

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KAHVERENGİ ALABALIK HİBRİTLERİNİN *Yersinia ruckeri* ve *Lactococcus garvieae* BAKTERİLERİNE KARŞI DİRENÇLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Selen ÇAKIR**

**EKİM 2019**

**TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KAHVERENGİ ALABALIK HİBRİTLERİNİN *Yersinia ruckeri* ve *Lactococcus garvieae* BAKTERİLERİNE KARŞI DİRENÇLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Selen ÇAKIR**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**  
**“YÜKSEK LİSANS (BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ)”**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06.09.2019**  
**Tezin Savunma Tarihi : 21.10.2019**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Erol ÇAPKIN**

**Trabzon 2019**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalında  
Selen ÇAKIR Tarafından Hazırlanan**

**KAHVERENGİ ALABALIK HİBRİTLERİNİN *Yersinia ruckeri* ve *Lactococcus garvieae* BAKTERİLERİNE KARŞI DİRENÇLERİNİN BELİRLENMESİ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 01.10.2019 gün ve 1821 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Şevki KAYIŞ**



**Üye : Prof. Dr. İlhan ALTINOK**



**Üye : Prof. Dr. Erol ÇAPKIN**



**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Yapılan bu çalışma TÜBİTAK'ın 214O595 nolu “Anadolu’da Dağılım Gösteren Bazı Kahverengi Alabalığın (*Salmo trutta*) Karadeniz, Anadolu ve Abant ekotipi ile hibritlerinin büyüme, gelişme özellikleri ve Mikrosatelit DNA belirteçlerine dayalı parental analizi” isimli projesi ile desteklenmiş ve Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Moleküler Biyoloji Laboratuvarı’nda yürütülmüştür.

Tez çalışmamda bilgi, yöntem ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Erol ÇAPKIN’a, Sayın Prof. Dr. İlhan ALTINOK’a, Sayın Öğr. Gör. Dr. Rafet Çağrı ÖZTÜRK’e ve aileme teşekkür ederim.

Selen ÇAKIR  
Trabzon 2019

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kahverengi Alabalık Hibritlerinin *Yersinia ruckeri* ve *Lactococcus garvieae* Bakterilerine Karşı Dirençlerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Erol ÇAPKIN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 21.10.2019

Selen ÇAKIR

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VI
SUMMARY .....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER DİZİNİ .....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kahverengi Alabalıklar .....	2
1.2.1. Karadeniz Ekotipi.....	2
1.2.2. Anadolu Ekotipi .....	3
1.2.3. Abant Ekotipi .....	4
1.3. Bakteriyel Balık Hastalıkları .....	5
1.4. Çalışmanın Amacı ve Önemi .....	6
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	7
2.1. Materyal.....	8
2.2. Metot .....	10
2.2.1. Balıkların Bakterilerle Enfekte Edilmesi .....	10
2.2.1.1. Balıkların <i>Y. ruckeri</i> 'ye Karşı Dirençliliklerinin Belirlenmesi .....	10
2.2.1.2. Balıkların <i>L. garvieae</i> 'ye Karşı Direncinin Belirlenmesi .....	11
2.2.1.3. Biyokimyasal Analiz .....	11
2.2.1.4. İstatistik .....	11
3. BULGULAR .....	13
3.1. <i>Lactococcus garviea</i> .....	13
3.2. <i>Yersinia ruckeri</i> .....	14
4. TARTIŞMA.....	17
5. SONUÇ .....	19
6. ÖNERİLER .....	20
7. KAYNAKLAR.....	21
ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans

## ÖZET

### KAHVERENGİ ALABALIK HİBRİTLERİNİN *Yersinia ruckeri* ve *Lactococcus garvieae* BAKTERİLERİNE KARŞI DİRENÇLERİNİN BELİRLENMESİ

Selen ÇAKIR

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Balıkçılık Teknolojisi Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Erol ÇAPKIN  
2019, 23 Sayfa

Bu çalışmada, kahverengi alabalığın (*Salmo trutta*) Karadeniz (K), Anadolu (N) ve Abant ekotipi (A) ile bu balıkların birbirleriyle çaprazlanmasından elde edilen hibritlerin *Yersinia ruckeri*'nin ve *Lactococcus garvieae*'nin neden olduğu hastalıklara karşı balıkların dirençleri belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, deneme gruplarının her biri için 180 adet balık kullanılmıştır. LD<sub>50</sub> değerlerini belirlemek için  $1 \times 10^{10}$ ,  $1 \times 10^8$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^2$  ve  $1 \times 10^1$  CFU bakteri, balığın karın boşluğuna enjekte edilmiştir. Bakteri enjekte edilen balıklar 30 gün boyunca izlenmiştir. *Y. ruckeri* enfeksiyonunun LD<sub>50</sub> değeri  $10^{2,124}$  (1,012-3,421) -  $10^{5,514}$  (4,859-6,155) CFU/balık arasında değişkenlik gösterirken, *L. garvieae* enfeksiyonu ise  $10^{6,541}$  (5,820-7,316) -  $10^{9,661}$  (8,934-10,495) CFU/balık arasında değişkenlik göstermiştir. Çalışmada, *Y. ruckeri* enfeksiyonuna en hassas grup Anadolu ekotipi x Abant ekotipi hibrit grubu (NA) olurken, *L. garvieae* enfeksiyonunda ise en hassas grup Karadeniz ekotipi x Anadolu ekotipi hibrit grubu (KN) olduğu belirlenmiştir. *Y. ruckeri*'ye karşı en dirençli grup Karadeniz ekotipi x Karadeniz ekotipi (KK); *L. garvieae*'ya karşı ise en dirençli grup Anadolu ekotipi x Anadolu ekotipi (NN) olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bazı hibrit gruplar ebeveynlerine göre hastalıklara karşı daha hassas olmakla birlikte dirençliliği yüksek hibrit türler yetiştiricilikte kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kahverengi Alabalık, Hibrit, *Yersinia ruckeri*, *Lactococcus garvieae*, LD 50.

Master Thesis

## SUMMARY

### DETERMINATION OF *Yersinia ruckeri* and *Lactococcus garvieae* BACTERIA RESISTANCE OF BROWN TROUT HYBRIDS

Selen ÇAKIR  
Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Fisheris Technology Program  
Supervisor: Prof. Dr. Erol ÇAPKIN  
2019, 23 Pages

In this study, it was aimed to determine the disease resistance of Black Sea (K), Anatolian (N), Abant (A) ecotype from brown trout (*Salmo trutta*) and their hybrids against *Yersinia ruckeri* and *Lactococcus garvieae*. In the study, 180 fish were used for each of the experimental groups. In order to determine LD<sub>50</sub>, fish were intraperitoneally injected with  $1 \times 10^{10}$ ,  $1 \times 10^8$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^2$  and  $1 \times 10^1$  CFU bacteria. Bacteria injected fish were monitored for 30 days. LD<sub>50</sub> value of *Y. ruckeri* infection varied between  $10^{2,124}$  (1,012-3,421) -  $10^{5,514}$  (4,859-6,155) CFU/fish, while *L. garvieae* infection varied between  $10^{6,541}$  (5,820-7,316) -  $10^{9,661}$  (8,934-10,495) CFU/fish. In this study, while the most susceptible group against *Y. ruckeri* infection was Anatolian ecotype x Abant ecotype hybrid group (NA), the most susceptible group against *L. garvieae* infection was Black Sea ecotype x Anatolian ecotype hybrid group (KA). While the most resistant group against *Y. ruckeri* infection was Black Sea ecotype x Black Sea ecotype (KK), the most resistant group against *L. garvieae* infection was Anatolian ecotype x Anatolian ecotype (NN) group. As a result, some hybrid groups are more susceptible to diseases than their parents, but hybrid species with high resistance can be used in aquaculture.

**Key Word:** Brown Trout, Hybrid, *Yersinia ruckeri*, *Lactococcus garvieae*, LD<sub>50</sub>.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Karadeniz ekotipi.....	3
Şekil 2. Anadolu ekotipi .....	4
Şekil 3. Abant ekotipi .....	4
Şekil 4. Deneyde kullanılan akvaryumlar .....	8
Şekil 5. Bakterilerin seyreltilmesi.....	9
Şekil 6. <i>L. garvieae</i> ile enfekte olan balıkta iç organlarda görülen değişiklikler.....	14
Şekil 7. <i>Yersinia ruckeri</i> ile enfekte olan balıkta görülen yapısal bozukluklar .....	15

## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Karadeniz (K), Anadolu (N) ve Abant ekotipi (A).....	9
Tablo 2. Karadeniz (K), Anadolu (N) ve Abant ekotipi (A) türlerine ait balıkların ortalama boy ve ağırlıkları .....	10
Tablo 3. <i>L. garviae</i> enfeksiyonu sonunda hibrit ve hibrit olmayan balıkların %50'sinin ölümüne neden olan bakteri yoğunluğu (LD <sub>50</sub> ) .....	13
Tablo 4. <i>Yersinia ruckeri</i> enfeksiyonu sonunda hibrit ve hibrit olmayan balıkların %50'sinin ölümüne neden olan bakteri yoğunluğu (LD <sub>50</sub> ) .....	15
Tablo 5. Farklı sayılardaki <i>Y. ruckeri</i> ve <i>L. garviae</i> ile enfekte edilen balıklara yapılan yaşama oranı analiz testi ve Cox-Mantel testi sonucuna göre gruplar arasındaki istatistiksel farklar. <i>P</i> değeri 0,05 den büyük olduğu gruplarda (-) işareti kullanılmıştır.....	15

## SEMBOLLER DİZİNİ

<b>CFU</b>	: Colony Forming Unit
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>dk</b>	: Dakika
<b>DNA</b>	: Deoksiriboz Nükleik Asit
<b>ERM</b>	: Enterik Kızılbaş Hastalığı
<b>gr</b>	: Gram
<b>H<sub>2</sub>S</b>	: Hidrojen sülfür
<b>Kg</b>	: Kilogram
<b>LD<sub>50</sub></b>	: Canlıların %50'sini öldüren letal doz
<b>L. garvieae</b>	: <i>Lactococcus garvieae</i>
<b>m</b>	: Metre
<b>mg</b>	: Miligram
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>PBS</b>	: Phosphate Buffered Saline
<b>TSA</b>	: Triptik soy agar
<b>TUİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>TÜBİTAK</b>	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
<b>vd.</b>	: ve diğerleri
<b>°C</b>	: Derece Santigrat
<b>μ</b>	: Mikron
<b>μl</b>	: Mikrolitre
<b>%</b>	: Yüzde
<b>AA</b>	: Abant X Abant
<b>AN</b>	: Abant X Anadolu
<b>NA</b>	: Anadolu X Abant
<b>NN</b>	: Anadolu X Anadolu
<b>NK</b>	: Anadolu X Karadeniz
<b>KN</b>	: Karadeniz X Anadolu
<b>KK</b>	: Karadeniz X Karadeniz

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Dünya ve Türkiye’de insan nüfusu hızla artmakta olup, buna paralel olarak beslenme gereksinimleri de çoğalmaktadır. Besin çeşitliliği gerek tarım gerekse hayvancılık da yeni arayışlara neden olmaktadır. Ülkemizde deniz, akarsu ve göllerde, su ürünleri üretimi yanlış avlanma, yağışların azalması, su kirliliği, su kaynaklarının yok edilmesi ve benzeri nedenlerle azalma göstermektedir.

Su ürünleri üretimi 2017 yılında bir önceki yıla göre %7,2 artarak 630 bin 820 ton olarak belirlenmiştir. Üretimin %42,8’ini deniz balıkları, %8,3’ünü diğer deniz ürünleri, %5,1’ini iç su ürünleri ve %43,8’ini yetiştiricilik ürünleri oluşturmaktadır. Su ürünleri avcılığı 2017 yılında %5,7 ve yetiştiricilik %9,1 artmıştır. (TUİK, Haziran 2018, Sayı: 27669).

Beslenmede önemli yer tutan balık etine ucuz ve kolay ulaşılmasını sağlamak amacıyla kültür balıkçılığı önemli sektör haline gelmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde temiz ortam, su ısısı, pH, oksijen, yem kalitesinin dengesi önemli olup, bunlardan bir ya da birkaçının bozulması durumunda balık hastalıkları ortaya çıkmaktadır. Bu da ekonomik kayıpları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, çevresel koşullardaki değişimlere daha dayanıklı ve hızlı büyüyen türlerin yetiştiriciliğe kazandırılması konusunda çalışmalar yapılmaktadır.

Balıklarda hibridizasyon, farklı cins ve türlerin çaprazlanması ile yeni hibrit türlerin üretilmesidir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde bu tekniğin uygulanmasının temeli, hastalıklara karşı dayanıklılık, çevreye kolay adapte olabilmesi, büyüme, yemin ete dönüşümün yüksek verimlilikte olması niteliklerinin vurgulandığı canlıların üretilmesidir. Bu uygulama ilk kez Salmonidler üzerinde denenmiştir, fakat bu bireyler üretime katkısı bakımından ticari avantaj sağlanamamıştır. Bu konuyla ilgili, özellikle bireylerin en önemli niteliklerini ön plana çıkarmak için araştırmalar yapılmaktadır (Başçınar ve Delihasan Sonay, 2009).

Bu çalışmada, kahverengi alabalıkların (Karadeniz, Anadolu ve Abant ekotipi) ve bu türlerin birbirleriyle çaprazlanmasından elde edilen hibritlerin, *Yersinia ruckeri* ve *Lactococcus garvieae* bakterilerine karşı dirençlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 1.2. Kahverengi Alabalıklar

Kahverengi alabalıklar, *Salmonidae* familyasına ait olup, politipik tür olduğu düşünülmektedir. Kahverengi alabalıklar da anadrom ve anadrom olmayan formlara sahiptir. Paleoarktık bölgenin doğusunda en fazla dağılım gösteren tatlı su balığıdır. Avrupa, Orta Asya, Batı Asya ve Kuzey Afrika'nın bir kısmında gözlenir (Çiftci, 2007).

Kahverengi alabalık türleri Avrupa ülkelerinde ilk kültüre alınan tür olmakla birlikte sportif balıkçılık ve balıklandırma faaliyetlerinde de kullanılmaktadır. Düşük yem değerlendirme oranı, yavaş büyüme ve kaliteli çevresel koşulların gereksinimi gibi nedenlerden dolayı ticari üretimi yeterince gelişmemiştir (Aksungur vd., 2005).

Kahverengi alabalıklar, kültür şartları içinde yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı gibi türlerle rekabet edecek boyutlara hiçbir zaman ulaşmamıştır. Yine de son yıllarda su ürünleri avcılığındaki azalışın artışı akuakültür üretimi üzerinde baskı oluşturması ve ayrıca akuakültürde farklı tür balık yetiştiriciliğine olan ihtiyaçlar bu türün denizde yetiştiriciliğinin geliştirilmesine katkı sağlamıştır.

Kahverengi alabalık yetiştiriciliği, yaz aylarında çok iyi yaşam göstermesi, 10-11 aylıktan sonraki balıkların bahar ayında denize transferinin mümkün olması ve deniz ortamında tatlı suya göre daha hızlı büyümelerinden dolayı tercih edilmektedir (Güner vd., 2002). Bu çalışmada, kahverengi alabalığın (*Salmo trutta*) Karadeniz, Anadolu ve Abant ekotipleri kullanılmıştır (Öztürk vd., 2019).

### 1.2.1. Karadeniz Ekotipi

Karadeniz ekotipi anadrom bir türdür. Akarsu ortamında üreme gösterir. Sürekli olarak tatlı su ortamında yaşamını sürdürdüğü gibi, 1-3 yaşında denize göçebilir. Smolt dönüşümü sonrası deniz ortamına göç eden bu türe ait bireyler, eşeyssel olgunluğa ulaştıktan sonra üremek için tekrar akarsuya göç ederler. Uzungöl ve yüksek dağ göllerinde göl ekotipi bulunmaktadır.

Yayılm alanı; tüm Doğu Karadeniz akarsularında, yüksek bölgelerde ve yan kollarda rastlanmaktadır. Gürcistan sınırından Giresun'a kadar olan bölgede bazı akarsularda ve denizel ortamda dağılım gösterdiği kabul edilmektedir. Özellikle denize göç eden bireyler Fırtına ve Çağlayan derelerinde yoğun olmakla birlikte, doğal göç büyük akarsularda

devam etmektedir. 1998 yılından itibaren türe yönelik yetiştiricilik çalışmaları yürütülmektedir.

Vücut fusiform yapıda, yanlardan hafifçe yassılaştırılmış, genellikle mekik şeklindedir. Sırt yüzgeçlerinin gerisinde bulunan “adipöz” adını alan yağ yüzgeçleri alabalık için karakteristiktir. *Salmo trutta*’nın Karadeniz ekotipi, Türkiye’de yaşayan diğer ekotip ve alt türlerden büyük cüssesi ve gümüşü veya siyah beneklerle kaplı vücut rengiyle ayrılmaktadır. Karadeniz’de boyları 100cm ve ağırlıkları 25 kilograma ulaşan bireyler rapor edilmiştir (URL1).



Şekil 1. Karadeniz Ekotipi (Öztürk vd., 2019).

### 1.2.2. Anadolu Ekotipi

Salmonidae familyasından olan Anadolu ekotipi, *Salmo trutta*’nın alt türü olan dere ekotipi olarak sistematikte adlandırılmaktadır. Anadolu ekotipi, tatlı sularda yaşamlarını sürdürmelerinden dolayı sadece bir akarsuyun bünyesi içinde göçler yapmaktadır (Çelikkale, 1992; Geldiay ve Balık, 1996). Anadolu ekotipi vücudu tıknaz ve torpil şeklinde, vücut renkleri yaşadığı ortama göre çok değişiklikler göstermektedir. Genel görünümleri kahverengi, yeşil veya mavi renk olup pembemsi mor ve siyah tonlarda renkler de görülmektedir. 3 - 4 yaşlarında cinsi olgunluğa ulaşırlar ve kış aylarının başında üremeye başlarlar (Güner vd., 2002).

Anadolu ekotipi, Türkiye’de başta Doğu Anadolu, Karadeniz ve İç Anadolu olmak üzere pek çok su kaynağında bulunmaktadır. Tipik bir soğuk su balığı olan Anadolu ekotipi, daha çok dağlık bölgelerde berrak olan ve çakıllı dip yapısına sahip çok sıcak olmayan yüksek oksijenli dere ve akarsularda yaşamaktadır. Fakat nehir ağızlarında

bulunabildiği gibi aynı zamanda göllerde, havuzlarda ve rezervuarlarda da rastlanabilirler (Çelikkale, 1992).



Şekil 2. Anadolu Ekotipi (Öztürk vd., 2019).

### 1.2.3. Abant Ekotipi

Ülkemizde sadece Abant Gölü, Yedigöller ve çevresindeki kaynaklarda yaşayan endemik bir formdur (Emre ve Kürüm, 1998). Genel özellikleri bakımından dere alabalığına benzeyen, dere alabağının Abant Gölü'nde izole olmuş bir varyetisidir (Çelikkale,1994). Vücut yanlardan basık, beden üzerinde kahverengi halkalarla çevrilmiş ve açık sarı zemin üzerinde düzensiz dağılmış siyah benekler vardır. Alt ve üst çeneler genellikle birbirine eşit durumdadır (Emre ve Kürüm, 1998).



Şekil 3. Abant Ekotipi (Öztürk vd., 2019).

### 1.3. Bakteriyel Balık Hastalıkları

Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan işletmelerde ortam koşullarının istenmeyen koşullarda olması durumunda patojenik olan bakterilerin çoğalmasıyla birlikte balık hastalıkları meydana gelmektedir. Bu durum, işletmelerde büyük bir sorun oluşturmaktadır (Önalın vd., 2016; Balta, 2016).

Bakteriler sucul ortamlarda doğal olarak bulunmaktadır. Birçok bakteriyel hastalık etmeni, suyun normal ortamının bir parçasıdır. Fazla stoklama, su koşullarının yetersiz olması, yetersiz beslenme ve çevre koşullarının yetiştirme tekniklerine uygun olmaması nedenleriyle balıklarda bakteriyel hastalıklar ortaya çıkmaktadır (Tendencia ve Lavilla-Pitogo, 2004).

*Y. ruckeri* ve *L. garvieae*, ülkemizde alabalıklarda yaygın olarak görülen balık hastalıklarının en önemli virülans bakterileri arasında yer almaktadır. Tüm dünyada su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerde ciddi ölümlere neden olmaktadır. *Y. ruckeri* ilk kez 1950'lerin başında ABD'nin İdoha eyaletinde bulunan Hagerman Vadisi'nde izole edilmiştir. Daha sonra 1966 yılında Ross ve arkadaşları ve Rucker tarafından tam olarak tanımlanmıştır (Woo ve Bruno, 1999). Hastalığın daha sonra Kanada, Danimarka, İngiltere, Fransa, Almanya, İtalya, Norveç, Avustralya, Yunanistan ve Türkiye'ye yayılarak salmonid balıklarda ölümlere neden olduğu rapor edilmiştir (Timur ve Timur, 2003). Enterik kızıl ağız (ERM) ya da yersiniosis hastalığı ya da salmonların kanlı lekesi olarak adlandırılan bakteri Gram-negatif, hareketli, katalaz pozitif, oksidaz negatif, 9-37°C gibi geniş sıcaklıkta üreyebilen, 1,0 x 2,0-3,0 µm büyüklüğünde enterik bir bakteri olan *Y. ruckeri*'nin neden olduğu bulaşıcı bakteriyel bir enfeksiyondur. Birçok balık türlerinde taşıyıcı ve yetiştiricilikte özellikle yoğun kültür, kötü su koşulları ve stres ile ilişkili olarak ortaya çıkar (Çağırınan, 2013). Bu hastalık görüldüğü zaman, çok fazla kayıplara neden olmaması için müdahale edilmelidir.

*L. garvieae* ise ilk kez 1950'lerin sonunda Japonya'da sarıkuyruk balıklarından izole edilerek büyük oranda ölüme neden olmuştur. O zamandan beri *L. garvieae* giderek çok fazla ülkeye yayılmış ve farklı balık türlerini etkilemiştir. Genel olarak çiftlik balıkları dışında, kabuklu su ürünlerinde ve deniz memelilerinde de *L. garvieae*'ya gözlenmiştir. Ülkemizde ise *L. garvieae* enfeksiyonu 2001 yılında Ege bölgesinde gökkuşuğu alabalıklarında ilk kez rastlanmıştır ve sonraki yıllarda birçok bölgeye yayılmıştır (Öztürk ve Altınok, 2014). *L. garvieae*, zor şartlar altında üreyebilse de 14-15°C sıcaklıkta yüksek

ölümlere neden olduğu tespit edilmiştir. Gram-pozitif, fakültatif anaerobik, hareketsiz, katalaz ve oksidaz negatif, çift veya kısa zincirler halinde büyüyen laktik asit üreten bir bakteri olarak tanımlanmıştır (Austin ve Austin, 2013).

#### 1.4. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Su ürünleri üretimi dünyada hızlı büyüyen sektörler arasında yer almaktadır. Hastalıklar gibi bazı çevresel faktörler bu sektörün büyümesi üzerinde sınırlandırıcı faktördür. Yetiştiricilik sistemlerinde bakteriyel balık hastalıklarının tedavisinde antibiyotikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Antibiyotiklerin kullanım miktarı bakteri türüne, yoğunluğuna ve dirençlilik özelliklerine göre değişmektedir. Özellikle bilinçsiz yapılan uygulamalar antibiyotik kullanımını artırabildiği gibi çevresel bakterilerinde bu antibiyotiğe karşı direnç geliştirmesini sağlayabilmektedir. İnsan sağlığının korunması amacıyla yetiştiricilikte kullanılan antibiyotik sayıları sınırlandırılmıştır. Antibiyotik kullanımını azaltmanı diğer bir yolu da hastalıklara karşı daha dirençli türlerin yetiştiricilikte kullanılmasıdır. Bu amaca yönelik birçok çalışmalar yapılmış ve halende yapılmaya devam edilmektedir. Bu araştırmalarda hem ekonomik ve hem de çevresel anlamda daha etkin türler yetiştiriciliğe kazandırılması hedeflenmektedir. Bu araştırmada kahverengi alabalıklardan Karadeniz, Anadolu ve Abant ekotipi ile bu balıkların birbirleriyle çaprazlanmasından elde edilen hibritlerin *Yersinia ruckeri*'nin neden olduğu yersiniosis ve *Lactococcus garvieae*'nin neden olduğu laktokokkosis hastalıklarına karşı balıkların dirençleri belirlenerek hibrit türlerin ebeveynlerine göre hangilerinin bu hastalıklara karşı daha dirençli oldukları ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Hibrit ya da saf olarak yetiştiriciliğe kazandırılacak yeni türlerin hastalık dirençliliklerinin ortaya konulması oldukça önemlidir. Kan dolaşımı enfeksiyonuyla enfekte edilen farklı türdeki balık türlerinin bakteri, mantar, fungal ve viral patojenlere karşı duyarlılıkları araştırılıp su ürünleri yetiştiriciliğinde hastalıklara karşı daha dirençli türler elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu dirençliliğin ortaya çıkarılmasında duyarlılık testleri kullanılmaktadır.

Akhlaghi ve Sharifi Yazdi, (2008) gökkuşağı alabalığının *Y. ruckeri*'ye karşı dirençleri araştırmışlardır. İmmersiyon yöntemiyle  $4 \times 10^8$  CFU/ml yoğunluğunda enfekte edilen balıkların 14 gün sonunda %70'nin öldüğü bildirilmiştir. Benzer başka bir çalışmada ise  $8 \times 10^7$  CFU/ml enfekte edilen gökkuşağı alabalıklarının ilk 6 saat ile 22 saat arasında ölümler gözlemlendiği tespit edilmiştir (Strom vd.,2017). Her iki çalışmada balık ölümlerinin bakteri yoğunluğuyla birlikte diğer çevresel ve türe bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir.

Altun vd. (1996) gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) yersinozis etkeni *Yersinia ruckeri* ile deneysel yolla enfekte edilerek hematolojik bir çalışma yapılmıştır. Araştırmada kullanılan balıkların yarısına (50 adet)  $3 \times 10^6$  CFU/0,1 ml içeren *Yersinia ruckeri* karın boşluğuna 0,1 ml dozunda enjekte edilerek enfekte grup oluşturulmuştur. Bu çalışma sonucunda; hematolojik parametreler önemli değişimler olduğu bildirilmiştir.

Türe (2015) farklı yoğunluklardaki *L. garvieae* intraperitonel yolla enfekte edilen gökkuşağı alabalıkları üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, LD<sub>50</sub> değerinin  $2 \times 10^5$  olduğunu tespit etmiştir. *L. garvieae*'nin kullanıldığı bir diğer çalışmada ise Tilapya balıklarında LD<sub>50</sub> değeri  $1,41 \times 10^5$  CFU/balık olarak belirlemiştir.

Algöet vd. (2009), *L. garvieae* kullanılarak intraperitonel yolla enfekte edilmiş balıkların kullanıldığı çalışmasında, LD<sub>50</sub> değeri gökkuşağı alabalıkları için  $2,0 \times 10^2$  CFU/balık, kahverengi alabalıkta ise LD<sub>50</sub> değeri  $6,1 \times 10^2$  CFU/balık olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada doğrudan bulaştırma yoluyla enfekte edilmiş Atlantik salmonları ve kahverengi alabalıklarında LD<sub>50</sub> değeri sırasıyla  $1,6 \times 10^4$  ve  $1,0 \times 10^4$  olarak tespit edilmiştir.

Bir başka çalışmada gökkuşağı alabalıklarına immersiyon yöntemiyle *L. garvieae* verilerek LD<sub>50</sub> değeri  $1 \times 10^7$  olarak hesaplanmıştır (Hosseini vd., 2011). Benzer başka bir

çalışmada ise, *L. garviaea* 'nın Nil tilapya balıklarında (*Oreochromis niloticus*) LD<sub>50</sub> değeri  $1,41 \times 10^5$  CFU/balık olarak belirlenmiştir (Evans vd.,2009).

## 2.1. Materyal

Bu çalışmada Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ Araştırma ve Uygulama Ünitesinde TÜBİTAK destekli 2140595 nolu projeden elde edilen Karadeniz, Anadolu ve Abant ekotipi ve bunların birbirleriyle çaprazlanması sonucu elde edilen hibrit türleri kullanılmıştır (Tablo 1).

Deney öncesi balıklar 40 litrelik akvaryumlarda 15 gün süreyle tutularak laboratuvar ortamına adaptasyonları sağlanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Deneyde kullanılan akvaryumlar

Tablo 1. Karadeniz (K), Anadolu (N) ve Abant (A) ekotipleri ile çaprazlanmasıyla elde edilen hibrit gruplar. Gruplardaki ilk belirtilen balık dişi ve ikinci belirtilen balık ise erkektir.

Gruplar	Grupların kısaltılması
Karadeniz X Karadeniz	KK
Anadolu X Anadolu	NN
Abant X Abant	AA
Karadeniz X Anadolu	KN
Anadolu X Karadeniz	NK
Anadolu X Abant	NA
Abant X Anadolu	AN

Enfeksiyon işlemi için kullanılacak olan bakteriler *Lactococcus garvieae* ve *Yersinia ruckeri* aynı fakülteye ait Moleküler Biyoloji Laboratuvarı'ndan temin edilmiştir. Bakteriler kullanmadan önce plaklarda çoğaltılarak saflık ve tür kontrolleri yapılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Bakterilerin seyreltilmesi

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Balıkların Bakterilerle Enfekte Edilmesi

*Y. ruckeri* ve *L. garvieae* enfeksiyonunda kullanılan hibrit ve saf balıklar 7 farklı gruba ayrılmış ve her bir gruptaki balıkların boy ve ağırlık değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Çalışmaya başlatılmadan önce deneylerin yürütülecek 40 litre akvaryumlara balıklar 15 gün süreyle tutularak balıkların laboratuvar ortamına uyumları sağlandı. Adaptasyon süresince balıklar vücut ağırlıklarına göre yemlendi. Deneysel hataları engellemek ve daha doğru sonuçlar elde etmek amacıyla her bir balık grubu için 3 akvaryum oluşturuldu.

Tablo 2. Karadeniz, Anadolu ve Abant ekotipine ait balıkların ortalama boy ve ağırlıkları

Gruplar	<i>Y. ruckeri</i>		<i>L. garvieae</i>	
	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Boy(cm)	Ağırlık (g)
AA	7,62±0,16	16,10±2,14	12,40±1,40	16,81±3,0
KN	8,29±0,73	6,10±1,56	8,18±0,73	6,38±1,70
KK	7,26±0,45	3,58±0,52	8,57±0,82	7,24±2,65
AN	8,46±0,59	6,31±1,26	8,29±0,66	6,20±1,30
NA	8,11±0,24	6,01±1,01	8,00±0,50	5,94±1,12
NN	8,22±0,80	6,09±1,34	8,22±0,80	6,09±1,34
NK	7,97±0,96	5,82±0,96	7,92±0,99	5,80±1,85

#### 2.2.1.1. Balıkların *Y. ruckeri*’ye Karşı Dirençliliklerinin Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan balık grupları 40 litrelik akvaryuma 10 adet balık akvaryum olacak şekilde stoklandı. Her bir deneme grubu içinde kontrol grupları oluşturuldu. İnjesiyonunun bir gün öncesinden balıklara yem verme işlemi durduruldu. 6 farklı bakteri konsantrasyonu, PBS ile seyreltikten sonra  $1 \times 10^{10}$ ,  $1 \times 10^8$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^2$  ve  $1 \times 10^1$  CFU/balık olarak oluşturuldu. Balıkların karın boşluğuna 0,1 ml *Y. ruckeri* içeren sıvı enjekte edildi. Aynı şekilde kontrol grubuna da 0,1ml PBS enjekte edildi. Balıklar ilk 24 saat 2 saatlik arayla ve daha sonra gün aşırı kontrol edilerek 30 gün boyunca gözlemlendi. Ölen balıkların karaciğer, dalak ve böbreklerinden örnekler alınarak bakteriyolojik açıdan incelenerek neden öldükleri tespit edildi. Deney devam ederken su sıcaklıkları ve oksijen değerleri  $17,68 \pm 0,31^\circ\text{C}$  ve  $8,01 \pm 0,61$  mg/L olurken, pH ise ortalama  $7,72 \pm 0,21$  (7,28–7,81)

arasında ölçüldü. Ayrıca enjeksiyon işleminden 24 saat sonra balıklara yem vermeye başlandı ve deney süresi boyunca balıklar günlük olarak yemlendi.

### 2.2.1.2. Balıkların *L. garvieae*'ye Karşı Direncinin Belirlenmesi

*Y. ruckeri*'de yapılan enfeksiyon işlemleri *L. garviaea* enfeksiyonu için de uygulanmıştır. Deney devam ederken su sıcaklıkları ve oksijen değerleri  $15,5\pm 0,27^{\circ}\text{C}$  ve  $7,89\pm 0,81$  mg/L mg/L olurken, pH ise ortalama  $7,72\pm 0,21$  ( $7,28-7,81$ ) arasında ölçüldü. Yine enjeksiyon işleminden 24 saat sonra balıklara yem vermeye başlandı ve deney süresi boyunca balıklar günlük olarak yemlendi.

### 2.2.1.3. Biyokimyasal Analiz

Deney süresince ölen balıklardan alınan örneklerde *Y. ruckeri* ve *L. garvieae* enfeksiyonlarının biyokimyasal analizleri yapıldı ve ölüm nedenleri araştırıldı. Alınan balık numunelerinin karaciğer, böbrek ve dalaklarından TSA'ya ekimler yapıldı ve üremesi için inkübasyona bırakıldı. Daha sonra izole edilen bakteri saflaştırıldı. Bu saf kolonilere gram boyama testi uygulandı. Bu testte gram negatif çıkan kolonilere API 20E test kitleri ile uygulama yapıldı ve *Y. ruckeri* enfeksiyonu tespit edildi. Gram pozitif çıkan kolonilere ise API 20Strep test kitleri ile uygulandı ve *L. garvieae* enfeksiyonu tespit edildi. Bakterileri tespit etmek için "<https://apiweb.biomerieux.com>" web adresinden yararlanıldı. Ayrıca bu testler dışında sitokrom oksidaz, oksidasyon/fermentasyon, katalaz, lösin aminopeptidaz,  $\beta$ -galaktosidaz,  $\beta$ -glukosidaz,  $\beta$ -mannosidaz, dihidrolaz, lisin dekarboksilaz, ornitin dekarboksilaz, sitrat kullanımı, H<sub>2</sub>S üretimi, üreaz, indol üretimi, voges proskauer, jelatinaz, glukoz fermentasyonu, mannitol, inositol, sorbitol, ramnoz, amigdalin, melibioz, laktoz, metil kırmızısı ve arabinoz fermentasyon testleridir.

### 2.2.1.4. İstatistik

Denemelerde kullanılan balıkların ağırlık ve boy değerleri ile suyun sıcaklık ve çözünmüş oksijen değerlerinin hesaplamalarında Microsoft Excel programı kullanılmıştır. *Y. ruckeri* ve *L. garvieae* ile enfekte edilen balıkların %50 ölüm oranları probit analiz yöntemi (SPSS 2002, SPSS Chicago, IL, USA) kullanılarak hesaplanmıştır. Gruplar arası

farklılıkların tespitinde Cox–Mantel (Statistica, Statsoft, Tulsa, OK, USA) analiz yöntemi kullanılmıştır.



### 3. BULGULAR

#### 3.1. *Lactococcus garviea*

*L. garvieae* ile enfekte edilen balıklar, enfeksiyonun 1.gününden itibaren ölmeye başlamış ve 25.güne kadar devam etmiştir. Doğal olarak en yüksek dozda bakteri verilen balıklarda en fazla ölümler tespit edilmiştir. *L. garvieae* bakterisinin enfekte olduğu balıklarda %50'sini öldürmek (LD<sub>50</sub>) için, en fazla yoğunluk 10<sup>9,661(8,934-10,495)</sup> CFU/balık ile NN grubu bu hastalığa karşı en dirençli gruptur. *L. garvieae*'ya karşı en hassas grup ise 10<sup>6,541(5,820-7,316)</sup> CFU/balık ile KN grubudur (Tablo3). LD<sub>50</sub> değerleri dikkate alınarak yapılan yaşama oranı analiz testi ve Cox-Mantel testi sonucuna göre *L. garvieae* enfeksiyonuna karşı dirençlilik ve hassas gruplar belirlenmiştir. Bu analiz sonucunda; KN-KK, KN- NA, KN- NK ve KN- AA grupları arasında istatistiksel farklılık olduğu bulunmuştur (Tablo 5).

Deney süresince *L. garvieae* ile enfekte edilmiş balıklarda yapılan gözlemlerde, ilk dikkati çeken durum balığın yeme karşı ilgisiz olması ve yalpalayarak yüzmesidir. Balıklarda vücudun çeşitli yerlerinde lezyonlar ve ülserler, solungaç ve yüzgeçlerin tabanında hemorajiler, rengin koyulaşması, bir veya iki taraflı egzozthalmus gözlenmiştir (Şekil 6).

Tablo 3. *L. garvieae* enfeksiyonu sonunda hibrit ve hibrit olmayan balıkların %50'sinin ölümüne neden olan bakteri yoğunluğu (LD<sub>50</sub>)

Gruplar	LD <sub>50</sub> (CFU/balık)
KN	10 <sup>6,541(5,820-7,316)</sup>
KK	10 <sup>8,121(7,483-8,755)</sup>
AN	10 <sup>8,444(7,479-9,576)</sup>
NA	10 <sup>8,124(7,321-9,241)</sup>
NN	10 <sup>9,661(8,934-10,495)</sup>
NK	10 <sup>7,405(6,701-8,114)</sup>
AA	10 <sup>6,602(5,726-7,481)</sup>



Şekil 6. *L. garvieae* ile enfekte olan balıkta iç organlarda görülen değişiklikler

### 3.2. *Yersinia ruckeri*

*Y. ruckeri* ile enfekte edilen balıklar, enfeksiyonun 1.gününden itibaren ölmeye başlamış ve 10.güne kadar devam etmiştir. *Y. ruckeri* bakterisinin enfekte olduğu balıklarda %50'sini öldürmek için en yoğun ve dirençli  $10^{5,514(4,859-6,155)}$  CFU/balık olarak bulunan KK grubudur. En hassas olan tür ise  $10^{2,124(1,012-3,421)}$  CFU/balık olarak bulunan NA grubudur (Tablo 4). LD<sub>50</sub> değerleri dikkate alınarak yapılan yaşama oranı analiz testi ve Cox-Mantel testi sonucuna göre *Y. ruckeri* enfeksiyonuna karşı dirençlilik ve hassas gruplar belirlenmiştir. Bu analiz sonucunda; KN- KK, KN- NN, KK- AN, KK- NA, KK- NK, KK- AA, AN-NN, NA-NN, NA-NK, NA-AA, NN-NK ve NN-AA grupları arasında istatistiksel farklılık olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5).

*Y. ruckeri*'nin balıklarda ilk belirtileri; balıkların derilerinde kararma, gözde belirgin yapısal bozukluklar (egzoftalmus) ağız çevresinde kızarıklıkların görülmesi, solungaçlarda ve vücut yüzeyinde hemorajiler, durgunluk ve yeme karşı ilgisizlik durumlarıdır (Şekil 7).

Tablo 4. *Yersinia ruckeri* enfeksiyonu sonunda hibrit ve hibrit olmayan balıkların %50'sinin ölümüne neden olan bakteri yoğunluğu (LD<sub>50</sub>)

Gruplar	LD <sub>50</sub> (CFU/balık)
KN	10 <sup>3,111</sup> (1,413-4,125)
KK	10 <sup>5,514</sup> (4,859-6,155)
AN	10 <sup>2,846</sup> (1,213-3,793)
NA	10 <sup>2,124</sup> (1,012-3,421)
NN	10 <sup>4,608</sup> (4,090-5,118)
NK	10 <sup>4,269</sup> (3,624-4,893)
AA	10 <sup>4,711</sup> (4,171-5,242)



Şekil 7. *Yersinia ruckeri* ile enfekte olan balıkta görülen yapısal bozukluklar

*Y. ruckeri* ve *L. garviae* ile enfekte edilen balıkların %50'sini öldüren LD<sub>50</sub> değerleri istatistiki açıdan birbiriyle karşılaştırılmış ve önemli bulunan değerler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Farklı sayılardaki *Y. ruckeri* ve *L. garviae* ile enfekte edilen balıklara yapılan yaşama oranı analiz testi ve Cox-Mantel testi sonucuna göre gruplar arasındaki istatistiki farklar. *P* değeri 0,05 den büyük olduğu gruplarda (-) işareti kullanılmıştır.

Gruplar	<i>Yersinia ruckeri</i>	<i>Lactococcus garviae</i>
KN- KK	0,00	0,00
KN- AN	-	-
KN- NA	-	0,02
KN- NN	0,00	-
KN- NK	-	0,01
KN- AA	-	0,03
KK- AN	0,00	-
KK- NA	0,00	-
KK- NN	-	-
KK- NK	0,00	-

Tablo 5'in devamı

Gruplar	<i>Yersinia ruckeri</i>	<i>Lactococcus garviae</i>
KK- AA	0,00	-
AN- NA	-	-
AN-NN	0,00	-
AN-NK	-	-
AN-AA	-	-
NA-NN	0,00	-
NA-NK	0,00	-
NA-AA	0,01	-
NN-NK	0,01	-
NN-AA	0,00	-
NK-AA	-	-

#### 4. TARTIŞMA

Türkiye’de ve dünyada su ürünleri yetiştiriciliği sektörü gün geçtikçe pozitif yönde yol almıştır. İşletmelerde, yetiştiricilik ile yapılan üretimde yoğun stoklama, sıcaklığın ani artış ve azalışı, pH dengesinin düzensiz olması gibi başlıca faktörlere bağlı olarak hastalıkların çoğalmasına sebep olmaktadır. Üretimin teknolojik gelişmelere bağlı olarak artış göstermesine karşın bakteriyel hastalıklardan dolayı yaşanan balık ölümleri en önemli yetiştiricilik sorunu olmaya devam etmektedir. Ekonomik olarak yüksek maliyetlere sahip olan antibakteriyel ilaçların, ölüm oranını sadece belli bir oranda azaltabilmesi; günümüzde çaprazlama yöntemiyle doğal koşullara daha dayanıklı hibrit türler üzerinde çalışmalara yoğunluk kazandırmıştır.

Araştırmamızda iki farklı bakteriye karşı hibrit ve hibrit olmayan yedi farklı balık grubunun bu bakterilere karşı dayanıklılıkları incelenmiştir. Kahverengi alabalığın dişi Anadolu ekotipi olan hibrit grubu diğerlerine nazaran daha dirençli olduğu belirlenmiştir. Bu da balık ölümlerinin en aza indirilmesinde ve ekonomik kaybın önlenmesinde bu tür çalışmalar yapılarak elde edilen hibrit türlerin kullanılmasıyla önlenebileceğini göstermiştir.

Türe (2015), gökkuşağı alabalıklarına *L. garvieae*’nin üç farklı letal dozda (yaklaşık  $2 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^5$  ve  $2 \times 10^6$ ) bakteriyi karın boşluğuna enjekte ederek, LD<sub>50</sub> değerini yaklaşık  $2 \times 10^5$  CFU balık<sup>-1</sup> /7 gün olarak tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada ise *L. garvieae* ile enfekte edilen Tilapia balıklarında LD<sub>50</sub> değeri  $1,4 \times 2 \times 10^5$  CFU/balık (Tanrıkul ve Gültepe,2011) *L. garvieae* suşunun kullanıldığı bu çalışmada ise 7 farklı hibrit ve hibrit olmayan kahverenkli alabalık türlerinde farklı oranlarda ölümlere neden olmuştur. En yüksek LD<sub>50</sub> değeriyle NN bu hastalığa karşı en dirençli grup olurken, en hassas grup KN olmuştur.

Algöet vd.(2009) yaptıkları çalışmada farklı sıcaklıklarda ve sabit dozda bakteri miktarı ile enfeksiyona bulaşmış Gökkuşağı alabalıklarında yapılan denemede, su sıcaklığı arttıkça mortalite oranını arttığı belirlenmiştir. Başka bir denemede de yine bakteri dozu arttırıldıkça balık ölümlerinin arttığı tespit edilmiştir (Çağırğan ve Tanrıkul, 1997). Her iki çalışmada da Gökkuşağı alabalığının en duyarlı tür olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan *Y. ruckeri* ve *L. garvieae* bakterilerine karşı en duyarlı tür NN olurken en hassas hibrit olan türün NA olduğu görülmüştür. Hibrit olanlarla olamayan gruplar patojenlere

karşı farklı dirençlilik gösterdiği görülmektedir. Özellikle hibrit grupların gösterdiği dirençlilikteki değişim anne ve babaya benzerlik göstermesi ve ebeveynin dirençli olduğu durumlarda çoğu zaman hibrit grubunda hastalıklara karşı dirençliliğinin artması, gruplar arası dirençlilik farklılıklarında genetik faktörlerin payı oldukça yüksektir.

Sonuç olarak, *Y. ruckeri* ve *L. garvieae* ile yapılan enfeksiyon çalışmalarında, saf balık türlerinin (KK, AA ve NN) daha dirençli olmakla birlikte bunların ebeveyn olarak kullanıldığı bazı hibrit türlerinin de (NK, NA ve AN) hastalıklara karşı daha dirençli olduğu tespit edilmiştir.



## 5. SONUÇ

Bu çalışmada kahverengi alabalıklardan (*Salmo trutta*) Karadeniz, Anadolu ve Abant ekotiplerinin kendileri ve birbirleriyle çaprazlanmasından elde edilen hibrit bireylerin *Y. ruckeri* ve *L. garvieae* bakterilerine karşı dirençlerinde değişiklik olup olmadığı belirlenmiştir. Çalışma süresi boyunca ölen balıkların böbrek, karaciğer ve dalaktan örnek alınarak TSA'ya ekim yapılarak ölüm nedenleri belirlenmiştir. Denemelere başlamadan önceki hibrit ve ebeveyn grupların laboratuvar ortamına adaptasyon takibinde balık ölümü görülmemiştir.

Bu çalışmada AA, NN ve KK doğal alabalık türlerinin birbirleriyle çaprazlanması sonucu elde edilen KN, KK, AN, NA, NN, NK ve AA hibrit türleri kullanılmıştır.

*Y. ruckeri* ile enfekte edilen balıklar, enfeksiyonun 1.gününden itibaren ölmeye başlamış ve 10.güne kadar devam etmiştir. Deney sonucunda, *Y. ruckeri* bakterisinin balıkların %50'sini öldürdüğü LD<sub>50</sub> değeri NA için  $10^{2,124(1,012-3,421)}$  CFU/balık olarak en hassas tür bulunurken, KK için bu değer  $10^{5,514(4,859-6,155)}$  CFU/balık olarak bulunarak en dirençli tür olduğu tespit edilmiştir. Diğer hibrit türleri bu iki değerler arasında dirençlik göstermiş olup, hastalık denemesinde kullanılan gruplar arasında AA'nın *Y. ruckeri* enfeksiyonuna en dirençli ikinci tür olduğu belirlenmiştir.

*L. garvieae* ile enfekte edilen balıklar, enfeksiyonun 1.gününden itibaren ölmeye başlamış ve 25.güne kadar devam etmiştir. Deney sonucunda, *L. garvieae* bakterisinin balıkların %50'sini öldürdüğü LD<sub>50</sub> değeri KN için  $10^{6,541(5,820-7,316)}$  CFU/balık olarak en hassas tür bulunurken, NN için bu değer  $10^{9,661(8,934-10,495)}$  CFU/balık olarak bulunarak en dirençli tür olduğu tespit edilmiştir. Diğer hibrit türleri bu iki değerler arasında dirençlik göstermiş olup en dirençli ikinci tür AN olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; saf balık türleri hibrit bireylere göre hastalık etmeni olan *L. garvieae* ve *Y. ruckeri*'ye karşı daha dirençli olmakla birlikte bazı hibritler de bu türlere yakın değerlerde dirençlilik göstermiş olup yetiştiricilikte kullanılma potansiyellerinin olduğu tespit edilmiştir.

## 6. ÖNERİLER

Ülkemizde ve dünyamızda hızla gelişmekte olan su ürünleri sektörünün, bu gelişim hızına engel olan patojenik balık hastalıkları hem ekonomik hem de üretim alanında önemli kayıplara yol açmaktadır. Bu bağlamda, araştırmamızda kullanılan *Y. ruckeri* ve *L. garvieae* bakterilerin neden olduğu hastalıklarla ortaya çıkan kayıpların en aza indirilmesi için;

1. Yetiştiricilikte bazı bakterilerin LD<sub>50</sub> değerlerinin yüksek yoğunlukta olması bu bakterilerdeki düşük yoğunluklarının balıklarda taşıyıcı özellikte olabileceğini göstermektedir.
2. Patojenik mikroorganizmaların insan ve hayvanlarda hastalık yapma şiddetleri, dereceleri veya güçleri oldukça değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, özellikle bakteriyel patojenlerin yetiştiricilik sistemlerinde neden olduğu hastalıkların etkisini azaltmak için hastalığa karşı daha dirençli balık türleri üretilmesi konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

Yetiştiricilikte üreticiler balık hastalıkları ile ilgili; hastalıkların bulaşma yollarını, temiz olunmasının önemi ve hastalıklardan korunma ve kontrolleri konusunda bilgilendirilmelidir. Özellikle hastalık konusunda yetkili kişilerden danışmanlık hizmetinin alınması, antibiyotik ve kimyasal kullanımı azaltacaktır. Bu tür çalışmalardan elde edilen sonuçlar ileri çalışmalarla desteklenip, hibrit türlerin yetiştiricilik potansiyelinin olup olmadığı tam olarak ortaya konulmalıdır.

## 7. KAYNAKLAR

- Aksungur, M., Yılmaz, C., Tabak, İ., Aksungur, N. ve Mısır, D.S, 2005. Karadeniz Alabalığının Kültür Şartlarına Adaptasyonu F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17, 2, 349-359.
- Akhlaghi, M. and Sharifi Yazdi, H., 2008. Detection and identification of virulent *Yersinia ruckeri*: the causative agent of enteric redmouth disease in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cultured in Fars province, Iran. Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University. 9, 4, 25.
- Algöet, M., Bayley. A. E., Roberts, E. G., Feist, S. W., Wheeler, R. W., Verner Jeffreys, D. W., 2009. "Susceptibility of selected fresh water fish species to a UK *Lactococcus garviea* isolate", Journal of Fish Diseases, 32, 10, 825-834.
- Alpaz, A., 2005. Su Ürünleri Yetiştiriciliği ders kitabı. Baskı İzmir
- Altun, S. ve Diler, Ö., 1996. *Yersinia ruckeri* ile Infekte Edilmiş Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) Hematolojik İncelemeler, Süleyman Demirel Üniversitesi Su Su Ürünleri Fakültesi.
- Austin, B. and Austin, D. A., 2013. Gram-Positive Bacteria (Anaerobes and 'Lactic Acid' Bacteria), Bacterial Fish Pathogens, Disease of Farmed and Wild Fish, 17-57, 10.1007/978-94-007-4884-2.
- Balta, F., 2016. Balık Hastalıkları. T. C Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Ders Notları.
- Başçınar, N. ve Delihasan Sonay, F., 2009. Balıklarda Biyoteknolojik Uygulamalar ve Hibridasyon, Doğal Alabalık Çalıştay.
- Çağırğan, H., 2013. Balık Hastalıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Ders Notları.
- Çağırğan, H., Tanrıkul, T.T., 1997. A lactococcus in a trout farm. Meditrranean Fisheries Congress. 9-11 April Izmir, Turkey.
- Çelikkale, M. S. 1994. İç su balıklar ve yetiştiriciliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Yayın No: 128, 1; 2. Baskı Trabzon.
- Çelikkale, M. S., 1992. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi. 11-13

- Çiftci, Y., 2007. Kahverengi Alabalıkların (*Salmo trutta*) Biyolojisi ve Ekolojik Özellikleri, Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fak., Mavi Yaşam Araştırma ve Haber Bülteni Sayı:6
- Emre, Y., Kürüm, V., 1998. Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği Teknikleri.
- Evans, J.J., Klesius, P.H. ve Shoemaker, C.A., 2009. First isolation and characterization of *Lactococcus garviea* from Brazilian Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), and pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* Journal of Fish Diseases 25, 505-513.
- Geldiay, R. ve Balık, S., 1996. Türkiye Tatlısu Balıkları ders kitabı. E.Ü.Su Ürünleri Fak. No:46
- Geldiay, R., Kocataş, A., 1988. "Deniz Biyolojisine Giriş, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi İzmir, 1.
- Güner, Y., Mumcu, M.F., Kızak, V., 2002. Dere Alabalığının(*Salmo trutta fario* Linnaeus,1758) Deniz Suyunda Yetiştiriciliği, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 19, 3-4:539-544.
- Hosseini, M. H., Akhlaghi, M., Moazzeni, J., 2011. Archives of Razi Institute, 66, 1, 51-57.
- Onuk, E. E., Durmaz, Y., Çiftci A., Pekmezci, G. Z., Kılıçoğlu, Y., 2015. Çeşitli Balık Türlerinden İzole Edilen Patojen Bakteriler ve Antibiyotik Direnç Profilleri.
- Öztürk, R., Ç., Altınok, İ., Turgut, S., Çapkın, E., 2019. Comparative susceptibilities and immune-related gene expressions of brown trout strains and their hybrids infected with *Lactococcus garvieae* and *Yersinia ruckeri*, Fish and Shellfish Immunology, 264-274.
- Öztürk, R. Ç. Ve Altınok, İ., 2014. Bacterial and Viral Fish Diseases in Turkey, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 14, 275-297.
- Önalın, Ş., Çağırın, M., Arabacı, M. ve Çağırın, H., 2016. Bakteriyel Balık Patojenlerinin Tanımlanmasında Kullanılan Serolojik Yöntemler, Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi, 1,3,77-82.
- Strom, H. K., Ohtani, M., Nowak, B., Boutrup, T. S., Jones, B., Raida, M. K., Bojesen, A. M., 2017. Experimental infection by *Yersinia ruckeri* O1 biotype 2 induces brain lesions and neurological signs in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)
- Tanrıku. T., Gultepe. N., 2011. Mix Infections in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): *L. garviae* and *Vivrio anguillarum*, Journal of Animal and Veterinary Advances, 10, 10191023.
- Tendencia, E. A. and Lavilla-Pitogo, C. R., 2004. Chapter 2. Bacterial Diseases, Diseases of Cultured Groupers, 19-28, Tigbauan / Philippines.

Timur, G. ve Timur, M., 2003. Salmonid balıklarda enterik kızıl ağız hastalığı (ERM) Yersiniosis, Bölüm:5 Enfeksiyon, Balık Hastalıkları, 142-146, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü, İstanbul.

TUIK., Sayı: 27669, 2018. T.C. Türkiye İstatistik Kurumu, Su ürünleri İstatistikleri.

Türe, M., 2015. *Lactococcus garvieae*'nin Farklı Balık Türlerinde Patojenitesinin Belirlenmesi ve Antibiyotik Dirençliliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Woo, P. T. K. and Bruno, D. W., 1999. Viral, Bacterial and Fungal Infections, Fish Diseases and Disorders, 3, 455-479, Cabı Publishing.

URL-1. [www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/05/20150515-31-1.pdf](http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/05/20150515-31-1.pdf). 23/05/2018

## ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Ankara'da doğdu. Lise eğitimini 2005 yılında Ankara'da tamamladıktan sonra 2005 yılında Selçuk Üniversitesi, Ermenek Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri ve Programlama bölümüne başladı. 1 yıl Ermenek Meslek Yüksekokulu'nda eğitimini tamamladıktan sonra Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sivrihisar Meslek Yüksekokulu'na yatay geçiş yaptı ve 2007 yılında mezun oldu. 2009 yılında yapılan üniversite giriş sınavı ile Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Mühendisliğini kazandı ve 2014 yılında mezun oldu. 2014 yılında Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Laborant ve Veteriner Sağlık bölümünü okudu ve 2017 yılında mezun oldu. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir.