1	0,17	-	-	-	-	1	0,17
Aeromonas hydrophila punctata ronael	-	-	1	0,17	-	-	-	-	1	0,17
Yersinia ruckeri	3	0,50	-	-	-	-	-	-	3	0,5
Üreyen bakteri sayısı	78	13	242	40,33	67	11,17	14	2,33	401	66,83
Üreme olmayan	78	13	67	11,17	47	7,83	7	1,17	199	33,17
Genel toplam	156	26	309	51,5	114	19,00	21	3,50	600	100,00

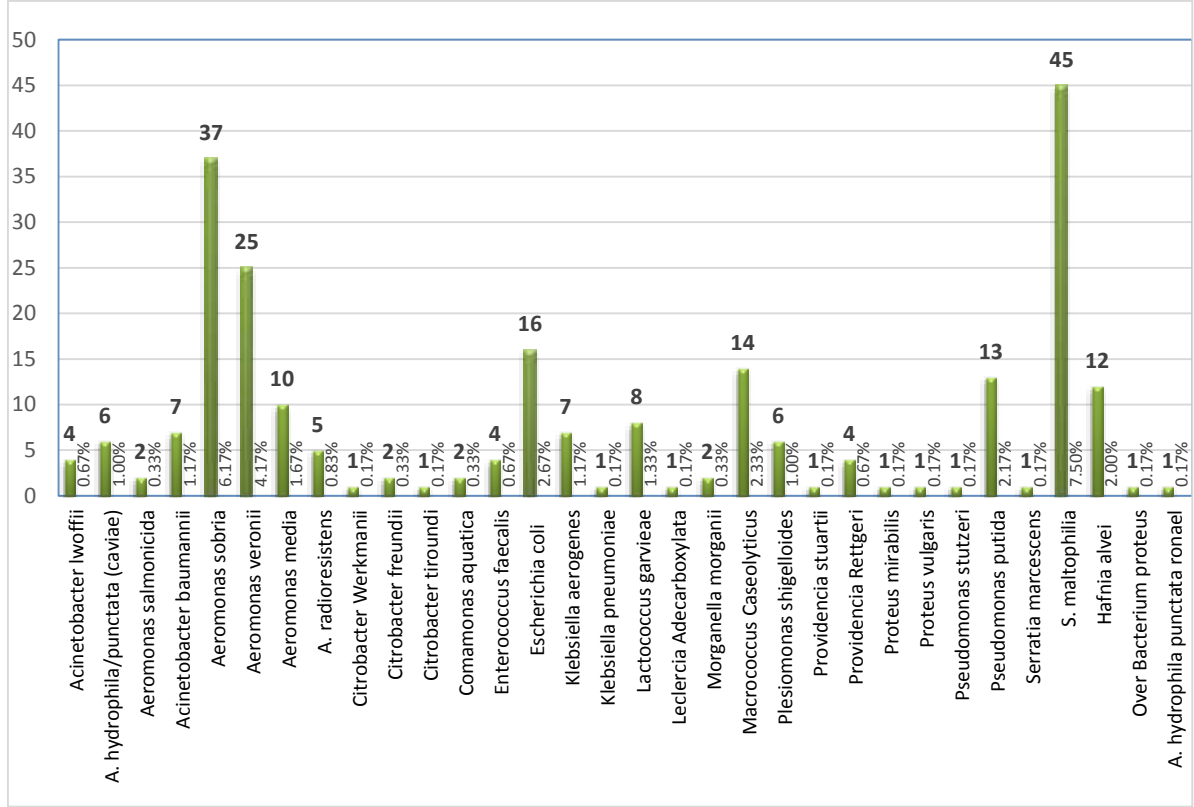
N: Numune sayısı ve %: Yüzde

Nisan ayında Ovacık'ta 10 ve Pertek'te 68 bakteri olmak üzere toplam 78 bakterinin identifikasyonu gerçekleştirilmiştir. En fazla identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri *Bacillaceae* familyasından olan 12 adet (% 2,0) *Bacillus cereus group* olarak tespit edilerek Şekil 3.6' da gösterilmiştir.



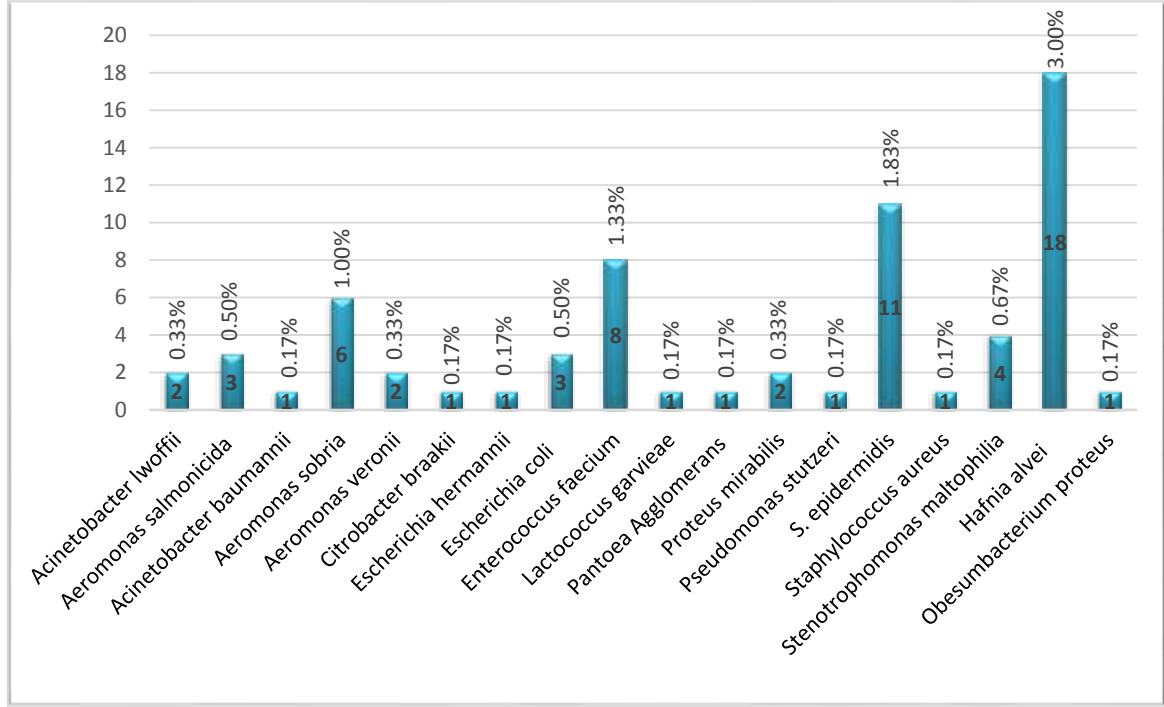
Şekil 3.6. Nisan ayında identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri

Mayıs ayında Çemişgezek'te 104 ve Mazgirt'te 138 bakteri olmak üzere toplam 242 bakterinin identifikasyonu gerçekleştirilmiştir. En fazla identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri *Pseudomonadaceae* familyasından olan 45 adet (% 7,50) *Stenotrophomonas maltophilia* olarak tespit edilerek Şekil 3.7' de gösterilmiştir.



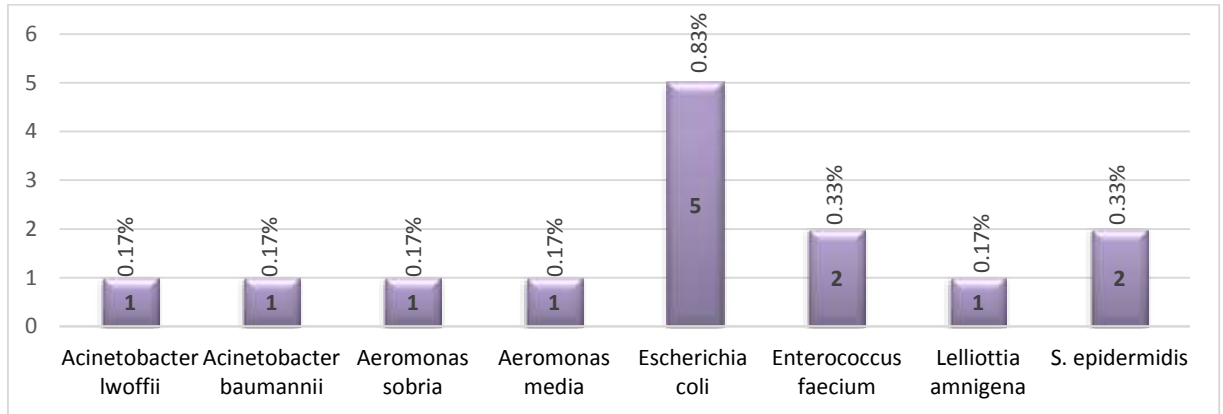
Şekil 3.7. Mayıs ayında identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri

Haziran ayında Ovacık'ta 67 bakterinin identifikasyonu gerçekleştirilmiştir. En fazla identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri *Enterobacteriaceae* familyasından olan 18 adet (% 3,0) *Hafnia alvei* olarak tespit edilerek Şekil 3.8' de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Haziran ayında identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri

Aralık ayında Mazgirt'te 14 bakterinin identifikasyonu gerçekleştirilmiştir. En fazla identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri *Enterobacteriaceae* familyasından olan 5 adet (% 0,83) *Escherichia coli* olarak tespit edilerek Şekil 3.9' da gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Aralık ayında identifikasyonu gerçekleştirilen bakteri türleri

3.1.5. Tunceli ilindeki Ovacık, Pertek, Mazgirt ve Çemişgezek ilçelerinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerin ağ kafeslerinden ve beton havuzlarından alınan su numunelerinin analiz sonuçları

16 işletmelerden nisan, mayıs, haziran ve aralık aylarında alınan su örneklerinin analiz sonuçları Tablo 3.8’de verildi. Tesislerden giren su, anaç havuz suyu, yavru havuz suyu ve işletmelerden çıkan suyun numunelerinden toplamda 72 adet su numunesi alınarak 4’ünde (% 5,6) bakteri üremesi tespit edilirken 68’sinde (% 94,4) üreme olmadı. Su örneğinde bakteri izole edilen tek yer Ovacık ilçesidir ve nisan ayında alınan su numunesinde üreme saptandı. 16 tesisten biri olan Ovacık ilçesindeki 2 numaralı işletmeden alınan su örneklerinde 2 (% 2,8) *Escherichia coli*, 1 (% 1,4) *Lelliottia amnigena* ve 1 (% 1,4) *Raoultella planticola* bakteri izolatu tespiti Tablo 3.8’de verilmiştir ve bu bakteriler *Enterobacteriaceae* familyasına aittirler. Su örneklerinin hiçbirinde *Yersinia ruckeri* tespit edilemedi.

Tablo 3.8. Tunceli ilindeki Ovacık, Pertek, Mazgirt ve Çemişgezek ilçelerindeki ağ kafeslerden ve beton havuzlardan alınan su örneklerinin analiz sonuçları

Tesis Yeri	Tesis No	Numune Alınan Ay	Üreme Durumu		Üretim Metodu		Su Örneğinde İzole Edilen Bakteri Türü								MS Doğruluk Yüzdesi
			Var	Yok	Beton Havuz	Ağ Kafes	Giriş (N/%)		Anaç Havuz (N/%)		Yavru Havuz (N/%)		Çıkış (N/%)		
Ovacık	1	Haziran		✓	✓		-		-		-		-		-
Ovacık	2	Nisan	✓		✓		Escherichia coli		Escherichia coli		Lelliottia amnigena		Raoultella planticola		%99,9
							1 (%1,4)	1 (%1,4)	1 (%1,4)	1 (%1,4)	1 (%1,4)	1 (%1,4)			
Ovacık	2	Haziran		✓	✓		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pertek	3	Nisan		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pertek	4	Nisan		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pertek	5	Nisan		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pertek	6	Nisan		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çemişgezek	7	Mayıs		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çemişgezek	8	Mayıs		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çemişgezek	9	Mayıs		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çemişgezek	10	Mayıs		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çemişgezek	11	Mayıs		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çemişgezek	12	Mayıs		✓	✓		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mazgirt	13	Mayıs		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mazgirt	14	Mayıs		✓		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mazgirt	15	Aralık		✓	✓		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mazgirt	15	Mayıs		✓	✓		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mazgirt	16	Mayıs		✓	✓		-	-	-	-	-	-	-	-	-

N: Numune sayısı ve %: Yüzde

3.1.6. *Yersinia ruckeri* türlerinin MALDI-TOF MS ile analiz sonuçları ve MS doğruluk yüzdeleri

Araştırmamızda, identifikasyonu MALDI-TOF MS cihazı ile yapılan analiz sonucunda, izolatların 3'ü *Yersinia ruckeri* olarak bulundu (Tablo 3.1.9). Yapılan işlem sonrasında sadece bağırsak dokusunda *Yersinia ruckeri* tespit edildi. MALDI-TOF MS sonucunda *Yersinia ruckeri* MS doğruluk yüzdesi % 99,9 olarak bulundu. *Yersinia ruckeri* bakterisinden Pertek ilçesindeki işletmelerden nisan ayında 3 (% 0,5) tane izole edildi (Tablo 3.9).

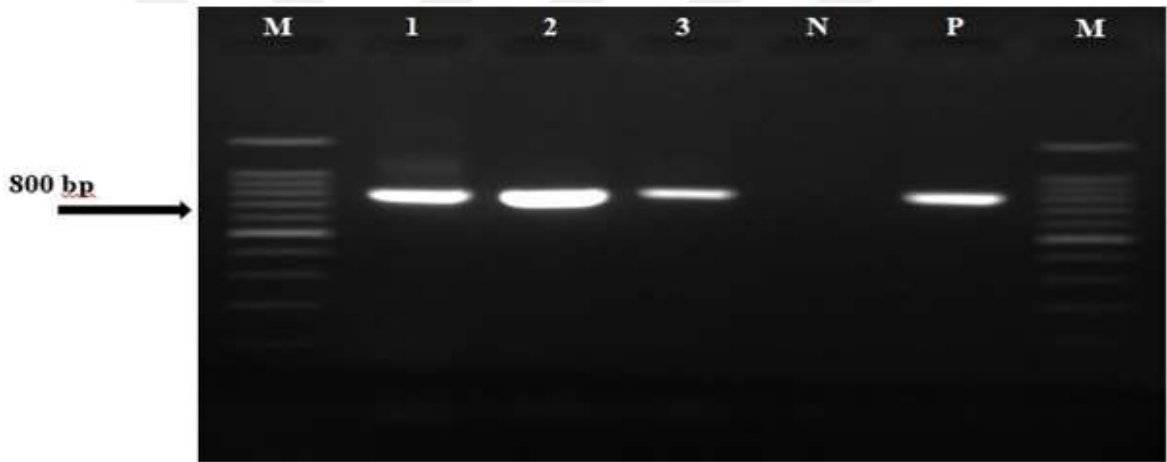
Tablo 3.9. Tunceli ili ve ilçelerinden alınan balık numunelerinde izole edilen *Yersinia rucker* türlerinin MALDI-TOF MS ile idendifikasyon sonuçları

Numune Alınan Ay	Tesis Yeri	Tesis No	Doku Kaynağı	Sonucu MALDI-TOF MS ile İzole Edilen <i>Yersinia rucker</i> Türleri	MS Doğruluk Tespit Oranı
Nisan	Pertek	3	Bağırsak	<i>Yersinia ruckerii</i>	% 99.9
Nisan	Pertek	5	Bağırsak	<i>Yersinia ruckerii</i>	% 99.9
Nisan	Pertek	6	Bağırsak	<i>Yersinia ruckerii</i>	% 99.9

3.1.7. *Yersinia ruckeri* türlerinin 16S rDNA geni ile çoğaltılarak Sekans analiz sonuçları

MALDI-TOF MS yöntemi bakterilerin tiplendirilmesinde Enterobacteria familyasının ayırımı yaklaşık % 100 olarak doğru tanımlarken, bunun dışındaki familyaların tür ve cins düzeyindeki ayırımı yaparken şüpheli sonuçlar verebilmektedir. Çalışmamızda, karaciğer ve bağırsakta *Vibrio* familyasından olan *Aeromonas hydrophila/punctata (caviae)* olarak identifiye edilen izolatlar doğruluk yüzdesi % 51.0 olarak tanımlanırken *hydrophila* ya da *punctata (caviae)* olarak iki tür arasında kalmıştır. MALDI-TOF MS yöntemi ile % 60 altında kalan izolatlar 16S rDNA dizi analizi yapılması gerekmektedir. Ancak çalışmamızın konusu Enterobacteria familyası üyesi olan *Yersinia ruckeri* olduğundan diğer izolatlar bu çalışmanın dışında kaldığından 16S rDNA dizi analizine tabi tutulmamıştır.

Araştırmamızda, MALDI-TOF MS sonucunda doğruluk yüzdesi % 99.9 olarak tespit edilen *Yersinia ruckeri* olarak bulunan bakterilerin doğruluğunu ispatlamak amaçlı Sanger sekanslaması yapıldı. Bu amaçla sadece *Yersinia ruckeri*'n 16S rDNA geninin 834 baz çiftlik kısmının PZR 'nda çoğaltılmasını sağlayan primerler (p8FPL 5'-AGTTTGATCCTGGCTCAG-3' ve p806R 5'-GACTACCAGGGTATCTAAT-3') kullanılarak gerçekleştirildi. Sekanslama sonucunda elde edilen sonuçlar pozitif olarak değerlendirildi. İncelenen, 3 adet *Yersinia ruckeri* izolatının MALDI-TOF MS ile paralel olarak tanımlandığı görülmektedir (Tablo 3.10). Elde edilen elektroforez görüntüleri Resim 3.1'de verilmiştir. Çalışmamız sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, identifikasyonları yapılan izolatların MALDI-TOF MS ve PZR sonuçları doğrultusunda aynı *Yersinia ruckeri* olarak bulunduğu gözlemlendi.



Resim 3.1. 16S rDNA spesifik primerler ile yapılan PZR elektroforez görüntüsü M: Marker (100 bp DNA Ladder), N: Negatif kontrol, P: Pozitif kontrol (834 bp), 1-3: *Yersinia ruckeri* (834 bp)

3.1.8. *Yersinia ruckeri* türlerinin MALDI-TOF MS yöntemi ile Sanger sekanslama yönteminin karşılaştırılması

MALDI TOF MS yöntemiyle % 99,9 oranında *Yersinia ruckeri* olarak bulunan bakteriler, doğruluğunun kanıtlanması amaçlı PZR yapılarak aynı sonuca ulaşıldığı Tablo 3.10'da verildi.

Tablo 3.10. MALDI TOF MS ve PZR ile tanımlanan *Yersinia ruckeri* türlerinin karşılaştırılması

Tesis Yeri	Doku Kaynağı	MALDI-TOF MS ile İdentifiye Edilen <i>Yersinia ruckeri</i> Türleri	MS Doğruluk Tespit Oranı	16S rDNA PZR ile İdentifiye Edilen <i>Yersinia ruckeri</i> Türleri	Doğruluk Tespiti
Pertek	Bağırsak	<i>Yersinia ruckeri</i>	% 99,9	<i>Yersinia ruckeri</i>	POZİTİF
Pertek	Bağırsak	<i>Yersinia ruckeri</i>	% 99,9	<i>Yersinia ruckeri</i>	POZİTİF
Pertek	Bağırsak	<i>Yersinia ruckeri</i>	% 99,9	<i>Yersinia ruckeri</i>	POZİTİF

3.2. Tartışma

3.2.1. Tunceli ilindeki Çemişgezek, Mazgirt, Ovacık ve Pertek ilçelerinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerin üretim metoduna göre dağılımı ve ağ kafes ve beton havuzlarda üreyen bakterilerin prevalansı

Dünyada yapılan çalışmalara bakıldığında; alabalık yetiştiriciliği barajlarda ağ kafeslerde, akarsularda beton havuzlarda ve denizlerde yapıldığını bildirmişlerdir (Halide ve ark., 2009; Podemski ve ark., 2006; Riborg ve ark., 2022; Berg ve ark., 2011; Austin ve Austin, 2016). Halide ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, Asya'da balık yetiştiriciliğinin ağ kafeslerde yapıldığını bildirilmiştir (Halide ve ark., 2009). Podemski ve arkadaşları, yapmış oldukları çalışmada Polonya'daki göllerde bulunan ağ kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapıldığını tespit etmişlerdir. (Podemski ve ark., 2006). Berg ve arkadaşları, Finlandiya'daki nehirler ve göller üzerinde yapılan bir çalışmada, siyanobakteri patlamalarıyla bağlantılı olduğu düşünülen *Aeromonas* suşu tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Berg ve ark., 2011).

Austin ve Austin, yaptıkları bir çalışmada ağ kafeslerde ve beton havuzlarda yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıklarında *Flavobacterium psychrophilum* izolatu tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Austin ve Austin, 2016). Riborg ve arkadaşları, Norveç su ürünleri yetiştiriciliğinde, farklı deniz çiftliklerinde *Yersinia ruckeri* izole etmişlerdir (Riborg ve ark., 2022).

Türkiye’deki literatür çalışmalarına bakıldığında; araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda Türkiye’nin, Akdeniz Bölgesinde; Adana, Antalya, Burdur, Hatay, Isparta, Mersin, Kahramanmaraş, Osmaniye, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde; Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Batman, Şırnak Ege Bölgesinde; Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla, Uşak, Doğu Anadolu Bölgesinde; Ağrı, Bingöl, Bitlis, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Hakkari, Kars, Malatya, Muş, Tunceli, Van, Ardahan, Iğdır, Karadeniz Bölgesinde; Amasya, Artvin, Bolu, Giresun, Gümüşhane, Kastamonu, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon, Zonguldak, Bayburt, Bartın, Karabük, Düzce, İç Anadolu Bölgesinde; Ankara, Çankırı, Çorum, Eskişehir, Kayseri, Kırşehir, Konya, Niğde, Sivas, Yozgat, Karaman, Kırıkkale ve Marmara Bölgesinde; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Kocaeli, İstanbul Sakarya, Yalova illerinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (BSGM, 2022; Çelikkale, 1988; Akyüz ve ark., 2018).

Genel itibarıyla, 740 adet ağ kafeslerde ve 973 adet beton havuzlarda gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan tesisler bulunduğunu bildirmişlerdir (BSGM, 2022; Çelikkale, 1988; Akyüz ve ark., 2018). Ökmen, Samsun ili Derbent Baraj Gölü’nde ağ kafeslerde yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıklarında *Lactococcus garvieae*, *Citrobacter freundii*, *Hafnia alvei*, *Bacillus gibsonii*, *Frigoribacterium faeni*, *Sphingomonas echinoides* izolatu izole ve identifiye ettiklerini bildirmişlerdir (Ökmen, 2019). Araştırmacılar, tatlı sulardaki havuz ve ağ kafeslerde yetiştiriciliği gerçekleştirilen gökkuşağı alabalıklarında; *Lactococcus garvieae*, *Flavobacterium psychrophilum*, *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum* ve *Yersinia ruckeri* izole ettiklerini bildirmişlerdir (Timur ve ark., 2011; Akaylı ve ark., 2015a; Timur ve Timur, 2003; Akaylı ve ark., 2015b). Balta ve arkadaşları, Doğu Karadeniz Bölgesi’nde beton havuzlar, baraj gölleri ve yüzer ağ kafeslerde yetiştirilen gökkuşağı alabalığından *Yersinia ruckeri* izole etmişlerdir (Balta ve ark., 2016).

İç Anadolu Bölgesinde yer alan Nevşehir ili ve Marmara Bölgesinde yer alan Tekirdağ ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Yapılan literatür araştırmalarında Türkiye’de en fazla gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği beton havuzlarda yapıldığı rapor edilmiştir (BSGM, 2022; Çelikkale, 1988; Akyüz ve ark. 2018). Çalışmamızdaki tespit edilen bakteriler önceki çalışmalarda bakteriler ile benzerlik göstermektedir. Fakat, *Vibrio anguillarum*, *Bacillus gibsonii*, *Frigoribacterium faeni*, *Sphingomonas echinoides*, *Flavobacterium psychrophilum* izolatları çalışmamızda tespit edilemedi. *Flavobacterium psychrophilum* patojeni, özellikle salmonid balıklarda, bazen de diğer balık türlerinde görülen bakteriyel soğuk su hastalığı veya diğer bir ismiyle gökkuşağı alabalığı fry sendromuna neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca, bu bakteri 15 °C’nin altındaki su sıcaklıklarında ağır kayıplara neden olmaktadır (Cipriano ve Holt, 2005).

Çalışmamızda, Tunceli ili ve ilçelerinden numune alınan tesislerde üretim türü olarak ağ kafeslerde 11 (% 69), beton havuzlarda 5 (% 31) olmak üzere 16 tesiste gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tunceli ilinde en fazla ağ kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapıldığı görülmektedir. Literatür araştırmaları sonucunda; Türkiye genelinde beton havuzlarda gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği fazla yapılmaktadır. Çalışmamızda ise sadece Tunceli ili ve ilçelerine ait 16 adet işletmenin yetiştirme metoduna bakıldığında; en fazla ağ kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapıldığı tespit edilmiştir.

Çalışmamızda, ağ kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan tesislerde en fazla rastlanan tür 42 adet *Aeromonas sobria*’dır. Yapılan literatür taramalarında 35-37°C’de gelişen mezofilik (ılık sıcaklıkları seven) bakteriler olduklarından, insanlarda, balıklarda ve diğer çeşitli hayvanlarda enfeksiyon etkeni olan fırsatçı patojenlerdir. *Aeromonas* türleri, gıdalardan, içme sularından, kanalizasyonlardan, çevresel su ve insan klinik örneklerinden çok fazla kaynaktan tespit edilebilen gram negatif, fakültatif anaerobik bakterilerdir. Çalışmamızda daha düşük sıcaklıklarda görülmesi, su ve rıhtım kıyısındaki çöpler, kuş ve martıların dışkıları ile çevreyi kirletmesinden kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir. Beton havuzlarda gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan tesislerden en fazla tespit edilen tür 47 adet *Stenotrophomonas maltophilia*’dır. Yapılan literatür taramalarında *Stenotrophomonas maltophilia*, 24-37 °C sıcaklıklarda üreyen insanda ve balıklarda enfeksiyona sebep olan fırsatçı bir patojendir. Çalışmamızda, kış aylarında rastlanılması su sıcaklığının yüksek olduğunu düşündürmektedir.

Tunceli ilinin Mazgirt ilçesinde Dedebağ köyünde sıcak ve mineralli su kaynakları bulunmaktadır. Bu sıcak su ve mineralli sular peri çayına karışmaktadır. Peri çayının akımı boyunca akarsu yatağının sağa ve sola doğru traverten oluşturması, sıcak ve mineralli suların akarsu yoluyla peri çayına karıştığını gösterir. Ohi çayının Peri çayına karışmasıyla su miktarında artış olmaktadır. Bu durum üreme koşullarına uygun olmayan kış mevsiminde *S. maltophilia* ve diğer bakterilerin üremesine yol açtığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda, sadece ağ kafeslerde yapılan gökkuşağı alabalığı işletmelerinde *Yersinia ruckeri* etkeni görülmektedir. *Yersinia ruckeri*, 15-18 °C sıcaklıklarda üreyen insan ve balıklarda enfeksiyona yol açmaktadır. Ağların temizliğine yeteri kadar dikkat edilmediği, hijyen koşullarına uyulmadığını ve ilçelerde atık su tesisleri olmadığı için kanalizasyon atıklarının suya karışabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızdaki bulgularla önceki çalışmalardaki bulgular ile benzerlik göstermektedir.

3.2.2. Tunceli ilindeki ve ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği yapılan işletmelerden alınan numunelerden izole edilen bakterilerin identifikasyonunda kullanılan konvansiyonel ve moleküler yöntemler

Dünya'daki literatür çalışmalarına bakıldığında; Zorriehzahra ve arkadaşları, konvansiyonel yöntemlerle BA ve TSA'da inkübasyonu sonucunda *Yersinia ruckeri*'n 2-3 mm çapında beyaz, opak koloniler olduğunu tespit etmişlerdir (Zorriehzahra ve ark., 2017). Ferreira ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, MALDI-TOF MS yöntemiyle *Enterobacteria* için tür ve cins düzeyinde % 89,6 ile % 97,9 oranında doğru tanımlama elde edildiği, *Acinetobacter baumannii* için tür ve cins düzeyinde % 50 ile % 100 oranında, *Escherichia coli* için tür ve cins düzeyinde % 96,5 ile % 100 arasında, *Klebsiella* için cins düzeyinde % 100, *Pseudomonas aeruginosa* için tür ve cins düzeyinde % 87,5 ile % 100 oranında, *Salmonella* için tür ve cins düzeyinde % 100 seviyesinde tiplendirildiğini bildirmişlerdir (Ferreira ve ark., 2017). Gnat ve arkadaşları, Polonya'da yaptıkları çalışmada MALDI-TOF MS analizinin, semptomatik ve asemptomatik enfeksiyonların sırasıyla % 97,2 ve % 72 oranında geleneksel tekniklerle uyumlu ve pozitif sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (Gnat ve ark., 2021).

Barnini ve arkadaşları, 118 adet Gram negatif ve 80 adet Gram pozitif bakteri içeren kan kültürü şişesinden serum seperatör tüpleri kullanarak hazırladığı çökeltiden MALDITOF MS ile bakteri tanımlamasına yönelik çalışmasında, doğru tanımlama oranları genel olarak % 95 olarak tespit edilirken; Gram negatif izolatlarda % 100; Gram pozitif izolatlarda % 90 olarak tespit etmişlerdir (Barnini ve ark., 2015). Li ve arkadaşları, anaerob bakterilerin MALDI-TOF MS ile identifikasyonunu içeren 28 çalışmayı inceledikleri metaanalizde bu bakteriler % 84 tür seviyesinde, % 92 ise cins seviyesinde doğru olarak tanımlandığını saptamışlardır (Li ve ark., 2019). Wilson ve arkadaşları, buzağılamış ineklerden veya klinik mastitis vakalarından sunulan kültürlü süt numuneleri ve geleneksel biyokimyasal testler, MALDI-TOF MS ve 16S ribozomal DNA dizileme analizi ile 181 izolat tanımlanarak, bu yöntemler % 97 ile % 100 arasında uyumlu olduğunu bildirmişlerdir. (Wilson ve ark., 2019). Chen ve arkadaşları, gökkuşağı alabalığı ve coho salmonların dokularından yapılan ekimler sonucunda 140 izolatın PZR yöntemi kullanarak *Flavobacterium psychrophilum* olduğu bildirmişlerdir (Chen ve ark., 2008). Shell ve arkadaşları, sağlıklı ve hastalıklı tavuklardan alınan örneklerden tespit edilen *Escherichia coli* izolatlarını MALDI-TOF MS kullanılarak %93,9 oranında tanımlanmıştır (Shell ve ark., 2017). Biyokimyasal özelliklere dayanılarak tür tayininin yapılamaması sonucunda 16S rRNA'ya dayalı PZR yöntemleri geliştirilerek, *Aeromonas* türlerinin identifikasyonu ve tür içi filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanıldıklarını bildirmişlerdir (Martínez-Murcia ve ark., 2007). Cao ve arkadaşları, Çin'in Siehuan Eyaleti, Qionglari'deki bir çiftlikten hibrit mersin balığında (*Acipenserschrenchi*), 16S rRNA ile *Yersinia ruckeri* izole ettiklerini bildirmişlerdir (Cao ve ark., 2018). Muhammed Saeed, çalışmasında, PZR testini spesifik primerler kullanarak değerlendirmiş ve izolatların *Yersina ruckeri* olduğunu bildirmiştir (Muhammed, 2017). Yapılan literatür taramasında *Aeromonas* türlerinin ayırımında yaygın kullanılan genler arasında yaklaşık uzunlukları 1.000 ila 1.500bp arasında değişen 16S rRNA, gyrB (DNA giraz B-alt ünitesi), rpoD (O70 factor), rpoB, β -alt ünite (DNA bağlı RNA polimeraz) ve dnaJ (ısı şoklu protein 40) genleri yer almaktadır (Yanez ve ark., 2003; Soler ve ark., 2004; Morandi ve ark., 2005; Kupfer ve ark., 2006; Saavedra ve ark., 2006; Nhung ve ark., 2007; Adekambi ve ark., 2008; Minana-Galbis ve ark., 2010).

Ülkemizde yapılan çalışmalarına bakıldığında; Şeker ve arkadaşları, konvansiyonel yöntemler sonucunda *Yersinia ruckeri* izolatlarının besi yerleri üzerinde 1-2 cm çapında küçük yuvarlak, beyaz ve krem renkli koloniler gösterdiğini bildirmiştir (Şeker ve ark., 2011). Mefut ve arkadaşları, Akdeniz bölgesindeki bazı gökkuşağı alabalığı işletmelerinde 328 adet balık numunesinden TSA besi yerinde saf olarak üretilen bakteriler API 20E'ye ekimleri sonucunda, *Hareketli Aeromonas*, *Vibrio spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Enterobacteriaceae*, *Gram pozitif coc'lar* ve *Yersinia ruckeri* tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Mefut ve ark., 2007). Balıbay ve Tel'in, Şanlıurfa ve çevresinde 100 sığırdan alınan dermatofit örneklerin tamamını MALDI-TOF MS ile % 100 tanımlayarak, 52'sinde *Trichophyton verrucosum* olarak tespit etmişlerdir (Balıbay ve Tel, 2021). Şeker ve arkadaşları, Elazığ ve Malatya bölgesindeki gökkuşağı alabalığı çiftliklerinden temin edilen numunelerde PZR yöntemi ile %52.9 oranında *Yersinia ruckeri* saptandığını bildirmişlerdir (Şeker ve ark., 2012). Dinçtürk, MALDI-TOF MS yöntemi kullanılarak gökkuşağı alabalığından *Aeromonas hydrophila*, *Lactococcus garvieae*, *Pseudomonas fluorescens*, *Vibrio anguillarum* ve *Yersinia ruckeri* izole ettiklerini ve % 99.9 başarı oranıyla identifiye edildiğini bildirmişlerdir (Dinçtürk, 2019). Yapılan literatür taramasında *Aeromonas* türlerinin ayırımında 16S rRNA, *gyrB*, *rpoD*, *rpoB*, β -alt ünite ve *dnaJ* genleri kullanıldığını bildirmiştir (Duman, 2017).

Çalışmamızda, Tunceli ili ve ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği tesislerinden alınan 200 adet gökkuşağı alabalığının konvansiyonel yöntemlerle bakteri izolasyonu yapıldı. Güvenilir moleküler yöntemlerle aynı potansiyele sahip ancak pratikte daha pratik ve analiz için daha az biyolojik materyale ihtiyaç duyulan, çabuk ve hesaplı olan MALDI-TOF MS yöntemi, tanı koymakta tercih edilmiştir. API 20E testi, eski bir yöntem olması, pahalı ve MALDI-TOF MS yöntemine göre tür düzeyinde ayırımının daha uzun sürmesinden dolayı tercih edilmemektedir. MALDI-TOF MS ile 3 adet *Yersinia ruckeri* olarak tespit edilen izolatlar, *Enterobacteria* familyasına aittir. MS doğruluk yüzdesi % 99,9 olarak tespit edildiği için ek bir yöntem ihtiyacı duyulmamıştır. Fakat analiz sonucunda *Yersinia ruckeri*'n az çıkmasından dolayı güvenilirliğini tespit etmek için 16S rDNA ile ilgili gen çoğaltılıp PZR yapılarak *Yersinia ruckeri* izolatlarının doğruluğu kanıtlandı. Bakteri identifikasyonu için tercih edilen MALDI-TOF MS yöntemi, tür ve cins düzeyinde oldukça güvenilir bir teknik olması rağmen bazı durumlarda düşük sonuçlar vermektedir. Bir izolat için farklı tanımlamaları bir arada vermesiyle şüpheli durumlar oluşturmaktadır.

Enterobacteria familyasını tür düzeyinde % 99.9 oranında doğru tanımlama yapabilmesine rağmen bazı izolatların tür düzeyinde tanımlanmasının yapılamadığı gözlemlendi.

Çalışmamızda MALDI-TOF MS yöntemiyle analiz sonucunda; doğruluk değerleri % 51,0 ile % 99,9 arasında çıkan 8 adet *Aeromonas hydrophila/punctata (caviae)*, şüpheli izolat olarak tespit edildi. Bu şüpheli izolatlar için 16S rDNA gen dizi analizi yapılarak cins bazında ayrımı yapılabilmektedir. Fakat, bu şüpheli izolatlar *Aeromonas* familyasına ait bakteri türleri olduğundan bu türler konumuz dahilinde olmadığı için 16S rDNA gen dizi analizi yapılmasına gerek duyulmamıştır. Tür düzeyindeki tanımlamanın kesin teyiti için MALDI-TOF MS yöntemi yanında PZR, 16S rRNA/DNA, dnaJ, rpoB, rpoD, gyrB gen dizi analizi gibi farklı yöntemlerin tercih edilmesi önerilmektedir. Bu tekniklerin birlikte kullanılmasıyla şüpheli izolatların teyitinde daha güvenilir ve kesin sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir. Bakteriyel filogeni ve taksonomisinde önemli bir role sahip olduğu için 16S rDNA sekans analizi yapılması uygun görülmektedir. Çalışmamızdaki bulgularla önceki çalışmalardaki bulgular ile benzerlik göstermektedir.

3.2.3. Tunceli ilindeki ilçelerden temin edilen numunelerin aylara ve ilçelere göre bakteri türlerimin üreme durumu

Dünya'daki literatür çalışmalarına bakıldığında; Austin ve arkadaşları, tatlı ve denizlerdeki gökkuşağı alabalıklarından su ısısının 18 °C'nin üstüne çıktığı yaz mevsiminde *Lactococcus garvieae* tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Austin & Austin, 2012). Diğer çalışmalarda, laktokokkoziste, su sıcaklığının 14-15 °C'yi ulaştığında enfeksiyon ortaya çıkmakta ve su sıcaklığının 18 °C'yi geçtiğinde yüksek mortalite gösterdiğini bildirilmişlerdir (Soltani ve ark., 2008; Pereira ve ark., 2004). Savvidis ve arkadaşları, kış aylarında endoftalmik sıvıdan, *Lactococcus garvieae*'nin neden olduğu Laktokokkozis hastalığını tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Savvidis ve ark., 2007). Duman ve arkadaşları, gökkuşağı alabalığı üretimi yüksek olan İspanya, Şili, İtalya ve Yunanistan'da gibi ülkelerde yılın hemen hemen her mevsiminde *Yersinia ruckeri* izole edildiğini bildirmişlerdir (Duman ve ark., 2017). Scallan, çalışmasında, su sıcaklıklarının yüksek olduğu mevsimlerde *Yersinia ruckeri*'n arttığı ve bunun sebebinin bakteriyel hastalıkların su sıcaklığının artması ve su sıcaklığındaki ani değişikliklerle balıkların strese girebileceğini belirtmiştir (Scallan, 1983).

Türkiye’deki literatür çalışmalarına bakıldığında; Altun ve arkadaşları, ülkemizin orta batı bölgesinde 6 farklı balık çiftliğinde ergin ve genç gökkuşağı alabalıklarından sonbahar döneminde *Lactococcus garvieae* izole edilerek bunu 17 °C su sıcaklığından dolayı olduğunu bildirmişler (Altun ve ark., 2010). Ülkemizde tatlı sularda ağ kafeslerde ve havuzlarda yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıklarının da; su sıcaklığının arttığı dönemlerde en çok *Lactococcus garvieae* (Timur ve ark., 2011) ve *Yersinia ruckeri*’nin (Akaylı ve ark., 2015) su sıcaklığının düşük olduğu kış döneminde *Flavobacterium psychrophilum*’un (Austin ve Austin, 2016); su sıcaklığının hızlı artış gösterdiği ilkbahar döneminde ise *Aeromonas salmonicida* ve *Vibrio anguillarum*’un daha fazla oranda hastalığa neden olduğu rapor edilmiştir (Akaylı ve ark., 2015). Erol, Isparta ilinin Aksu ilçesinde bulunan gökkuşağı alabalığı işletmelerinde Nisan-Ekim 2010 ve Şubat-Mart 2011 tarihleri arasında hastalıklı balıklarda yapılan araştırma sonucunda; 1 adet *Pseudomonas fluorescens* ve 15 adet *Yersinia ruckeri* tespit edildiğini bildirmiştir (Erol, 2011). Kırkan ve arkadaşlarının, Ankara ili civarında mart ve mayıs ayları arasında gökkuşağı alabalık işletmelerinden toplanan balıklar üzerinde yaptıkları bir çalışmada, *Pseudomonas* ve *Aeromonas*’ın yüksek oranda tespit edilmesini yoğun stoklamaya bağlı olduğunu bildirmişlerdir (Kırkan ve ark., 2000). Akşit ve Kum yaptıkları çalışmada, gökkuşağı alabalıklarından temin edilen balık örneklerinin izolatlarında su ısının yükseldiği ilkbahar mevsiminde; *Lactococcus garvieae* ve *Yersinia ruckeri*’nin, su ısının azaldığı sonbahar dönemlerinde ise *Aeromonas salmonicida* ve *Vibrio anguillarum*’un daha çok görüldüğünü bildirmişlerdir (Akşit ve Kum, 2008). Okka, Denizli il merkezi ile Acıpayam, Çal, Çameli ve Çivril ilçelerinde bulunan toplam 76 çiftlikten 152 adet numune analizi sonucunda; Kasım 2008’de 14 çiftliğin 5’inde *Yersinia ruckeri*, Şubat 2009’da 35 çiftliğin 3’ünde *Yersinia ruckeri* ve Mayıs 2009’da 11 çiftliğin 5’inde *Yersinia ruckeri* tespit edildiğini bildirmiştir (Okka, 2009). Gök, gökkuşağı alabalıkları ile yaptığı bir çalışmada, su sıcaklıklarının arttığı Haziran ve Temmuz aylarında *Yersinia ruckeri*, yüksek oranda izole edildiğini bildirmiştir (Gök, 2015). Akyüz ve arkadaşları, Samsun ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin önemli bir kısmı baraj göllerinde, ağ kafeslerde yapıldığını fakat temmuz-ağustos ayların su ısının artmasıyla beraber gökkuşağı alabalığı strese maruz kalmakta, hastalık ortaya çıkmakta, yem alımında azalma ve yetiştiriciler çok fazla balık ölümleriyle karşılaştıklarını bildirmişlerdir (Akyüz ve ark. 2018).

Çalışmamızda, Pertek ilçesinden nisan ayında en fazla 12 adet (% 2,0) ile *Bacillus cereus group* olarak tespit edilmiştir. Mazgirt ilçesinden mayıs ayında en fazla 45 adet (% 7,50) ile *Stenotrophomonas maltophilia* olarak tespit edilmiştir. Ovacık ilçesinden haziran ayında en fazla 18 adet (% 3,0) ile *Hafnia alvei* olarak tespit edilmiştir. Mazgirt ilçesinden aralık ayında en fazla 5 adet (% 0,83) ile *Escherichia coli* olarak tespit edilmiştir. *Escherichia coli* bakterisi, Enterobacteriaceae ailesinin üyesidir. İdrar yolu enfeksiyonu olarak bilinen *Escherichia coli*, toplumda ve hastane ortamında en sık görülen bakteriyel enfeksiyonlardandır. Çalışmamızda da *Escherichia coli* bakterinin tespit edilmesi balıkların birbiriyle temasından kaynaklanacağını düşünmekteyiz ve önceki çalışmaları desteklemektedir.

Çalışmamızda, numune alımı sırasında *Yersinia ruckeri*'n tespiti için, nisan, mayıs, haziran ve aralık ayları seçildi. Numune alım dönemlerinin yıl içerisine yayılması, mevsimleri kapsamayı, aynı zamanda hastalığın görülebileceği su sıcaklıklarının değişim gösterdiği dönemlerin olmasına özellikle dikkat edildi. Nisan ayında Pertek ilçesinden 3 adet (% 0,5) *Yersinia ruckeri* tespit edilmiştir. *Yersinia ruckeri*, Enterobacteriaceae familyasına ait olan *Yersinia ruckeri*, yaygın bir yere ve coğrafi dağılıma sahip olduğundan hem epizootilere hem de zoonoz hastalıklara sebep olmaktadır. Özellikle ilkbahar döneminde izole edilen *Yersinia ruckeri*, su sıcaklığının yaklaşık 15-18 °C su sıcaklığının olduğu bahar dönemlerinde üreme gösterirken, 10 °C ve daha az sıcaklıklarda ise üreme azalır ya da görülmez. Artan sıcaklık sebebiyle balıkların strese maruz kaldığını düşünmekteyiz. Fakat, *Yersinia rucker* bakterisi varlığının nisan ayında az görülmesinin sebebi ise; Tunceli ili Doğu Anadolu Bölgesinde yer almasından dolayı su sıcaklığının tam olarak artmadığının kanısına varmamıza sebep olmuştur. Su sıcaklıklarının arttığı mayıs ve haziran aylarında *Yersinia ruckeri* izole edilememiş olması su sıcaklığının üreme için yeterli ısıda olmamasıdır. Bakteri prevalansını tespit etmek için kış ayında (Aralık) alınan numunede *Yersinia ruckeri* görülmedi. Bunun sebebi; kış mevsiminin başlamasıyla su sıcaklığının 10 °C altına düştüğünü, üreme için optimum sıcaklığa ulaşamadığını düşündürmektedir. Bu durum sıcaklığının artışı ile *Yersinia ruckeri*'n görülmesi arasında doğru orantı olduğundan, su sıcaklığının 10 °C'nin altında olduğunda *Yersinia ruckeri*'n tespitinin düşük olması diğer çalışmaları desteklemekle birlikte işletme sahiplerinin hijyene dikkat ettiklerini ortaya koymaktadır.

3.2.4. Tunceli ilindeki ilçelerden gökkuşığı alabalıklarının karaciğer, böbrek ve bağırsak kısımlarında tespit edilen bakterilerin prevalansı

Dünya yapılan çalışmalara bakıldığında; Carbajal-Gonzalez ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, sağlıklı gökkuşığı alabalığının derisinden *Frigoribacterium sp.* izole edildiğini bildirmişlerdir (Carbajal-Gonzalez ve ark., 2011). Del Cerro ve arkadaşları, 12 farklı gökkuşığı alabalığı işletmelerinden hasta balıkların karaciğer ve böbreklerinden, *Flavobacterium psychrophilum* suşu izole ettiklerini bildirmişlerdir (Del Cerro ve ark., 2010). Chen ve arkadaşları, gökkuşığı alabalığı ve coho salmonların gözlü yumurta, karaciğer ve böbreklerinden yapılan ekimler sonucunda 140 izolatın *Flavobacterium psychrophilum* olduğu PZR ile doğruladıklarını bildirmişlerdir (Chen ve ark., 2008). Shell ve arkadaşları, sağlıklı ve hastalıklı tavukların karaciğer, dalak ve safra kesesinden alınan örneklerde *Escherichia coli* izolatlarını tespit etmişlerdir (Shell ve ark., 2017). Fowoyo ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, Lokojadaki Kporoko Nehri'nden temin edilen tatlı su balığının karaciğer, deri, böbrek ve bağırsaklarında *Aeromonas hydrophila* izole ettiklerini bildirmişlerdir (Fowoyo ve ark., 2019). Guguianu ve arkadaşları, Kuzey Romanya'da bulunan gökkuşığı alabalığı çiftliğinde 21 adet hastalıklı balıkların kalp ve böbreğinden alınan kesitte *Yersinia ruckeri*'n görüldüğünü bildirmişlerdir (Guguianu ve ark., 2009). Busch ve Lingg, yaptıkları prevalans çalışmasında gökkuşığı alabalıklarının kalın bağırsağında *Yersinia ruckeri*'n varlığını tespit etmişlerdir (Busch ve Lingg, 1975). Ross ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, ERM ilk olarak 1950'lerde ABD, Idaho'daki Hagerman Vadisi'ndeki gökkuşığı alabalığının böbrek dokusundan *Yersinia ruckeri* izole edildiğini belgelemişlerdir (Ross ve ark., 1966; Wrobel ve ark., 2019).

Türkiye’deki literatür çalışmalarına bakıldığında; Körkoca yaptığı çalışmada, 50 adet gökkuşağı alabalığının bağırsaklarında *Aeromonas sobria*, *Aeromonas caviae* ve *Aeromonas hydrophila* tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Körkoca, 2001). Terzi, Ankara ili ve çevresindeki alabalık çiftliğinden temin edilen gökkuşağı alabalıklarının bağırsağında *Salmonella spp.*’ye tespit etmişlerdir. Bunun nedenini balık ve deniz ürünlerinden, *Salmonella* bulaşmasında suların fekal kontaminasyonu, fabrika atıkları, su ve rıhtım kıyısındaki çöpler, kuş ve martıların dışkıları ile çevreyi kirletmesinden olabileceğini ifade etmişlerdir (Terzi, 2004). Kayış ve arkadaşları, Karadeniz’deki 35 adet gökkuşağı alabalık işletmesinin bakteriyel prevelansı incelenerek karaciğer, böbrek ve dalaktan alınan kesitlerin ekimleri sonucunda *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida*, *Pseudomonas putida* ve *Flavobacterium psychrophilum*, *Yersinia ruckeri* tespit etmişlerdir (Kayış ve ark., 2009). Kılıç ve arkadaşları, Elazığ’da yer alan 6 adet gökkuşağı alabalığı tesislerinden alınan 197 adet balık numunelerinin bağırsak, kan, karaciğer, böbrek kısımlarında *Pseudomonas sp.*, *Flavobacterium sp.* ve *Yersinia ruckeri* tespit edildiğini belirtmişlerdir (Kılıç ve ark., 2007). Gök, Gökkuşağı alabalıklarının, karaciğer, dalak, böbrek ve bağırsak kısımlarından temin edilen 115 numuneden 14’ünde *Yersinia ruckeri* izole edildiğini bildirmişlerdir (Gök, 2015). Akşit ve Kum ‘un yaptıkları çalışmada, gökkuşağı alabalıklarından 96 adet balık örneğinin karaciğer, dalak, böbrek ve solungaçlarında *Lactococcus garvieae*, *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum* ve *Yersinia ruckeri*, tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Akşit ve Kum, 2008). Diler ve arkadaşları, yaptıkları bir çalışmada, Fethiye bölgesindeki bazı alabalık işletmelerinde hastalığa ait klinik belirti göstermeyen balıkların iç organlarından *Yersinia ruckeri* izole etmişlerdir (Diler ve ark., 1998). Şeker ve arkadaşları, Malatya ilinde bulunan 11 farklı gökkuşağı alabalığı işletmesinden alınan balıkların karaciğer, böbrek, bağırsak kısımlarından TSA ekimleri sonucunda tespit edilen izolatların *Acinetobacter sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Flavobacterium sp.* ve *Yersinia ruckeri* olduğunu ifade etmişlerdir (Şeker ve ark., 2006). Sağlam ve arkadaşları, Erzurumda gökkuşağı alabalık yetiştiriciliği yapan işletmelerden 380 adet balık örneğinin karaciğer, dalak, böbrek ve lezyonlu deri kısımlarından ekimler yapılarak *Aeromonas hydrophila* ve *Yersinia ruckeri* inkübe ettiklerini bildirmişlerdir (Sağlam ve ark., 2006). Şeker ve arkadaşları, Elazığ ve Malatya bölgesindeki gökkuşağı alabalığı çiftliklerinde yaptıkları bir çalışmada, kan ve bağırsak örneklerinde *Yersinia ruckeri* tespit edildiğini bildirmişlerdir (Şeker ve ark., 2012).

Çalışmamızda, gökkuşağı alabalıklarının karaciğer, böbrek ve bağırsak kısımlarından alınan numunelerde ortak görülen bakteri türleri; *Acinetobacter lwoffii* 8 adet (% 1.33), *Aeromonas salmonicida* 6 adet (% 1), *Acinetobacter baumannii* 9 adet (% 1.5), *Aeromonas sobria* 54 adet (% 9), *Aeromonas veronii* 29 adet (% 4,83), *Acinetobacter radioresistens* 5 adet (% 0.83), *Bacillus cereus group* 12 adet (% 2), *Citrobacter freundii* 7 adet (% 1.17), *Enterococcus faecalis* 4 adet (% 0.67), *Escherichia coli* 31 adet (% 5.17), *Enterococcus faecium* 19 adet (% 3.17), *Klebsiella aerogenes* 7 adet (% 1.17), *Macrococcus caseolyticus* 14 adet (% 2.33), *Plesiomonas shigelloides* 6 adet (% 1), *Providencia rettgeri* 4 adet (% 0.67), *Pseudomonas putida* 13 adet (% 2.17), *Staphylococcus epidermidis* 15 adet (% 2.5), *Stenotrophomonas maltophilia* 49 adet (% 8.17), *Hafnia alvei* 37 adet (% 6.17) olarak izole edildi. Çalışmamızda, en fazla rastlanan bakteriler karaciğer 18 adet (% 3) *Stenotrophomonas Maltophilia*, böbrekte 19 adet (% 3.17) *Stenotrophomonas Maltophilia*, bağırsakta ise 29 adet (% 4.83) *Aeromonas sobria*'dır.

En az tespit edilen türler ise Karaciğerde; *Aeromonas salmonicida* 1 (% 0,17) adet, *Aeromonas media* 1 (% 0,17) adet, *Citrobacter freundii* 1 (% 0,17) adet, *Comamonas aquatica* 1 (% 0,17) adet, *Enterococcus faecalis* 1 (% 0,17) adet, *Escherichia hermannii* 1 (% 0,17) adet, *Enterobacter hormaechei* 1 (% 0,17) adet, *Klebsiella pneumoniae* 1 (% 0,17) adet, *Leclercia Adecarboxylata* 1 (% 0,17) adet, *Plesiomonas shigelloides* 1 (% 0,17) adet, *Providencia Rettgeri* 1 (% 0,17) adet, *Staphylococcus aureus* 1 (% 0,17) adet, *Over bacterium proteus* 1 (% 0,17) adet bakteri türleri tespit edildi. Böbrekte; *Aeromonas salmonicida* 1 (% 0,17) adet, *Acinetobacter radioresistens* 1 (% 0,17) adet, *Citrobacter tiroundi* 1 (% 0,17) adet, *Enterococcus faecalis* 1 (% 0,17) adet, *Enterococcus casseliflavus* 1 (% 0,17) adet, *Klebsiella aerogenes* 1 (% 0,17) adet, *Plesiomonas shigelloides* 1 (% 0,17) adet, *Providencia Rettgeri* 1 (% 0,17) adet, *Proteus vulgaris* 1 (% 0,17) adet, *Pseudomonas stutzeri* 1 (% 0,17) adet, *Serratia marcescens* 1 (% 0,17) adet, *Aeromonas hydrophila punctata ronael* 1 (% 0,17) adet bakteri türleri tespit edildi. Bağırsakta; *Citrobacter braakii* 1 (% 0,17) adet, *Comamonas aquatica* 1 (% 0,17) adet, *Enterobacter hormaechei* 1 (% 0,17) adet, *Enterobacter asburiae* 1 (% 0,17) adet, *Pantoea Agglomerans* 1 (% 0,17) adet, *Providencia stuartii* 1 (% 0,17) adet, *Proteus mirabilis* 1 (% 0,17) adet, *Pseudomonas stutzeri* 1 (% 0,17) adet, *Staphylococcus epidermidis* 1 (% 0,17) adet bakteri türleri en az olarak tespit edildi.

Bu çalışmada tatlı su ve deniz balıklarının bakteriyel florasının yaşadıkları sucul ekosistemin mikroflorasını taşıdığı ve balık yetiştiriciliği yapılan işletmelerdeki balıklar arasında tür ve cins seviyesinde ayrımların olması, aynı türe ait bakteriyel floranın değişebileceğini ortaya koymaktadır. Enterik patojenler genellikle bağırsak kısmında çoğalarak, suya fekal kontaminasyon yoluyla girmektedir. Balıklarının üretiminde, yumurtaların çıkması ile biyolojik yüzeyler ve bakteriler arasında çeşitli etkileşimler meydana gelir. Bu etkileşimler ilk yerli bağırsak florasının oluşumu veya bir enfeksiyonun başlamasında ilk adımdır. Bakteriler, su ortamında bol miktarda bulunur ve konakçı ile habitatlar arasında kolayca geçiş yapmaktadırlar. Su ortamı içerdiği besin tuzları, organik maddeler açısından bakterilerin büyümesi için ideal bir ortam olarak kabul edilmektedir. Genellikle bakterilerin girişi ve vücutta ilerlemesi, solungaç dokusu ve dolaşım sistemi yoluyla olmaktadır. Balığa giren bakteriler kısa zamanda böbreğin her tarafına, karın çeperine, vücut boşluklarına, ete ve et üzerindeki derinin her tarafına yayılım göstermektedir. Bakteriler dokulara solungaçlardan, kan damarlarından, deriden ve karın duvarlarından geçiş yaparak dağılım gösterirler.

Çalışmamızda, 9 farklı familya grubuna ait olan *Yersinia ruckeri* bakterisiyle birlikte diğer bakterilerinde çoğunlukla bağırsak kısmında yerleşim göstermesinin sebebi, beton havuzda ve ağ kafeslerdeki sularda fekal kontaminasyondan kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Çalışmamızda, Pertek ilçesinde bulunan üç farklı işletmeden alınan numunelerde *Yersinia ruckeri* bağırsak kısımlarında tespit edilirken, karaciğer ve böbrek dokusunda *Yersinia ruckeri* enfeksiyonuna özgü bir bulgu saptanmadı. Yersiniozis etkeni önce balıkların bağırsaklarına yerleşerek diğer organlara kan damarlarından, deriden ve karın duvarlarından geçiş yaparak bulaşmaktadır. Araştırmamızda sadece bağırsakta görülmesi hastalığın yeni yayılma evresinde olduğunu düşündürmektedir. Ancak Tunceli ilinde *Yersinia ruckeri* varlığının düşük oranda tespit edilme durumu; su sıcaklığının düşük seyir etmesi, suyun devamlı akıyor olması, iklim koşullarının elverişsiz olması ve tesislerdeki beton havuzlarda ilaçlamaların düzenli yapılmış olmasından kaynaklı olabileceğini düşünülmektedir.

Öztürk ve Altınok'un yapmış oldukları çalışmada, *Yersinia ruckeri* etkeni Afrika'dan ülkemize gökkuşağı alabalığı yumurtaları ile nakil sırasında geldiği ve Türkiye'de en yaygın balık patojenlerinden birisi olduğunu bildirmişlerdir (Öztürk ve Altınok, 2014). Çalışmamızda, Tunceli ili ve ilçelerindeki numune temin edilen tesislerde kuluçkahane üretim yerleri olmadığından, Türkiye'den başka tesislerden yavru balık nakilleri gerçekleştirilmektedir. Balık nakillerinin taşınması sırasında bakteri kontaminasyonu olabilmektedir. Kuluçka üretim ünitelerinin taşınması sırasında hijyene özen gösterilmediği, bu çiftlikler arasında sürekli olarak yumurta, larva ve balık nakillerinin yapılması, hastalığın yayılmasını oldukça kolaylaştırabileceği gibi su, yiyecekler, tortular ve diğer su hayvanları yoluyla da balıklara bulaşabileceği düşünülmektedir. Bu konuda yeterli literatür bilgisi olmadığından mevcut literatürlere bakıldığında tespit edilen bakterilerin normal bir balık florasında bağırsak kısmında olması beklenen bir sonuç olduğu ancak çalışmamızda alabalıkların bağırsak dışında karaciğer ve böbrekte de tespit edilmesi organlar arasında bu bakterilerin translokasyona uğradığını ve bakteri kontaminasyonun oluşturulacağını düşünmekteyiz. Elde edilen veriler ile önceki çalışmalar benzerlik teşkil etmektedir.

3.2.5. Tunceli ilindeki ilçelerde alabalık yetiştiriciliği yapılan tesislerden ağ kafeslerde ve beton havuzlardan temin edilen su numunelerinde tespit edilen bakterilerin prevalansı

Dünya'daki literatür çalışmalarına bakıldığında; Rosa ve arkadaşları, İspanya'nın güney ve kuzey bölgelerinde olan 10 farklı istasyondan alınan su örneklerinde % 55 *Aeromonas caviae*, % 34 *Aeromonas hydrophila* ve % 6 *Aeromonas sobria* tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Rosa ve ark., 1991). Dissasa ve arkadaşlarının, Etiyopya'daki rift vadisinde bulunan üç gölden alınan su örneklerinde Hawassa Gölü'nde; *Aeromonas sobria*, *Citrobacter koseri*, *Salmonella paratifi*, *Shigella flexneri*, *Vibrio parahemolyticus*, Langano Gölü'nde; *Citrobacter freundii* ve Ziway Gölü'nde ise; *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. dizanteri* gibi bakteri türlerinin tespit edildiğini bildirmişlerdir (Dissasa ve ark., 2022). Salvat ve arkadaşları, yaptıkları bir çalışmada yüzey, yer altı, içme suyu, şişelenmiş, artık, deniz suyu ve sulama sularından *Aeromonas* izole edildiğini bildirmiştir (Salvat ve ark., 2019).

Marisol ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, nehir sularında 118 adet *Aeromonas* tespit ettiklerini rapor etmişlerdir (Marisol ve ark., 2000). Matyar ve arkadaşları yaptığı bir çalışmada, Akdeniz'den 158 adet *Enterococcus faecalis* bakterisi izole ettiklerini bildirmişlerdir (Matyar ve ark., 2014). Thakur ve arkadaşları, Yamuna Nehri'nden (Okhla Barajı, kirli bir alan), Delhi, Hindistan'dan alınan su örneklerinde *Lelliottia amnigena* izole edildiğini bildirmişlerdir (Thakur ve ark., 2022). Li ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, Çin'in güneyindeki Wenzhou'daki bir hayvan çiftliğinin atık suyundan *Lelliottia Amnigena* izole ettiklerini bildirmişlerdir (Li ve ark., 2022). Coquet ve arkadaşları, Fransız balık çiftliğinde su, alg ve tortu örneklerinden *Yersinia ruckeri* izolatu tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Coquet ve ark., 2002). Lewin ve arkadaşları, Norveç su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinden gelen suda *Flavobacterium psychrophilum* ve *Yersinia ruckeri* bakterisinin varlığını rapor etmişlerdir (Lewin ve ark., 2020).

Ülkemizde yapılan çalışmalarına bakıldığında; Terzi'nin yapmış olduğu çalışmada, Ankara'da yer alan 3 adet alabalık çiftliğinden alınan 21 adet su örneğinde *Escherichia coli* izole edildiği ve suların hijyenik kalitesinin düşük olduğu bildirilmiştir (Terzi, 2006). Çarbaş ve arkadaşlarının, Erzurum'da bulunan 6 farklı gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliği yapılan işletmelerden Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında yetiştiricilik suyundan, yem ve balıklardan alınan numunelerde *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli* izole edilirken, havuz suyu örneklerinde ise *Escherichia coli* bakterisi tespit etmişlerdir (Çarbaş ve ark., 2011). Özer ve arkadaşları, Mersin ilinde bulunan 58 adet gökkuşağı alabalığı kuluçkahanelerinde yaptıkları çalışmada işletmedeki sudan *Sphingomonas paucimobilis* bakterisini tespit ettiklerini rapor etmişlerdir (Özer ve ark., 2008). Diler ve arkadaşları, havuz sularındaki bakterilerinin değişik sebeplerle artması balıkların derisindeki bakteri miktarının artışı etkilemektedir. Bu yüzden havuzdaki bakteri sayısının artması direkt balık sağlığını etkileyen bir faktördür (Diler ve ark., 2000b). Çelikkale çalışmasında, Türkiye'de yapılan yetiştiricilikte genellikle beton havuzların tercih edildiğini ve beton havuzların dezenfeksiyon, bakım ve yemlemenin kontrollerinin daha kolay olduğunu belirtmiştir (Çelikkale, 1988).

Balta ve arkadaşları, Rize, Trabzon, Artvin, Gümüşhane, Giresun, Ordu illerindeki 49 işletmeden, Doğu Karadeniz'e komşu illerden Erzurum'da 4 işletme ve Erzincan'da 1 işletmeden ve komşu ülkelerden Gürcistan'da 2 işletme ve Ermenistan'dan 1 işletmeden olmak üzere toplam 57 adet gökkuşağı alabalık çiftliklerinden beton havuzlarda, baraj gölleri ve Doğu Karadeniz'deki yüzer ağ kafeslerde alınan su numunelerin analizlerinde *Yersinia ruckeri* izole ettiklerini bildirmişlerdir (Balta ve ark., 2016). Özer ve arkadaşları, Mersin ili Çağlarca köyünde bulunan 2 adet gökkuşağı alabalığı işletmesinden alınan su örneklerinden I. işletmede *Aeromonas hydrophila/caviae*, *Enterobacter amnigenus*, *Enterobacter cloacae*, *Hafnia alvei*, *Kluyvera cryocrescens*, *Proteus spp.*, *Proteus penneri*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas oryzae*, *Pantoea spp.*, *Comamonas testosteroni* ve *Moraxella lacunata*, II. İşletmeden ise *Aeromonas hydrophila/caviae*, *Pseudomonas Fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas putida*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Sphingomonas paucimobilis* ve *Yersinia ruckeri* izole edildiğini bildirmişlerdir (Özer ve ark., 2008).

Çalışmamızda, Tunceli ilinde Pertek, Çemişgezek, Mazgirt ve Ovacıkta ağ kafes ve beton havuzlarda *Stenotrophomonas maltophilia*, *Yersinia ruckeri*, *Escherichia coli*, *Aeromonas caviae*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria* gibi benzer bakterilerin bulunması diğer araştırmacıların çalışmalarıyla benzerlik teşkil etmektedir. Yine çalışmamızda, *Kluyvera cryocrescens*, *Enterobacter amnigenus*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas Fluorescens*, *Pseudomonas Oryzae*, *Sphingomonas paucimobilis*, *Comamonas testosteroni* ve *Moraxella lacunata* gibi bakteri türlerine rastlanılmamış olması yönüyle diğer çalışmalarla farklılık göstermektedir. Bunun sebebi, elverişli üreme ortamının olmamasından kaynaklanmaktadır. Benzer dönemlerde numune alınarak çalışmamızda bakteri insidansının düşük çıkması, küresel iklim değişikliği, Munzur suyunun temiz olması ve akarsuyun soğuk olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Şeker ve arkadaşları, Elazığ ve Malatya bölgesindeki gökkuşağı alabalığı çiftliklerinde yaptıkları bir çalışmada, su örneklerinde *Yersinia ruckeri* izolasyonu tespit edilmediğini bildirmişlerdir (Şeker ve ark., (2012). Çalışmamızda da Tunceli il ve ilçelerinden temin edilen su örneklerinde *Yersinia ruckeri* bakterisi tespit edilememiş olması bu çalışma ile benzerlik göstermekte ve bu şehirlerin Doğu Anadolu Bölgesi Fırat Havzasında olması su sıcaklığının *Yersinia ruckeri* bakterisinin üremesi için yeterli ısıda olmadığını, akarsuları karışmasıyla su sıcaklığı düşük seyir etmesinden kaynaklanabileceği bizi düşündürmektedir.

Çalışmamızda Ovacık ilçesinde nisan ayında alınan su örneklerinde en fazla 2 adet (% 2,8) *Escherichia coli*, en az olarak 1 adet (% 1,4) *Lelliottia amnigena* ve 1 adet (% 1,4) *Raoultella planticola* tespit edildi. Ancak *Yersinia ruckeri* bakterisine rastlanılmamıştır. *Raoultella Planticola*, en yaygın olarak su, toprak ve su ortamlarında bulunan, Enterobacteriaceae familyasına ait gram negatif, hareketsiz, aerobik bir bakteridir. *Raoultella*’nın üremesi için ideal sıcaklık 4 °C’dir. Gastrointestinal sistem ve üst solunum yolu enfeksiyonudur. *Raoultella* spp. fırsatçı bakterilerdir ve genellikle onkolojik ve bağışıklığı düşük hastalarda safra yolu enfeksiyonlarına, pnömoniye ve bakteriyemiye neden olmaktadır (Alampoondi ve ark., 2021).

Lelliottia amnigena, enterobacteriaceae familyasında, çubuk şeklinde, hareketli ve fakültatif anaerobik gram-negatif basillerdir. Çeşitli çevresel kaynaklardan (örneğin, toprak, nehir/göl), yiyeceklerden (örneğin, süt, mantarlar, geleneksel çiğ peynirler) ve insandan (örn. solunum yolu, yara, kan ve dışkı numuneleri) izole edilmektedir (Li ve ark., 2022). *Escherichia coli* bakterisi insanlar da ve sıcakkanlı hayvanların alt bağırsaklarında yaşar ve genellikle dışkı veya atık su yoluyla çevreye atılır. Çok fazla çeşidi bulunan bu türün bazıları insanlar için zarar vermezken bazıları ölümcül hastalıklara sebep olabilmektedir. Çevresel sularda *Escherichia coli*’nin varlığı son zamanlarda yapılan araştırmalarda uzun süredir dışkı kirliliğinin bir göstergesi olduğunu ortaya koymuştur. Ovacık ilçesinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerde tespit edilen *raoultella planticola*, *lelliottia amnigena* ve *escherichia coli*’nin sularda oluşu, insan ve hayvan dışkılarının suyla birleştiğini göstermektedir. Ovacık ilçesindeki bir tesiste tespit edilen bu bakterilerin oluşumuna çevresel koşullar etkilemektedir. Tunceli de ovacık ilçesindeki Munzur gözelerden başlayıp vadi boyunca akan Munzur Çayı ile şehir merkezinde Pülümür Çayı ile birleşerek kenarlarında kurulan işletmelerin kanalizasyon ve atık suları Munzur çayına karışmaktadır. Yapılaşmayla beraber evsel atıklar Munzur Çayına karışarak suyu kirlletmektedir. Köylerdeki biriken kanalizasyon atıkları Munzur Çayına akmaktadır. Munzur Çayının bu şekilde kirltilmesi, su ürünlerini de etkilemektedir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tunceli ilindeki Mazgirt, Çemişgezek, Ovacık ve Pertek ilçelerindeki ağ kafeslerde ve beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği yapılan 16 farklı tesislerden, rasgele seçilen balık numuneleri, değişik zamanlarda alınarak yapılan çalışmada *Yersinia ruckeri* varlığı tespit edildi. Çalışmamızda, gökkuşağı alabalıklarında *Yersinia ruckeri* 'nde dahil olduğu 45 farklı bakterinin varlığını ortaya koymaktadır. *Yersinia ruckeri*, insanda ve balıklarda patojen olup, enterik kızıl ağız hastalığına neden olmaktadır. Gökkuşağı alabalığı çiftliklerinde tespit edilen bakteri prevalansı, ciddi tehdit oluşturmakta ve bölgede ekonomik anlamda büyük zararlar meydana getirdiği görülmektedir. İşletmelerde oluşabilecek bakteriyel enfeksiyonlara karşı balık yetiştirilen işletmelerde enfeksiyonları önlemek için tüm genel koruma önlemleri alınmalıdır. Ağ kafeslerde üretim yapan işletmelerin kirlenen balık ağının gözenekleri kapanacağı için ağın temizliğine önem vermeleri gerekmektedir. Suyun kalitesi, balığın stres altında olup olmaması, stok yoğunluğuna, yemin kaliteli olması ve beslenmenin yeterli oranda yapılmasına dikkat edilmelidir. Beton havuzların klorlanma işlemleri zamanında ve özenli bir şekilde yapılmasına dikkat edilmelidir. Tesislerde çalışan personellerin, balıklarla veya balık ürünleriyle (yem, ilaç, vitamin) temaslarında ellerini dezenfekte etmeleri, uygun kıyafetler giymeleri, bone ve eldiven kullanmaları konusunda titiz olmaları gerekmektedir. Olumsuz tüm koşullar düzeltilerek mümkünse minimal düzeyde tutulmalıdır. İşletmelerin kendi aralarında yaptıkları balık nakilleri sırasında balıkların steril koşullarda taşınmasına özen göstermelidirler. Balık nakilleri yapılmadan öncesinde portör muayenesi yaptırmaları gerekmektedir. Balıklarda görülen sporadik ölümler dikkate alınarak en yakın balık hastalıkları laboratuvarına gönderilip muayenesi yapıldıktan sonra ekimler yapılarak hastalığın etkeni tespit edilmesi gerektiği tesis sahiplerine önerilmektedir.

Protein deposu alabalıklar, içerdikleri birçok vitamin ve mineral açısından ideal bir besindir. Alabalığın tüketilme dönemi yaz mevsiminin başlangıcında olmakta fakat su sıcaklığının 15-18 °C'ye yükselmesiyle doğru orantılı olarak balıklarda *Yersinia ruckeri* etkeninin görülmesi de artmaktadır. Bu sebeple balıkların pişirilme iç ısı 63 °C olması gerekmekte, tüketilen balıkların tavada ve ızgarada yapılarak, rengi değişip arkalı önlü kızartılarak tüketilmesi ve fırında pişirilecekse 180 °C'de 30-35 dakika pişirildikten sonra tüketilmesi önerilmektedir.

Çiğ olarak tüketilmek istenirse mutlaka dondurulmuş ürün seçilmesi tüketicilere önerilmektedir. Çiğ tüketilen balıklarda *Yersinia ruckeri* bakterisi olabileceğinden insan vücuduna bulaşmakta ve farklı hastalıklara neden olmaktadır. Uygun koşullarda tüketilmeyen balıklar sayesinde insan vücuduna bakteri ve parazit girmesiyle hastalıklara yol açmaktadır. Tüketicilerin alabalığı düzenli periyotlarda tüketmeleri taktirde; vücuttaki hasarlı dokuları onaracağı, büyüme ve gelişmede etkili olması, vücudun protein ihtiyacını önemli derecede karşılaması ve romatizmal hastalıklara iyi geleceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda elde edilen verileri ulusal indeksli (SCI) dergilerde yayınlanma ve ulusal/uluslararası sempozyum ve kongrelerde sunulma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. Türkiye’de Doğu Anadolu Bölgesi Tunceli ilindeki gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan tesislerden temin edilen gökkuşağı alabalıklarında MALDI-TOF MS yöntemiyle ilk kez *Yersinia rucker*’in varlığının tespit edilmesi ve yapılan çalışmanın bu yönüyle ilk olması bilimsel anlamlı katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Projenin gerçekleştirilmesiyle elde edilen veriler dahilinde benzer konuda ileri düzeyde doktora tezi çalışmaları belirlenerek ulusal/uluslararası yeni projelere katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, MALDI-TOF MS yöntemi bakteri tanımlanmasında ve en önemlisi *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakterileri türlerinin tanımlanmasında hızlı sonuç veren, güvenilir ve maliyeti ucuz bir yöntemdir. Çalışmamızda *Moraxellaceae*, *Enterococcaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae*, *Aeromonadaceae*, *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae*, *Comamonadaceae*, *Pseudomonadaceae* familyalar içerisinde *Aeromonas* familyası hariç tür düzeyinde identifikasyonunda % 90-100 oranında yüksek sonuçlar vermektedir. *Aeromonas* familyasına ait bakteri türlerinin tanımlanmasında MALDI-TOF MS metodu % 51 gibi düşük sonuç verdiği için bu familya grubuna ait şüpheli izolatların hangi bakteri türüne ait olduğunu tespit edebilmek için bu yöntemle birlikte 16S rDNA dizi analizi de yapılması önerilmektedir. Araştırma konusu ile ilgili çok sınırlı sayıda literatür kaynağı bulunmaktadır. Çalışmamızın bütçesi sınırlı olduğu için daha detaylı bilgilerin elde edilmesi açısından Doğu Anadolu Bölgesi Fırat Havzasında daha geniş kapsamlı bir çalışma yapılması önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Acuña, L.G., Barros, M.J., Montt, F., Peñaloza, D., Núñez, P., Valdés, I., Gil, F., Fuentes, J.A., Calderón, I.L., 2021.** Participation of two sRNA RyhB homologs from the fish pathogen *Yersinia ruckeri* in bacterial physiology, *Microbiological Research*, 242:0944-5013.
- Adekambi, T., Shinnick, T.M., Raoult, D., Drancourt, M., 2008.** Complete rpoB gene sequencing as a suitable supplement to DNA–DNA hybridization for bacterial species and genus delineation. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 58(8):1807-1814.
- Akaylı, T., Çanak, Ö., Ürkü, Ç., 2015.** Kültür Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’ndan izole edilen Gram-negatif patojenlerin lipopolisakkarit profilleri, *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 1(2):80-89.
- Akaylı, T., Erkan, M., Yardımcı, R.E., Çanak, Ö., Ürkü, Ç., 2015b.** Interaction of gut flora and bacterial pathogens of cultured common dentex (*Dentex dentex*). *The Israeli Journal of Aquaculture*, 67:1-6.
- Akşit, D., Kum, C., 2008,** Gökkuşığı Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792)’nda Sık Görülen Patojen Mikroorganizmaların Tespiti ve Antibiyotik Duyarlılık Düzeylerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 19(1):1-7.
- Akyüz, A.P., Dernekbaşı, S., Karayücel, İ., 2018.** Yüksek Sıcaklıkla Oksidatif Strese Maruz Bırakılan Gökkuşığı Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), Karayemiş Yaprağı (*Laurocerasus officinalis* Roem.) Ekstraktının Büyüme, Yaşama Oranı ve Bazı Antioksidan Enzimler Üzerine Etkisi. *Su Ürünleri Dergisi*, 35(2):131-139.
- Alampoondi Venkataramanan, S.V., George, L., Sahu, K.K., Abraham, G.M., 2021.** A 5-Year Retrospective Analysis of *Raoultella planticola* Bacteriuria. *Infect Drug Resist*, 14:1989-2001.
- Alpbaz, A., 2005.** Su ürünleri yetiştiriciliği. Alp Yayınları, İzmir, 548s.
- Altınok, İ., Grizzle, J., Liu, Z., 2001.** Detection of *Yersinia ruckeri* in rainbow trout blood by use of the polymerase chain reaction. *Dis. Aquat Organ*. 44:29-34.
- Altun, S., Kubilay, A., Diler, Ö., 2010.** *Yersinia ruckeri* suşlarının fenotipik ve serolojik özelliklerinin incelenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16:223-229.
- Altun, S., Onuk, E.E., Ciftci, A., Duman, M., Büyükekiz, A.G., 2013.** Determination of phenotypic, serotypic and genetic diversity and antibiotyping of *Yersinia ruckeri* isolated from rainbow trout. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(2):225-232.

- Amin, M., Adams, M.B., Burke, C.M., Bolch, C.J.S., 2023.** Screening and activity of potential gastrointestinal probiotic lactic acid bacteria against *Yersinia ruckeri* O1b. *Journal of Fish Diseases*, 46(4):369-379.
- Anonim, 2020a.** Alabalık Yetiştiriciliği. Ankara. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/169249/mod_resource/content/0/Alabal%C4%B1k%20Yetis%CC%A7tiricilig%CC%86i%20II.pdf.
- Arias, C., Olivares-Fuster, O., Hayden, K., Ayakkabıcı, C., Grizzle, J., Klesius, P., 2007.** *Yersinia ruckeri* Biotype 2'nin ABD'deki ilk raporu. *J. Aquat Animasyon Sağlık*, 19:35-40.
- Arslan, G., 2017.** Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavru yemlerine farklı oranlarda ilave edilen üzüm çekirdeği yağının (*Vitis vinifera*) büyüme, yaşama gücü, yağ asidi profili, antioksidan enzim düzeyleri ve kan parametreleri üzerine etkisi. *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 73s.
- Atar, H.H., Alçiçek, Z., 2009.** Su ürünleri tüketimi ve sağlık. *TAF Prev Med Bull* 8(2):173-176.
- Austin, B., Austin, D.A., 1993.** Bacterial fish pathogens: Disease in farmed and wild fish, 2.ed. Ellis Horwood, Kingland, 208-227s.
- Austin, B., Austin, D.A., 2012.** Bacterial fish pathogens: Diseases of farmed and wild fish, 5th edn. Springer/ Praxis Publishing, Chichester, 44-46s.
- Austin, B., Austin, D.A., 2016,** Bacterial fish pathogens, diseases of farmed and wild fish, 6th edition, Springer Publishing, Dordrecht, 732s.
- Avcı, H., Birincioğlu, S.S., 2005.** Pathological findings in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* walbaum, 1972) experimentally infected with *Yersinia ruckeri*. *Turk. J. Vet. Anim. Sci*, 29:1321-1328.
- Aydın, H., Baltacı, M.A., 2017.** The place of Istanbul University Sapanca inland waters research and application unit in the spread of trout production in Turkey. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*. 32(3):129-134.
- Balıbay, Ö., Tel, O., 2021.** Sığırlardan *Trichophyton verrucosum*ün kültür ve MALDI-TOF MS yöntemleri ile identifikasyonu. *Dicle Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 14:43-47.
- Balta, F., Balta, Z.D., Özgümüş, O.B., Çağırğan, H., 2016.** Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliklerinde *Yersinia ruckeri*'nin portörlük yönünden tetkiki ve antimikrobiyal direncin tespiti. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 1(3):72-76.
- Barnini, S., Ghelardi, E., Brucculeri, V., Morici, P., Lupetti, A., 2015.** Rapid and reliable identification of Gram-negative bacteria and Gram-positive cocci by deposition of bacteria harvested from blood cultures onto the MALDI-TOF plate. *BMC Microbiol* 15:124.

- Bastardo, A., Bohle, H., Ravelo, C., Toranzo, A.E., Romalde, J.L.,** 2011. Serological and molecular heterogeneity among *Yersinia ruckeri* strains isolated from farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in Chile. *Dis Aquat Organ*, 93:207-214.
- Berg K.A., Lyra, C., Niemi, R.M., Heens, B., Hoppu, K., Erkomaa K., Sivonen, K., Rapala J.,** 2011. Virulence genes of *Aeromonas* isolates, bacterial endotoxins and cyanobacterial toxins from recreational water samples associated with human health symptoms. *J Water Health*, 9(4):670-679.
- Bizzini, A., Durussel, C., Bille, J., et al.,** 2010. Performance of matrixassisted laser desorption ionisation-time of flight mass spectrometry for identification of bacterial strains routinely isolated in a clinical microbiology laboratory. *J Clin Microbiol*, 48(5):1549-54.
- Boran, Ş.,** 2017. Su ürünleri yetiştiriciliği ve ekonomiye katkısı. Arge-Bülten 2017 Kasım-Aralık Sektörel. 24-30.
- BSGM,** 2021. Su ürünleri istatistikleri kitabı. Tarım ve Orman Bakanlığı balıkçılık ve su ürünleri genel müdürlüğü.
- BSGM,** 2022. Su ürünleri yetiştiricilik tesislerin durumu. <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%0Yeti%C5%9Ftiricil%C4%9Fi/Su-Urunleri-Tesisleri-2019.pdf>.
- Busch, R.A., Lingg, A.J.,** 1975. Establishment of an asymptomatic carrier state infection of enteric redmouth disease in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J Fish Res Board Can* 32(12):2429-2432.
- ByGeorge M. Pigott,** 2019. Seafood: Effects of Technology on Nutrition (Food Science and Technology). 1st Edition, 384s.
- Cao Shiqi, G., Yu, Z., Zheng, L., Lei, X., Chen, D.,** 2018. Isolation and identification of *Yersinia ruckeri* from sturgeon and pathological lesions of its infection. *Journal of the South China Agricultural University*, 39(4):13-19.
- Carbajal-Gonzalez, M.T., Fregeneda-Grandes, J.M., Suarez-Ramos, S., Cadenas, F.R., Aller-Gancedo, J.M.,** 2011. Bacterial skin flora variation and in-vitro inhibitory activity against *Saprolegnia parasitica* in brown and rainbow trout. *Diseases of Aquatic Organisms*, 96(2):125-135.
- Chatellier, S., vd.,** 2014. Comparison of two approaches for the classification of 16S rRNA gene sequences. *J Med Microbiol*, 63(10):1311-1315.
- Chen, Y. C., Davis, M. A., Lapatra, S. E., Cain, K. D., Snekvik, K. R., & Call, D. R.,** 2008. Genetic diversity of *Flavobacterium psychrophilum* recovered from commercially raised rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), and spawning coho salmon, *O. kisutch* (Walbaum). *Journal of fish diseases*, 31(10):765-773.
- CIWF,** 2022. Improving the welfare of farmed rainbow trout.

- Cipriano, R.C., & Holt, R.A., 2005.** *Flavobacterium psychrophilum*, cause of bacterial cold-water disease and rainbow trout fry syndrome, United States Department of the interior, U.S. geological service, National fish health research laboratory, *Fish disease leaflet*, No. 86.
- Coquet, L., Cosette, P., Quillet, L., Petit, F., Junter, G.A., Jouenne, T., 2002.** Occurrence and phenotypic characterization of *Yersinia ruckeri* strains with biofilm forming capacity in a rainbow trout farm. *Applied and environmental microbiology*, 68(2):470-475.
- Çağırğan, H., Yüreklitürk, O., 1991.** First isolation of *Yersinia ruckeri* from rainbow trout in Turkey. Fifth International Conference, *Disease of Fish and Shellfish Book of Abstracts*, 131s.
- Çaklı, Ş., 2007b.** Su ürünleri işleme teknolojisi 1. İzmir-Türkiye: Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- Çarbaş, A., Yanık, T., Kaya, M., 2011.** Erzurum ilindeki bazı ticari gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliklerinin yetiştiricilik suyu, yem ve balıklarının mikrobiyolojik yönden incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(1):55-60.
- Çarlı, K.T., 2008.** Hayvan infeksiyonlarında LightCycler PCR kullanımı. *Uludağ Üni. Vet. Med.*, 27(1-2):1-10.
- Çelikkale, M.S., 1988.** İç su Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt I, KTÜ. Sürmene D.B.Tek. Yüksekokulu, Trabzon, 53s.
- Çevik, M., 2019.** Bazı fitokimyasalların *Yersinia ruckeri* üzerine etkileri ve antimikrobiyal direnç durumlarının araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 61s.
- De Keukeleire, S., De Bel, A., Jansen, Y., Wauters G., Pierard, D., 2014.** *Yersinia ruckeri*, an unusual microorganism isolated from a human wound infection. *New Microbes and New Infections*. 2(4):134-135.
- Del Cerro, A., Marquez, I., Prieto, J.M., 2010.** Genetic diversity and antimicrobial resistance of *Flavobacterium psychrophilum* isolated from cultured rainbow trout, *Onchorynchus mykiss* (Walbaum), in Spain. *J Fish Dis*, 33(4):285-291.
- Delgado, C.I., Wada, N., Rosegrant, M.W., Meijer, S., Ahmed, M., 2003.** Fish to 2020: Supply and demand in changing global markets. International food policy research institute (IFPRI). Washington and World Fish Center, Penang, Malaysia, 226s.
- Demir, N., 2006.** İhtiyoloji, Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No: 924, Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi. Ankara, Türkiye, 31(3):423.
- Demir, O., 2008.** Türkiye su ürünleri yetiştiriciliği ve yem sektörüne genel bakış. *Journal of Fisheries Sciences* 2(5):704-710.

- Diler, O., Ekici, S.,** 2003. The effect of variations in salinity and pH on the in vitro growth rate of *Yersinia ruckeri* strains. *S.D.Ü. Egirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 9:63-70.
- Diler, Ö., Demirkan, T., Altun, S., Tural, F.,** 1998. Fethiye bölgesindeki bazı alabalık işletmelerinde yersiniozisin mevsimsel dağılımı üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, III. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum.
- Diler, Ö., Altun, S., Çalıkuşu, F., Diler, A.,** 2000b. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın yaşadığı ortam ile ilişkili kalitatif ve kantitatif bakteriyel florası üzerine bir araştırma, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24:251-259.
- Dinçtürk, E.,** 2019. Alabalıklarda bakteriyel balık patojenlerinin teşhisinde yeni izolasyon ve identifikasyon yöntemlerinin uygulanması. *Doktora Tezi*, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, İzmir, 63-65s.
- Dissasa, G., Lemma, B., Mamo, H.,** 2022. Isolation and identification of major bacteria from three Ethiopian rift valley lakes live and processed fish, and water samples: implications in sanitary system of fish products. *BMC veterinary research*, 18(1):439.
- Duman, M., Satıcıoğlu, I.B., Buyukekiz, A.G., Balta, F., Altun, S.,** 2017. Molecular Characterization and Antimicrobial Resistance Profile of Atypical *Citrobacter gillenii* and *Citrobacter* sp. isolated from diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 10:136-142.
- Eigner, U., Holfelder, M., Oberdorfer, K., Betz-Wild, U., Bertsch, D., Fahr, A.M.,** 2009. Performance of a matrix- assisted laser desorption ionization time- of-flight mass spectrometry system for the identification of bacterial isolates in the clinical routine laboratory. *Clinical Laboratory* 55:289-96.
- Ekingen, G.,** 2001. Balık anatomisi, Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Mersin, 254s.
- Emre, Y., Kürüm, V.,** 2007. Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği, 2. Baskı. Posta Basım, İstanbul, 23s.
- Erol, K.G.,** 2011. Isparta İli Aksu İlçesi'nde Bulunan Bazı Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) İşletmelerinde Bakteriyel Hastalıkların Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 58s.
- Fadaeifard, F., Sharifzadeh, A., Raissy, M., Mazrooi, H., Safari, S., Moumeni, M.,** 2014. Molecular identification of *Yersinia ruckeri* isolates by polymerase chain reaction test in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Euro. J. Exp. Bio*, 4(1):1-4.
- FAO,** 2021. FAO Yıllığı. Balıkçılık ve su ürünleri istatistikleri 2019/FAO yıllık. Balık ve su ürünleri istatistikleri 2019/FAO yılı. Estadísticas de pesca y acuicultura.
- FAO,** 2022. Fish stat plus-universal software for fishery statistical time series.

- Ferreira, C., Pereira, A.M., Melo, L.F., Simões, M.,** 2017. Advances in industrial biyofilm control with micro- nanotechnology. *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*, 1(2):845-854.
- Filik, N., Kubilay, A.,** 2019. *Yersinia ruckeri* suşlarında çevreyi algılama sistemi ve yönetimindeki virülens faktörlerinin araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15(3):391-403.
- Fowoyo, P.T., Achimugu, F.,** 2019. Virulence of *Aeromonas hydrophila* isolated from fresh water catfish. *Journal of Biosciences and Medicines*, 7:1-12.
- Froese, R., Pauly, D.,** 2019, Fish Base *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=127185>.
- Fuentes, D.E., Acuña, L.G., Calderón, I.L.,** 2022. Stress response and virulence factors in bacterial pathogens relevant for Chilean aquaculture: current status and outlook of our knowledge. *Biological research*, 55(1):21.
- Jansson, G., Caporaso, J., Fuhrman, J., Apprill, J., Knight, A.R.,** 2015. Improved bacterial 16S rRNA Gene (V4 and V4-5) and fungal internal transcribed spacer marker gene primers for microbial community surveys. *mSystems*. 1:1.
- Ghosh, B., Crosbie, P., Nowak, B., Bridle, A.,** 2018. A highly sensitive, non-invasive qPCR-based strategy for direct quantification of *Yersinia ruckeri* in fish faeces. *Journal of fish diseases*, 41(9):1421-1428.
- Ghosh, B., Nguyen, T.D., Crosbie, P.B., Nowak, B.F., Bridle, A.R.,** 2016. Oral vaccination of first-feeding Atlantic salmon, *Salmo salar* L., confers greater protection against yersiniosis than immersion vaccination. *Vaccine*, 34(5):599-608.
- Gibello, A., Porrero, M.C., Blanco, M.M., Vela, A.I., Liebana, P., Moreno, M.A., Fernandez-Garayzabal, J.F., Domínguez, L.K.,** 2004. Analysis of the *gyrA* gene of clinically desensitized *Yersinia ruckeri* isolates. *Application Environment Microbiology*, 70:599-602.
- Glenn, R., Taylor, P., Hanson, K.,** 2011. The use of a real-time PCR primer/probe set to observe infectivity of *Yersinia ruckeri* in Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum), and steelhead trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of fish diseases*, 34(10):783-791.
- Gnat, S., Lagowski, D., Nowakiewicz, A., Dyląg, M., Osńska, M., Sawicki, M.,** 2021. Detection and identification of dermatophytes based on currently available methods a comparative study. Detection and identification of dermatophytes. *Journal of Applied Microbiology*, 130:278-291.
- Gök, M.R.,** 2015. Kahramanmaraş ilindeki Gökkuşuğu alabalığı işletmelerinde *Yersinia ruckeri*'nin konveksiyonel kültür ve moleküler yöntemlerle teşhisi ve antibiyotik duyarlılıklarının saptanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 78s.

- Guguianu, E., Vulpe, V., Lazăr, M., Rimbu, C., 2009.** Yersiniosis outbreak in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at a fish farm from northern Romania. *Cercetari Agronomice în Moldova*, 42:75-80.
- Güllä, S., Muhammed, S., Colquhoun, D., 2019.** Multi-locus variable-number tandem-repeat analysis of the fish pathogenic bacteria *Yersinia ruckeri* by multiplex PCR and capillary electrophoresis. *J. Vis. Tecrübe*. 148:1-6.
- Günay, D., Emiroğlu, D., Tolon, T., 2018.** Orta doğu ve Türkiye’de iç su ürünleri avcılığı ve yetiştiriciliğinin bugünkü durumu ve geleceğe dair tahminler. *Limnofish-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 4(2):122-129.
- Haider A., Ringer M., Kotrocó Z., Mohácsi-Farkas C., Kocsis T., 2023.** The current level of MALDI-TOF MS applications in the detection of microorganisms: A short review of benefits and limitations. *Microbiol. Res.* 14(1):80-90.
- Halide, H., Stigebrandt, A., Rehbein, M., McKinnon, A.D., 2009.** Developing a decision support system for sustainable cage aquaculture. *Environmental Modelling & Software*, 24(9):694-702.
- Hjeltnes, B., Bornø, G., Jansen, M., Haukaas, A., Walde, C., 2016.** The health situation in Norwegian aquaculture; Norwegian Veterinary Institute: 2017 Oslo, Norway.
- Huang, Y., Michael, B.G., Becker, R., Kaspar, H., Mankertz, J., Schwarz, S., Runge, M., Steinhagen, D., 2014.** Pheno and genotypic analysis of antimicrobial resistance properties of *Yersinia ruckeri* from fish. *Veterinary microbiology*, 171(3-4):406-412.
- Kacaniova, M., Terentjeva, M., Godočiková, L., Puchalski, C., Kunová, S., Kluz, M., Haščík, P., 2017.** Identification of lactic acid bacteria in milk and milk products with MALDI-TOF mass spectrometry. *Scientific Papers: Animal Science & Biotechnologies*, 50(1):115-120.
- Kanak, E.K., Yılmaz, S.Ö., 2018.** Sakarya’da geleneksel olarak üretilen bazı yöresel peynirlerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin MALDI-TOF MS Yöntemi ile tanımlanması ve antibiyotik dirençlerinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(3):1055-1062.
- Karaduman, A., Ozaslan, M.O., Kilic, I.H., Bayil-Oguzkan, S., Kurt, B. S., & Erdogan, N., 2017.** Identification by using MALDI-TOF mass spectrometry of lactic acid bacteria isolated from non-commercial yogurts in southern Anatolia, Turkey. *International Microbiology*, 20(1):25-30.
- Karahan, C., 2006.** Moleküler mikrobiyoloji tanı prensipleri ve uygulamaları. *Palme*, Washington, 153-159s.
- Karger, B.L., Guttman, A., 2009.** DNA Sequencing by Capillary Electrophoresis. *Electrophoresis*. 30:196-202.

- Kassim, A., Pflüger, V., Premji, Z., Daubenberger, C., Revathi, G., 2017.** Comparison of biomarker based Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) and conventional methods in the identification of clinically relevant bacteria and yeast. *BMC Microbiol*, 17(1):128.
- Kayış, Ş., Çapkın, E., Balta, F., Altınok, İ., 2009,** Bacteria in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Southern Black Sea region of Turkey. *The Israeli Journal of Aquaculture*, 61(4):339-344.
- Keeling, S., Johnston, C., Wallis, R., Brosnahan, C., Gudkovs, N., Mcdonald, W., 2012.** *Yersinia ruckeri*'nin tespiti için gerçek zamanlı PCR'nin geliştirilmesi ve doğrulanması. *J. Balık Dis.* 35:119-125.
- Kılıç, A., Şeker, E., Özcan, M., İspir, Ü., 2007.** Elazığ'daki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) işletmelerinin bakteriyel yönden incelenmesi. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, 19:129-132.
- Kırkan, Ş., Göksoy, E.Ö., Kaya, O., 2000.** Aydın bölgesinde Gökkuşağı alabalıklarından *Yersinia ruckeri* izolasyonu. *Pendik Vet. Mikrobiyal Derg.*, 2:23-30.
- Körkoca, H., 2001.** Tavuk, martı ve gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) dışkılarından izole edilen Hareketli Aeromonas türleri ve SDS-Page yöntemi ile protein profillerinin tespiti. *Yüksek Lisans Tezi*, Y.Y.Ü., Van, 76s.
- Köstereli, S., 2019.** *Yersinia Ruckeri* izolatlarının genotiplendirilmesinde PCR Tabanlı DNA fingerprinting tekniklerinin karşılaştırmalı analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 88s.
- Kumar, G., Menanteau-Ledouble, S., Saleh, M., El-Matbouli, M., 2015.** *Yersinia ruckeri*, the causative agent of enteric redmouth disease in fish. *Veterinary Research*, 46:103.
- Kupfer, M., Kuhnert, P., Korczak, B.M., Peduzzi, R., Demarta, A., 2006.** Genetic relationships of *Aeromonas* strains inferred from 16S rRNA, gyrB and rpoB gene sequences. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 56:2743-2751.
- LaFrentz, B.R., Goodwin, A.E., Shoemaker, C.A., 2012.** Columnaris Disease Editör: AFS-FHS (American Fisheries Society-Fish Health Section), FHS blue book: suggested procedures for the detection and identification of certain finfish and shellfish pathogens. 2016 yılı baskısı, Bethesda, Maryland, 1-20s.
- Lewin, A.S., Haugen, T., Netzer, R., Tøndervik, A., Dahle, S.W., & Hageskal, G., 2020.** Multiplex droplet digital PCR assay for detection of *Flavobacterium psychrophilum* and *Yersinia ruckeri* in Norwegian aquaculture, *Journal of Microbiological Methods*, 177:106044.

- Li, A., Yan, C., Zhang, L., Liu, S., Feng, C., Zhang, L., Dong, F., Sheng, X., Wang, L., Zhang, Y., Lu, J., Xu, J., Zheng, L., Bao, Q., Cheng, C., Huang, D., 2022.** Characterization and identification of a novel chromosomal class C β -lactamase, -LAQ-1, in *Lelliottia amnigena* P13 and comparative genomic analysis of a multidrug resistant plasmid. *Front. Microbiology*, 13:990736.
- Li, Y., Shan, M., Zhu, Z., Mao, X., Yan, M., Chen, Y., Gu, B., 2019.** Application of MALDI-TOF MS to rapid identification of anaerobic bacteria. *BMC Infect Dis*, 19(1):941.
- Lund, E.K., 2013.** Health benefits of seafood; Is it just the fatty acids? *Food Chemistry*, 140:413-420.
- Mahajan, B., Sohuche, Y., Hayes, J., Marotta, F., Yadav, H. Singh, V., 2017.** MALDI-TOF MS spectrophotometric and 16S rRNA gene sequencing identification of Probiotic lactic acid bacteria isolated from dairy food products. *International Journal of Probiotics and Prebiotics*, 12(4):199-210.
- Marisol, G.U., Capdepuy, M., Arpin, C., Raymond, N., Caumette, P., Quentin, C., 2000.** Impact of an urban effluent on antibiotic resistance of riverine *Enterobacteriaceae* and *Aeromonas* spp. *Appl Environ Microbiol January*, 66(1):125-132.
- Martínez-Murcia, A.J., Figueras, M.J., Saavedra, M.J., Stackebrandt, E., 2007.** The recently proposed species *Aeromonas sharmiana* sp. nov., isolate GPTSA-6T, is not a member of the genus *Aeromonas*. *Int Microbiol*, 10:61-64.
- Matyar, F., Gülnaz, O., Guzeldag, G., Mercimek, H.A., Akturk, S., Arkut, A., Sumengen, M., 2014.** Antibiotic and heavy metal resistance in Gram-negative bacteria isolated from the Seyhan Dam Lake and Seyhan River in Turkey. *Annals of Microbiology*, 64(3):1033-1040.
- Maxam, A., Gilbert, W., 1977.** A new method of sequencing DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 74:560-4.
- Mefut, A., Emre, Y., Diler, Ö., Altun, S., İnce, İ., 2007.** Akdeniz bölgesindeki bazı Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinde bakteriyel balık patojenlerinin tespiti ve kontrolü. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 5(8):9-18.
- Miller, E., Cantrell, C., Beard, M., Derylak, A., Babady, N.E., McMillen, T. et al., 2018.** Performance of Vitek MS V3.0 for identification of *Mycobacterium* species from patient samples by use of automated liquid medium systems. *J Clin Microbiol* 56(8):e00219-18.
- Minana-Galbis, D., Farfan, M., Loren, J.G., Fuste, M.C., 2010.** Proposal to assign *Aeromonas diversa* sp. nov. as a novel species designation for *Aeromonas* group 501. *Syst Appl Microbiol*. 33(1):15-19.

- Morandi A, Zhaxybayeva O, Gogarten JP, Graf J., 2005.** Evolutionary and diagnostic implications of intragenomic heterogeneity in the 16S rRNA gene in *Aeromonas* strains. *J. Bacteriol.* 187:6561-6564.
- Muhammed Saeed, G., 2017.** İran'ın Kohgiluyeh-VA-boyerahmad eyaletinde yetiştirilen Gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) nedensel ajan (yersiniosis) tespiti. *Oşinografi ve Balıkçılık Açık Erişim Dergisi*, 4(2):555-633.
- Navais, R., Mendez, J., Cascales, D., Reimundo, P., Guijarro, J., 2014.** The heat sensitive factor (HSF) of *Yersinia ruckeri* is produced by an alkyl sulphatase involved in sodium dodecyl sulphate (SDS) degradation but not in virulence. *BMC Microbiol.* 14:221.
- Nhung, PH, Hata, H, Ohkusu, K, Noda, M, Shah, MM, Goto, K, Ezaki, T., 2007.** Use of the novel phylogenetic marker dnaJ and DNA-DNA hybridization to clarify interrelationships within the genus *Aeromonas*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 57(6):1232-1237.
- Ohtani, M., Villumsen, K.R., Strøm, H.K., Lauritsen, A.H., Aalbæk, B., Dalsgaard, I., Nowak, B., Raida, M.K., Bojesen, A.M., 2019.** Effects of fish size and route of infection on virulence of a Danish *Yersinia ruckeri* O1 biotype 2 strain in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 503:519-526.
- Okka, S., 2009.** Denizli Yöresindeki Alabalık İşletmelerinde *Yersinia Ruckeri* Varlığının Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, MB-YL-2009-005.
- Ökmen, D., 2019.** Baraj Gölü Kültür Gökkuşağı Alabalıklarındaki (*O. Mykiss*, W.) Patojen Bakterilere Probiyotiklerin Antagonistik Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 47s.
- Özdemir, F., Arslan, S., 2015.** Genotypic and phenotypic virulence characteristics and antimicrobial resistance of *Yersinia* spp. isolated from meat and milk products. *Journal of food science*, 80(6): 1306–1313.
- Özden, O., Fırat, K., Büke, E., Saka, Ş., 2005.** Fangri Balığı (*Pagrus pagrus*) Yetiştiriciliği. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müd., 239s. Öziş Matbaa-Ankara.
- Özer, S., Bulduklu, P.S., Dönmez, E., 2008.** Mersin ilinde yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) Streptokokkozis varlığı. *Journal of fisheries*, 2(3):272-283.
- Öztürk, Ç.R., Altınok, İ., 2014.** Bacterial and viral fish diseases in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14: 275-297.
- Parrino, V., Kesbiç, O.S., Acar, Ü., Fazio, F., 2020.** Hot pepper (*Capsicum* sp.) oil and its effects on growth performance and blood parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Natural Product Research*, 34(22):3226-3230.

- Pazdernik, N.J., Clark, D.P.,** 2013. Polymerase chain reaction. *Molecular Biology*. 168-198.
- Pereira, F., Ravelo, C., Toranzo, A.E., Romalde, J.L.,** 2004. *Lactococcus garvieae*, an emerging pathogen for the portuguese trout culture. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 24:274-279.
- Podemski, C., Blanchfield. P.,** 2006. A scientific review of the potential environmental effects of aquaculture in aquatic ecosystems, Canada.
- Prodhom, G., Bizzini, A., Durussel, C., Bille, J., Greub, G.,** 2010. Matrix assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry for direct bacterial identification from positive blood culture pellets. *J Clin Microbiol*, 48(4):1481–83.
- Rajendhran, J., Gunasekaran, P.,** 2011. Microbial phylogeny and diversity: small subunit ribosomal RNA sequence analysis and beyond. *Microbiol Res*, 166(2):99-110.
- Rosa, M., Rosa, A., Arribas, M., Pares, R.,** 1991. Distribution of aeromonas species in waters with different levels of pollution. *J. Applied Bacteriology*, 71:182-186.
- Ross A., Rucker R., Ewing W.,** 1966. Description of a Bacterium Associated with Redmouth Disease of Rainbow Trout (*Salmo gaidneri*). *Can. J. Microbiol.*, 12:763-770.
- Rychert, J.A.,** 2019. Benefits and limitations of MALDI-TOF mass spectrometry for the identification of microorganisms. *J. Contag*, 2:1-5.
- Saavedra, M.J., Figueras, M.J., Martinez-Murcia, A.J.,** 2006. Updated phylogeny of the genus *Aeromonas*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 56:2481-2487.
- Sağlam, Y.S., Işık, N., Arslan, A., Erer, H.,** 2006. Erzurum bölgesindeki Gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) *Aeromonas hydrophila* ve *Yersinia ruckeri* izolasyonu ve patolojik incelemeler. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 1(1-2):6-10.
- Salvat, M.F., Ashbolt, N.,** 2019. *Aeromonas*. Global Water Pathogen Project; University of Alberta. Edmonton, AB, Canada.
- Sanger, F., Nicklen, S., Coulson, A.R.,** 1977. DNA Sequencing with Chain-Terminating Inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 74:5463-7.
- Sarıyyüpoğlu, M., Mikail, Ö. Barata, S.,** 2017. Gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*)’nda deri ensizyonu ile operasyon uygulanması ve balığın canlılığının kontrolü üzerine bir araştırma. *Fırat Univ. Journal of Science*, 29(1):9-13.
- Savvidis, G.K., Anathotitis, C., Konaki, Z., Vafeas, G.,** 2007. Epizootic outbreaks of Lactococcosis disease in rainbow trout, *O. mykiss* (Walbaum), culture in Greece. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 28(5):207.

- Scallan, A.**, 1983. Investigations into symptomatic carriers of furunculosis. *Ph. D Thesis*, National University of Ireland, Dublin, 66s.
- Seng, P., Drancourt, M., Gourié, F., La Scola, B., Fournier, P.E., Rolain, J.M., Raoult, D.**, 2009. Ongoing revolution in bacteriology: routine identification of bacteria by matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry. *Clinical Infectious Diseases*, 49(4):543-551.
- Shell, W.S., Sayed, M.L., Allah, F.M.G., Gamal, F.E.M., Khedr, A.A., Samy, A.A., Ali, A.H.M.**, 2017. Matrix-assisted laser desorption-ionization-time-of-flight mass spectrometry as a reliable proteomic method for characterization of *Escherichia coli* and *Salmonella* isolates. *Veterinary World*, 10(9):1083-1093.
- Soler, L., Yanez, M.A., Chacon, M.R., Aguilera-Arreola, M.G., Catalan, V., Figueras, M.J., Martínez-Murcia, A.J.**, 2004. Phylogenetic analysis of the genus *Aeromonas* based on two housekeeping genes. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 54:1511-1519.
- Soltani, M., Nikbakht, G.h., Mousavi, H.A.E., Ahmadzadeh, N.**, 2008. Epizootic outbreaks of lactococcosis caused by *Lactococcus garvieae* in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Iran. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 28(5):170-175.
- Souza, R.A., Pitondo-Silva, A., Falcao, D.P., Falcao, J.P.**, 2010. Evaluation of four molecular typing methodologies as tools for determining taxonomy relations and for identifying species among *Yersinia* isolates. *J. Microbiol Methods*, 82:141-150. doi:10.1016/j.mimet.2010.05.005.
- Stevenson, L.G., Drake, S.K., Murray, P.R.**, 2010. Rapid identification of bacteria in positive blood culture broths by matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry. *J Clin Microbiol*, 48(2):444-47.
- Stevenson, R.M.W., Daly, J.G.**, 1982. Biochemical and Serological Characteristics of Ontario Isolates of *Yersinia ruckeri*. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 39:870-876.
- Şeker, E., Karahan, M., İspir, Ü., Çetinkaya, B., Sağlam, N., SarıeYYüpoğlu, M.**, 2012. Investigation of *Yersinia ruckeri* infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792) Farms by polymerase chain reaction (PCR) and bacteriological culture. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(6):913-916.
- Şeker, E., Kılıç, A., Özcan, M., İspir, Ü.**, 2006. Malatya'daki bazı Gökkuşığı alabalık işletmelerinin bakteriyel florası. *Doğu Anadolu Bölgesi araştırmaları*. 1:15-18.
- Şeker, E., Karahan, M., SarıeYYüpoğlu, M., Çetinkaya, B.**, 2011. Enfekte gökkuşığı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792) polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile *Yersinia ruckeri*'nin saptanması. *Hayvan ve Bitki Bilimleri Dergisi*, 21(3):570-574.
- TAGEM**, 2019. Su Ürünleri Sektör Politika Belgesi, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara.

- TAGEM**, 2022. Su ürünleri desteklemeleri. [https://www.tarimorman.gov.tr/ Konular/ Tarimsal Destekler/Hayvancilik-Desteklemeleri/Su Urunleri](https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/TarimsalDestekler/Hayvancilik-Desteklemeleri/SuUrunleri).
- Tekin, K., Aygar, İ.S., Hoşbul, T.**, 2020. Polimeraz zincir reaksiyonu teknolojisinin temel prensipleri. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
- Tekin, K., Kocaman, M.**, 2020. PCR Öncesi hazırlık, PCR kolaylaştırıcıları ve dengeleyici katkıları. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakültesi, *Tıbbi Mikrobiyoloji* Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
- Terzi, E., Küçükköşker, B., Bilen, S., Kenanaoğlu, O., Çorum, O., Özbek, M., Parug, Ş.Ş.**, 2021. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) için *Yersinia ruckeri*'ye karşı yeni bir bitkisel bağışıklık uyarıcı. 110:55-66.
- Terzi, G.**, 2004. Ankara yöresindeki alabalık çiftliklerinde salmonella varlığı. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 51:87-91,
- Terzi, G.**, 2006. Ankara ilindeki bazı gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliklerine ait su, yem ve balıkların mikrobiyolojik yönden incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 32(1):37-46.
- Thakur, P., Gauba, P.**, 2022. Genomic characterization of *Lelliottia amnigena* PTJIT100 5, a nitrate tolerant strain isolated from water sample of Yamuna River, Delhi, India. *Microbiol Resour announc.*, 11:6.
- Timur, G., Timur, M.**, 2003, Balık hastalıkları, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 5, İstanbul, 975-404-699-9.
- Timur, G., Yardımcı, R.E., Ürkü, Ç., Çanak, Ö.**, 2011, Marmara Bölgesi kültür gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*, L.) Lactococcosis'in bakteriyolojik ve histopatolojik metodlarla teşhisi, *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 26:63-81.
- Tinsley, J.W., Lyndon, A.R., Austin, B.**, 2011. Antigenic and cross- protection studies of biotype 1 and biotype 2 isolates of *Yersinia ruckeri* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Applied Microbiology*, 111(1):8-16.
- Tkachenko, H., Buyun, L., Terech-Majewska, E., Honcharenko, V., Prokopiv, A., Osadowski, Z.**, 2019. Preliminary in vitro screening of the antibacterial activity of leaf extracts from various *Ficus* species (Moraceae) against *Yersinia ruckeri*. *Fisheries & Aquatic Life*, 27:15-26.
- Tobback, E., Decostere, A., Hermans, K., Haesebrouck, F., Chiers, K.**, 2007. *Yersinia ruckeri* infections in salmon fish. *J Fish Dis*, 30:257-268.
- Turan, H., Kaya, Y., Sönmez, G.**, 2006. Balık Etinin Besin Değeri ve İnsan Sağlığındaki Yeri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3):505-508.

- TÜİK**, 2021. Dış Ticaret İstatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul>.
- TÜİK**, 2021. Su Ürünleri İstatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97 &locale=tr> (Erişim Tarihi: 23.11.2022).
- TÜİK**, 2022. Dünya Nüfus Günü <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dunya-Nufus-Gunu-2022-45552> (Erişim Tarihi: 05. 04.2023).
- Türk, N.**, 2009. Kızıl Ağız Hastalığı (Yersiniozis), Makaleler, Bornova Veteriner Kontrol Araştırma Enstitüsü, <http://www.bornovavet.gov.tr/makale.htm>.
- Türkyılmaz, S., Esendal, Ö.**, 2002. Polimeraz zincir reaksiyonu ve mikrobiyolojide kullanım alanları. *Kafkas Ün. Vet. Fak. Derg.*, 8(1):71-76.
- Ummey, S., Khan, S., Vijayakumar, P., Ramya, A.**, 2021. Enteric Red Mouth disease and the causative bacterium *Yersinia ruckeri* in Indian Major Carp from culture pools in Andhra Pradesh, India. *General Directorate of Aquaculture and Fisheries Products*, Ankara. 6:289-299.
- Vitek, M.S., V3.0**, 2016. Database for clinical usage. BioMérieux SA, France.
- Walters, W., Hyde, E., Berg-Lyons, D., Ackermann, G., Humphrey, G., Alma, E., Jack, Wieser, A., Schneider, L., Jung, J., Schubert, S.**, 2012. MALDI-TOF MS in Microbiological Diagnostics of Microorganisms and Beyond. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 93(3):965-974.
- Wilson, D.J., Middleton, J.R., Adkins, P.R.F., Goodell**, 2019. GM test agreement between biochemical methods for the identification of microorganisms isolated from bovine milk, Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight-Mass Spectrometer and 16S rRNA sequencing. *J. Clin. Microbiology*, 57:e01381-18.
- Wrobel, A., Saragliadis, A., Pérez-Ortega, J., Sittman, C., Göttig, S., Liskiewicz, K., Spence, MH, Schneider, K., Leo, JC, Arenas, J., Linke, D.**, 2020. The inverse autotransporters of *Yersinia ruckeri*, YrInv and YrIIm, contribute to biofilm formation and virulence. *Environ Microbiol.* 22(7):2939-2955.
- Wrobel, A., Leo J.C., Linke D.**, 2019. Overcoming fish defences: the virulence factors of *Yersinia ruckeri*. Oslo Üniversitesi, Biyolojik Bilimler Bölümü, 10(9):700.
- Yanez, M.A., Catalan, V., Apraiz, D., Figueras, M.J., Martinez-Murcia, A.J.**, 2003. Phylogenetic analysis of members of the genus *Aeromonas* based on gyrB gene sequences. *Int J Syst Evol Microbiol*, 53:875–883.
- Yıldırım, A., Kandemir, N.**, 2001. Genetic markers and methods (in Turkish), 334-363. In: S. Özcan, E. Gürel ve M. Babaoğlu (Derl.) Bitki Biyoteknolojisi, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya, 456s.
- Yıldırım, Ö., Çantaş, İ.B.**, 2022. Türkiye’de gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin üretim ve ekonomik göstergelerinin incelenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 18(4):461-474.

Yıldız, O.P., 2019. Turuğgil kabuk yağlarının gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkileri. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 5(1):17-26.

Zorriehzahra, M., Adel, M., Torabi Delshad, S., 2017. Enteric redmouth disease: past, present and future: a review. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 17:1135-1156.

Zülal, A., 2001. İnsan Genomu, kalıtım şifresinin peşinde 136 yıl, Tübitak Yayınları, Mart: 5-11.

