



**FARKLI BİTKİSEL EKSTRAKT BANYOSUNA TABİ
TUTULAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus
mykiss*) YUMURTALARINDA ÜREME BAŞARISI**

Rıdvan HÜSEM

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Prof. Dr. Murat ARSLAN
2024
(Her hakkı saklıdır)**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**FARKLI BİTKİSEL EKSTRAKT BANYOSUNA TABİ TUTULAN GÖKKUŞAĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) ALABALIĞI YUMURTALARINDA ÜREME BAŞARISI**

(Reproductive Success in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Eggs Subjected to Different
Herbal Extract Bath)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Rıdvan HÜSEM

Danışman: Prof. Dr. Murat ARSLAN

Erzurum
Eylül, 2024

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Rıdvan HÜSEM tarafından hazırlanan “**Farklı Bitkisel Ekstrakt Banyosuna Tabi Tutulan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yumurtalarında Üreme Başarısı**” başlıklı çalışması 17/09/2024 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Su Ürünleri Mühendisliği Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Yusuf BOZKURT
İskenderun Teknik Üniversitesi
Danışman: Prof. Dr. Murat ARSLAN
Atatürk Üniversitesi
Jüri Üyesi: Prof. Dr. Ahmet TOPAL
Atatürk Üniversitesi

Aslı Islak İmzalıdır

Aslı Islak İmzalıdır

Aslı Islak İmzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN

Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

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

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Graduate School of Natural and
Applied Sciences

TEZ BENZERLİK ORANI BEYAN FORMU¹

Öğrencinin Adı ve Soyadı	Rıdvan HÜSEM
Öğrencinin Numarası	21042302001
Ana Bilim Dalı	Su Ürünleri Mühendisliği
Bilim Dalı	Su Ürünleri Mühendisliği
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Yüksek Lisans
Tezin Adı	
Farklı Bitkisel Ekstrakt Banyosuna Tabi Tutulan Gökkuşığı (Oncorhynchus mykiss) Alabalığı Yumurtalarında Üreme Başarısı	

Yukarıda bilgileri verilen tezin intihal tespit yazılımıyla (Turnitin) yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdaki gibidir. Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	10	30
Kuramsal Temeller	12	30
Materyal ve Yöntem	6	35
Araştırma Bulguları	8	20
Tartışma ve Sonuç	0	20
Tezin Geneli	8	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Rıdvan HÜSEM	Prof. Dr. Murat ARSLAN
19.9.2024	19.9.2024
İmza: Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

¹ Bu form bilgisayar ortamında doldurulmalı, çıktısı imzalanıp Tez Savunması Jüri Öneri Formu'yla birlikte Ana Bilim Dalı Başkanlığı aracılığıyla ÜBYS üzerinden Enstitüye iletilmelidir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmanın araştırma konusunun belirlenmesinden tez yazımına kadar her aşamada ilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Murat ARSLAN'a,

Yüksek lisans öğrenimim boyunca her türlü bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım. Arş. Gör. Dr. Fatih KORKMAZ'a ve Dr. Şeyda TACER TANAS'a ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Prof. Dr. Gonca ALAK'a

Maddi ve manevi desteklerinin yanı sıra göstermiş oldukları sabır ve anlayıştan dolayı eşim ve aileme sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Rıdvan HÜSEM

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI BİTKİSEL EKSTRAKT BANYOSUNA TABİ TUTULAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YUMURTALARINDA ÜREME BAŞARISI

Rıdvan HÜSEM

Danışman: Prof. Dr. Murat ARSLAN

Amaç: Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği ve alabalık üretimi giderek artmaktadır. Özellikle son yıllarda Karadeniz’de kafes sistemlerinin gelişmesi ve Türk Somonu ihracatının artması ile birlikte somon adaylarının üretilmesi için milyonlarca yumurta ve yavru alabalığa ihtiyaç duyulmaktadır. Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yumurtaları farklı bitkilerden (kırmızılahana *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*, karadut *Morus rubra*, kırmızı soğan *Allium cepa* ve turp *Raphanus sativus*) elde edilen ekstrakt banyosuna tabi tutularak özellikle antioksidan maddeler bakımından zenginleştirilmesi ve böylece erken gelişim dönemindeki yaşama oranı ve üreme başarısının artırılması hedeflenmiştir.

Yöntem: Taze olarak temin edilen karadut, kırmızılahana, kırmızı soğan ve turp gibi sebze/meyvelerinden 500 g örnekler blenderda parçalanarak soğuk presleme ile suları ekstrakte edilmiştir. Döllenen yumurtalar, filtre edilmiş her bir ekstrattan kuluçkahane suyu kullanılarak hazırlanan 0,5, 1 ve 2 mL/L’lik konsantrasyonlardaki zenginleştirme solüsyonları içerisinde 2 saat bekletildikten sonra temiz su ile yıkanarak kuluçkalanmışlardır. Çalışma 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş, her bir uygulama için 200 adet yumurta ve 500 mikrolitre sperm kullanılmıştır. Çalışmada kuru dölleme metodu uygulanmıştır.

Bulgular: Dölleme oranı gruplar arasında farklılık göstermemiş ve %99’un üzerinde gerçekleşmiştir. Gözlenmiş embriyo dönemindeki yaşama oranı deneysel uygulamalardan önemli derecede etkilenmiştir ($P<0,05$). Bu dönemde, herhangi bir işleme tabi tutulmayan kontrol grubunun yaşama oranı %63,8 iken turptan elde edilen ekstraktın bütün konsantrasyonlarında %100’lük yaşama oranı kaydedilmiştir. Kırmızı soğan ekstraktına tabi tutulan yumurtalarda 0,5, 1 ve 2 mL/L konsantrasyonlar için yaşama oranı sırasıyla %99,0, 98,3 ve 98,8 olarak tespit edilmiştir. Karadut ekstaktı banyosuna tabi tutulan yumurtalarda yaşama oranı konsantrasyon arttıkça düşme eğilimi göstermiştir. En düşük konsantrasyonda (0,5 mL/L) %98,5 olan yaşama oranı 2 mL/L’lik konsantrasyonda %92,3’e düşmüştür. Kırmızılahana ile banyo edilen yumurtalarda en yüksek yaşama oranı (%77,0) 2 mL/L’lik konsantrasyonda görülürken 0,5 ve 1 mL/L’lik konsantrasyonda kaydedilen yaşama oranları kontrol grubundan önemli derecede düşük bulunmuştur (sırasıyla %49,5 ve 48,3). E vitamini seviyesi yaşama oranı ile paralel bir seyir gösterirken, lipid peroksidasyon seviyesi yaşama oranına zıt olarak seyretmiştir. Antioksidan enzim aktiviteleri (süperoksit dismutaz ve katalaz) deneysel uygulamalara ve hayatta kalma oranına göre değişiklik göstermemiştir.

Sonuç: Mevcut sonuçlara göre kırmızılahananın 0,5 ve 1 mL/L’lik konsantrasyonları hariç diğer bütün uygulamalarda kontrol grubuna göre daha yüksek yaşama oranı görülmüştür. Karadut, kırmızılahana, kırmızı soğan ve turp ekstraktlarının kullanılacakları konsantrasyonlara bağlı olarak kuluçka aşamasında yumurta kalitesini iyileştirebileceği ve böylece üreme başarısını arttırabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşağı alabalığı, bitkisel ekstrakt, yumurta banyosu, üreme başarısı

Eylül 2024, 49 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

REPRODUCTIVE SUCCESS IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) EGGS SUBJECTED TO DIFFERENT HERBAL EXTRACT BATH

Rıdvan HÜSEM

Supervisor: Prof. Dr. Murat ARSLAN

Purpose: Aquaculture and rainbow trout production are increasing in Türkiye. Especially in recent years, with the development of cage systems in the Black Sea and the increase in Turkish Salmon exports, millions of eggs and young rainbow trout are needed to produce salmon candidates. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs were subjected to a bath of extracts obtained from different plants (red cabbage *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*, black mulberry *Morus rubra*, red onion *Allium cepa* and radish *Raphanus sativus*) to enrich them especially in terms of antioxidant substances and thus improve reproductive success.

Method: 500 g samples of freshly obtained vegetables/fruits such as black mulberry, red cabbage, red onion and radish were chopped in a blender and their juices were extracted by cold pressing. Fertilized eggs were soaked in enrichment solutions at concentrations of 0.5, 1 and 2 mL/L for 2 hours then washed with clean water and incubated. The study was carried out in two replicates, and 200 eggs and 500 microliters of sperm were used for each application. The dry fertilization method was applied in the study.

Findings: Fertilization rate did not differ between groups and was over 99%. Survival rate at eyed-stage embryos was significantly affected by experimental practices ($P<0.05$). During this period, while the survival rate of the control group, which was not subjected to any treatment, was 63.8%, a 100% survival rate was recorded in all concentrations of the extract obtained from radish. The survival rate for eggs exposed to onion extract at concentrations of 0.5, 1 and 2 mL/L was determined as 99.0, 98.3 and 98.8%, respectively. The survival rate of eggs exposed to black mulberry extract bath showed a tendency to decrease as the concentration increased. The survival rate, which was 98.5% at the lowest concentration (0.5 mL/L), decreased to 92.3% at 2 mL/L concentration. While the highest survival rate (77.0%) in eggs bathed with red cabbage was observed at a concentration of 2 mL/L, the survival rates recorded at concentrations of 0.5 and 1 mL/L (49.5 and 48%, respectively) were significantly lower than the control group. While the vitamin E level showed a similar tendency with the survival rate, the lipid peroxidation level coursed opposite to the survival rate. Antioxidant enzyme activities (superoxide dismutase and catalase) did not vary according to experimental treatments and survival rate.

Results: According to the results, a higher survival rate was observed in all applications, except the 0.5 and 1 mL/L concentrations of red cabbage, compared to the control group. It is thought that black mulberry, red cabbage, red onion and radish extracts may improve egg quality during the incubation stage and thus increase reproductive success, depending on their concentrations.

Keywords: Rainbow trout, herbal extract, egg bathing, reproductive success

September 2024, 49 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
GİRİŞ.....	11
Türkiye Su Ürünleri Üretimi.....	12
Gökkuşuğu Alabalığı.....	14
Antioksidan Savunma Sistemi	15
Süperoksit dismutaz enzimi	16
Katalaz enzimi.....	16
Lipit peroksidasyon.....	16
Çalışmada kullanılan bitkiler ve antioksidan potansiyelleri	16
KURAMSAL TEMELLER.....	18
MATERYAL ve YÖNTEM	25
Ekstraktların Hazırlanması.....	25
Çalışma Alanı.....	26
Yumurta ve Sperm Materyali.....	26
Dölleme, Yumurtaların Zenginleştirilmesi ve Kuluçka Faaliyetleri.....	27
Antioksidan Enzim Aktiviteleri ve Lipit Peroksidasyon Seviyesinin Tespiti.....	28
Örneklerin hazırlanması	28
Süperoksit dismutaz aktivitesi	29
Katalaz aktivitesi	29
Lipit peroksidasyon seviyesi	30
E Vitamini Tayini.....	30
Veri Analizi	31
ARAŞTIRMA BULGULARI	32
Yaşama Oranı.....	32

Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma Sistemi.....	34
TARTIşMA ve SONUÇ	40
KAYNAKÇA	42
ÖZGEÇMİş.....	47



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Dünyada su ürünleri üretim miktarı	12
Şekil 2. Ülkemizde su ürünleri üretim miktarı	12
Şekil 3. Ülkemizde gökkuşığı alabalığı üretim miktarı	13
Şekil 4. Gökkuşığı alabalığı.....	14
Şekil 5. Olgun bir gökkuşığı alabalığı yumurtası	15
Şekil 6. Ekstrakt parçalama ve soğuk presleme	25
Şekil 7. Ekstraktların süzülmesi	25
Şekil 8. Dişi (A) ve erkek (B) anaçlar	26
Şekil 9. Sağım işlemi.....	27
Şekil 10. Yumurtaların zenginleştirme solüsyonlarına tabi tutulması	28
Şekil 11. Döllenen yumurtaların kuluçkalanması	28
Şekil 12. Sıvı kromatografi cihazı (HPLC)	31
Şekil 13. Gözlenmiş embriyo dönemindeki yaşama oranının deneysel uygulamalara göre değişimi	32
Şekil 14. Keseli yavru dönemindeki yaşama oranının deneysel uygulamalara göre değişimi.	33
Şekil 15. Serbest yüzme dönemindeki yaşama oranının deneysel uygulamalara göre değişimi	33
Şekil 16. Gözlenmiş embriyo dönemindeki SOD aktivitesinin deneysel uygulamalara göre değişimi	34
Şekil 17. Gözlenmiş embriyo dönemindeki CAT aktivitesinin deneysel uygulamalara göre değişimi	35
Şekil 18. Gözlenmiş embriyo dönemindeki lipid peroksidasyon seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi	36
Şekil 19. Keseli yavru dönemindeki lipid peroksidasyon seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi.....	36
Şekil 20. Serbest yüzme dönemindeki lipid peroksidasyon seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi	37
Şekil 21. Gözlenmiş embriyo dönemindeki Vitamin E seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi.....	38
Şekil 22. Keseli yavru dönemindeki Vitamin E seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi	38

Şekil 23. Serbest yüzme dönemindeki Vitamin E seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi.....	39
---	----



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

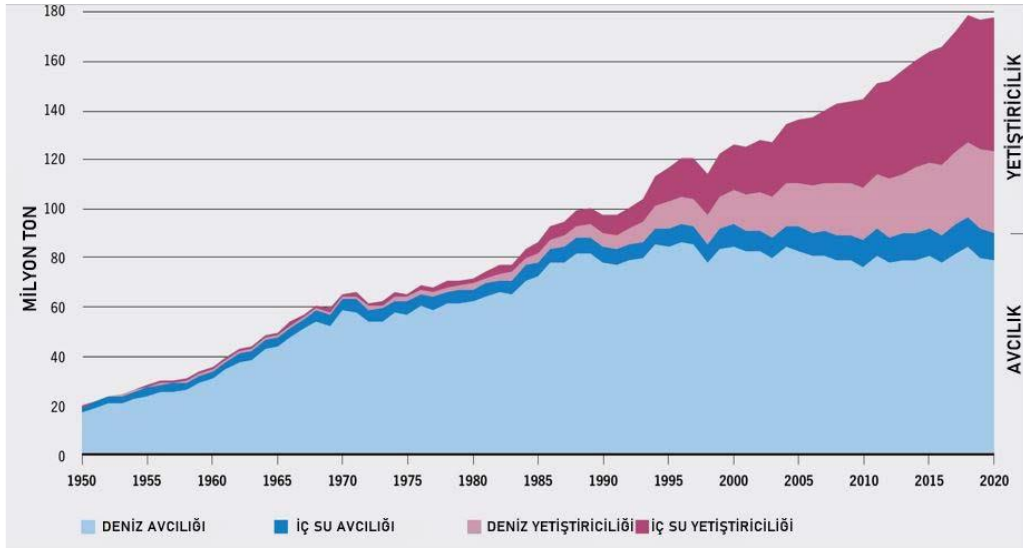
°C	Santigrat derece
ASA	Askorbik asit
Ca	Kalsiyum
CAT	Katalaz
Cl	Klor
EDTA	Etilendiamin Tetra Asetik Asit
EMS	Erken Ölüm Sendromu
g	Gram
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
KH ₂ PO ₄	Potasyum di – Hidrojen Fosfat
MDA	Malondialdehit
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
pH	Hidrojen iyonu yoğunluğu
PO ₄	Fosfat
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri
PUFA	Uzun zincirli çoklu doymamış omega-3 yağ asitleri
SO ₄	Sülfat
SOD	Superoksit dismutaz
TÜİK	Türkiye istatistik kurumu

GİRİŞ

Dünya nüfusu her geçen gün hızla artmakta ve artan bu nüfusu sağlıklı ve kaliteli besleyebilmek için daha fazla gıda kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Su ürünleri sektörü artan gıda ihtiyacının karşılanmasında ve gıda endüstrisindeki gelişme ve yeniliklerle her geçen gün önemi artmaktadır. Toplum bilincinin son yıllarda artmasıyla birlikte insanlar sağlıklı ve kaliteli gıdalara yönelmiş, beslenme kültürlerini değiştirmeye başlamışlardır. Balık ve diğer su ürünleri, yapısında bulundurduğu yüksek kaliteli protein, omega-3 uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), sağlık için esansiyel olarak önemli fosfor, kalsiyum gibi mineraller ve A, D, B ve K vitaminleri bakımından zengin içeriği ile ihtiyaç duyulan önemli bir besin maddesidir. Su ürünleri uluslararası ticaretteki payı, yüksek oranda sağlıklı ve kaliteli besin madde içeriğine sahip olması, yem değerlendirme ve çevre dostu yetiştiriciliğe uygunluğu ve diğer çiftlik hayvanlarına göre daha avantajlı olması, karasal alanlarda yapılan tarımsal faaliyetlerin üst sınırlara ulaşmış olması gibi unsurlar bu sektörü son 40 yılda en hızlı büyüyen gıda üretim endüstrisi yapmıştır (Tacer 2017).

Dünyanın mevcut su ürünleri potansiyeli seneler itibarıyla incelendiğinde küresel ısınma, aşırı av baskısı ve su kaynaklarının aşırı kirletilmesi sonucu avlanan su ürünlerinin tür ve miktar bazında azaldığı üstelik avlanan su ürünleri stoklarının 1980'li yıllardan günümüze kadar paralel bir şekilde devam ettiği bilinmektedir. Buna rağmen yetiştiricilik ürün miktarlarının yıllar geçtikçe daha da arttığı ve artmaya devam edeceği, su ürünlerinin elde edilmesinde avlanan ürün miktarlarının azaldığı ve bunun telafisinin sadece su ürünleri yetiştiriciliği üretimi ile karşılanması beklenmektedir.

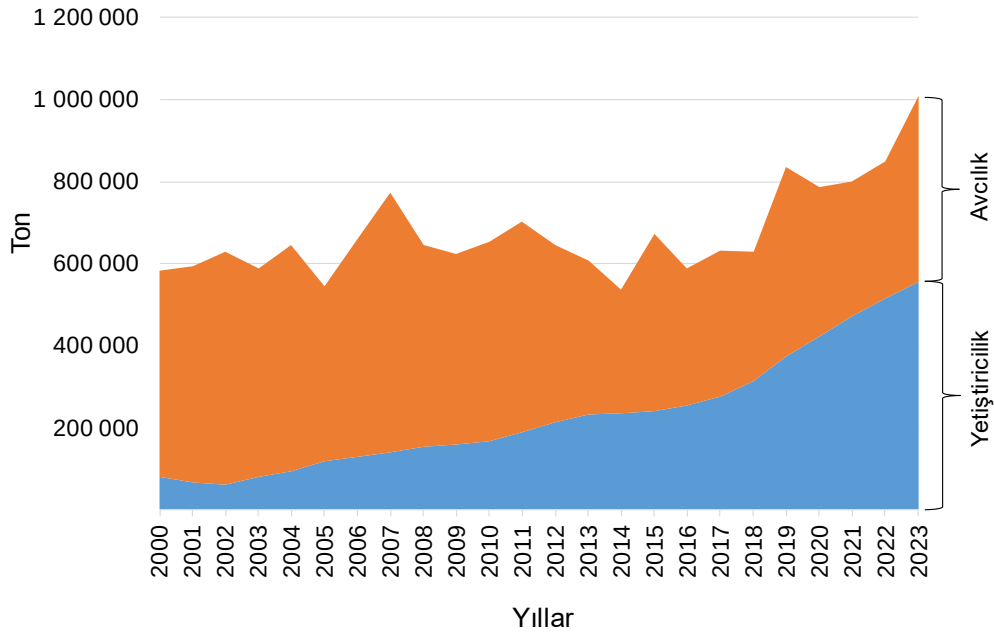
2021 yılında Dünya genelinde su ürünleri üretimi 182,8 milyon ton olarak gerçekleşmiş olup, bu üretimin %49'u su ürünleri yetiştiriciliğinden temin edilmiştir. Yetiştiricilik üretimi %3,7 oranında bir önceki seneye göre artmıştır. Üretimin yaklaşık 91,9 milyon tonu avcılık yoluyla, 90,8 milyon tonu ise yetiştiricilikle elde edilmiştir (FAO 2022) (Şekil 1).



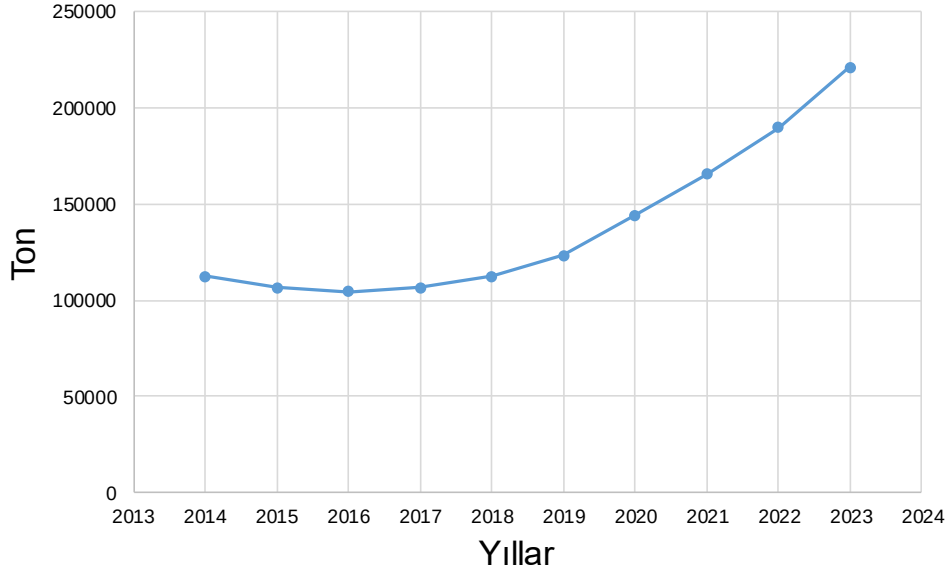
Şekil 1. Dünyada su ürünleri üretim miktarı (FAO 2022)

Türkiye Su Ürünleri Üretimi

2023 yılında Ülkemizde toplam su ürünleri üretimi, bir önceki yıla göre %18,6'lık artışla 1 milyon 7 bin 921 tona ulaşmıştır. Su ürünleri avcılığından elde edilen üretim bir önceki seneye göre %35,5 oranında artarken, yetiştiricilik üretimi ise %7,6 oranında artış göstermiştir. Ülkemizde su ürünleri üretim potansiyelinin %55'i yetiştiricilikten sağlanmıştır (Şekil 2) (TÜİK 2024). Gökkuşaağı alabalığı yetiştiriciliği Ülkemizde önemli bir yer tutmakta ve üretimi yıllar itibarı ile gittikçe artmaktadır (Şekil 3). 2023 yılı gökkuşaağı alabalığı üretimimiz bir önceki yıla göre %16,5 oranında artarak 221 bin tona ulaşmıştır (TÜİK 2024).



Şekil 2. Ülkemizde su ürünleri üretim miktarı (TÜİK 2024)



Şekil 2. Ülkemizde gökkuşağı alabalığı üretim miktarı (TÜİK 2024)

Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü ile su ürünleri yetiştiricileri üretici birlikleri 2018 yılında Türkiye’de üretilen ve ihraç edilen somonlar için başlatılan çalışmalar sonucu Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü 07.04.2020 tarihinde “Alabalıkların Somon Olarak Adlandırılması Hakkında.” konulu yazısında 3 kg ve üzeri somonların ticari ünvanının “Türk Somonu” olarak adlandırılması kararlaştırılmıştır. Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Türk somonu adıyla marka haline gelen türdür. Gökkuşağı alabalığının tuzluluk seviyesi düşük sulara adapte olabilmesi, ‰18 tuzluluktan daha düşük olan Karadeniz suyunda yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Kara tesislerinde üretilerek 500 gr ağırlığa ulaşan alabalıklar, deniz suyu sıcaklığının 20°C derecenin altına düşmeye başladığı kasım ayında canlı nakilleri yapılarak ağ kafeslere konulur. Deniz suyuna uyum sağlayan alabalıklar su sıcaklığı ve balık büyüklüğü dikkate alınarak yapılan yemleme sonucu 6-8 ay içerisinde 3-3,5 kg ağırlığa ulaştırılır. Pazar ağırlığına ulaşan balıklar uygun koşullarda hasat edilerek pazara sunulur (Yılmaz 2023).

Diğer yandan, bu kadar fazla alabalık üretimi için gerekli olan yavru yetiştiriciliği çoğu zaman yurt dışından satın alınan yumurta veya embriyoya dayalı olmaktadır. Bu durumun başlıca sebepleri uygun olmayan damızlık ve kuluçka yönetimidir.

Gökkuşağı alabalığı kuluçkahanelerinin tam kapasite üretim yaptığının başarılı olduğunun söylenebilmesi için yıl boyu üretim sürecinin her haftasında düzenli olarak yetiştiricilik tesislerine yüksek kaliteli yumurta ve yavruların temin edilebilmesine bağlıdır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde kuluçkahanelerin bilimsel ve teknik temellerinin daha da geliştirilmesi sağlanarak sürekli yüksek kaliteli yumurta ve yavru üretimi sağlamak amacıyla yeni bilimsel araştırmaların yapılması elzemdir (Bromage 1992).

Gökkuşağı Alabalığı

Gökkuşağı alabalığı, Kuzey Amerika kökenli olup dünyada yetiştiriciliği yapılan ve dünyanın birçok yerine yayılmış en yaygın türlerden biridir (Şekil 4). Vücut lateral yassı biçimde, ağız terminal yapılı damak, çene ve dil üzerinde güçlü dişleri bulunur.

Gökkuşağı alabalığının morfolojik olarak en belirgin özelliği ışsız adipöz yüzgeç olarak tanımlanan bir çıkıntının olması ve yaşadıkları bölgelere göre farklılık gösteren çeşitli renk ve büyükte beneklerle kaplı olmasıdır.

Gökkuşağı alabalığının kültür balıkçılığında tercih edilmesinin sebepleri;

- Çevresel şartlara çok kolay uyum sağlaması, hastalıklara karşı dirençli olması.
- İdeal su sıcaklığının 13-18 °C olmasına rağmen yüksek sıcaklıklara (24 °C) ve düşük oksijen seviyesine (>5 mg/L) karşı toleransı olması,
- Yumurtadan çıkan fryların diğer türlere göre büyük olması, pelet yeme kolay alışması, aktif şekilde yem alması ve yem değerlendirme oranının iyi olması,
- Diğer alabalık türlerine (dere alabalığı ve kaynak alabalığı) göre kuluçka sürelerinin kısa olmasıdır.
- Sağımı kolay ve oldukça hızlı gelişen, gıda olarak talep edilen bir balık olması
- Fotoperiyot uygulaması ile sağım zamanının değiştirilebilmesi, bu durum balıkların her dönem taze olarak bulunmasını sağlamaktadır (Yanık *et al.* 2009).

Gökkuşağı alabalığı Sistematigi;

Âlem: Vertebrata

Altalem: Pisces (Balıklar)

Sınıf: Osteichthyes (Kemikli Balıklar)

Takım: Salmoniformes (Alabalıkgiller)

Aile: Salmonidae (Alabalıklar)

Cins: *Oncorhynchus*

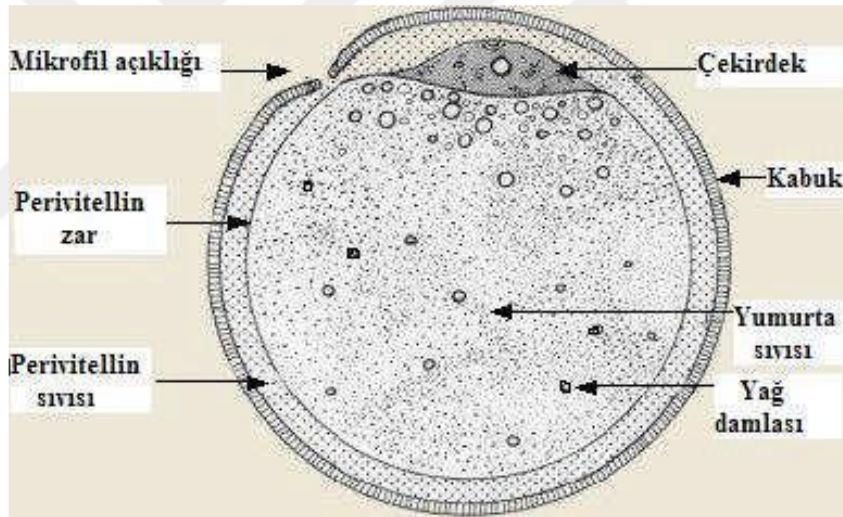
Tür: *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792).



Şekil 3. Gökkuşağı alabalığı (Orijinal)

Alabalıklar bol oksijenli, berrak ve soğuk akarsu, kaynak suları ve göllerde yaşayan, iç su balıkları içerisinde en çok yetiştiriciliği yapılan ve en çok tercih edilen türdür. Karnivor bir tür olan gökkuşağı alabalığı cinsi olgunlaşma süresi literatürde 2-3. yaşlarda başladığı belirtilse de ülkemizde çiftlik şartlarında dişi balıklar 2. yaşta erkek balıklar ise 1. yaşında gamet üretmeye başlamaktadır. Aralık ayında başlayan üreme dönemi su sıcaklığına bağlı olarak Şubat ayı sonlarına kadar devam etmektedir. Gökkuşağı alabalıklarının embriyonik gelişimi doğrudan yaşadıkları suyun sıcaklığına bağlı olarak yumurtalar 300 gün/derecede açılmaktadır (Pennell 1996; Hoitsy *et al.* 2012).

Balık üretiminde temel amaç mevcut anaçlardan çok fazla miktarda kaliteli yumurta ve larva elde etmektir. İdeal koşullar altında, yumurtaların dölleme, embriyonal gelişimi ve çıkan larvaların yaşama oranı üzerinde, yumurta kalite parametreleri olarak adlandırılan özellikler belirleyici bir etkiye sahiptir (Brooks *et al.* 1997). Anaç balıklarda gonad olgunlaşması, yumurta (Şekil 5) ve sperm hücrelerinin oluşumu ve gelişimi, su ortamının sıcaklık değerleri tarafından doğrudan etkilenmektedir (Bromage 1995).



Şekil 4. Olgun bir gökkuşağı alabalığı yumurtası (Tata, 1986)

Antioksidan Savunma Sistemi

Aerobik solunum yapan organizmalarda metabolik reaksiyonlar sonucu serbest radikaller üretilir. Bu serbest radikaller oksijen türevi veya azot türevi olabilir ve prooksidanlar olarak adlandırılırlar. Protein, DNA ve lipit gibi makro moleküllere saldırarak hücrel ve doku düzeyinde hasarlara neden olurlar. Serbest radikallerin etkilerini azaltmak veya yok etmek için vücut antioksidanlar içermektedir. Bu antioksidanlar ya endojen olarak üretilen enzimler ya da dışardan besinlerle alınan mineral, vitamin ya da diğer biyo-moleküllerden oluşmaktadırlar. Süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) en önemli antioksidan enzimlerdendir. E vitamini en önemli antioksidanlardan olup, Se, Mn, Cu ve Zn gibi mineraller ile A ve C gibi vitaminler

de önemli antioksidan aktivitelere sahiptirler. Sağlıklı bir vücutta prooksidanlar ve antioksidanlar arasındaki oran korunabilmekte, bu oranın prooksidanlara doğru kayması ise oksidatif strese yol açmaktadır (Patekar *et al.* 2013). Bitkilerde bulunan başlıca fenolik bileşikler olmak üzere birçok fito-kimyasalın da güçlü antioksidan etkilerinin olduğu bilinmektedir.

Süperoksit dismutaz enzimi

Süperoksit dismutaz, enzimatik antioksidanlar arasında en çok tanınan metalloenzim çeşididir ve SOD'lerin merkezi bir antioksidan görevi olması nedeniyle, bu enzimin değeri bütün aerobik organizmalarda vurgulanmıştır. SOD, süperoksit radikalini uzaklaştırdığı, hücreyi onardığı ve süperoksit anyonunun indirgenmesini katalize ederek hasarı azalttığı için birincil savunma olarak adlandırılmaktadır (Bayır 2011; Patekar *et al.* 2013).

Katalaz enzimi

Katalaz enzimi, hücre içinde gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda oluşan yan ürün olan hidrojen peroksiti suya dönüştürme işlevini üstlenmektedir. Bu mekanizma sayesinde, H₂O₂'nin hücre üzerindeki olumsuz etkileri engellenmiş olmaktadır (Patekar *et al.* 2013).

Lipit peroksidasyon

Malondialdehit (MDA), serbest radikallerin etkisiyle gerçekleşen lipid peroksidasyonunun zincirleme reaksiyonları sonucunda oluşan ikincil bir üründür ve bu süreç, lipid peroksidasyonunun değerlendirilmesinde en önemli parametrelerden biri olarak kabul edilmektedir. Lipid peroksidasyonu sırasında meydana gelen MDA, üç veya daha çok çift bağ bulunduran yağ asitlerinin oksidasyonu ile meydana gelir. Oluşan malondialdehit, hücre membranlarındaki iyon hareketlerini etkileyerek hücre duvarındaki bileşenlerin karşılıklı bağlanmasına yol açabilir. Bu durum, enzim aktivitesinde değişim ve iyon geçirgenliğinde bozulmalar gibi olumsuz sonuçlar doğurabilir. MDA, kısa zincirli bifonksiyonel bir aldehit olup, lipid peroksidasyonunun önemli bir göstergesi olarak tiobarbitürik asit ile tespit edilebilir (Ecevit, 2013).

Çalışmada kullanılan bitkiler ve antioksidan potansiyelleri

Kırmızılahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), Brassicaceae (turpgiller) familyasına ait bir lahana çeşididir. Sebze olarak yetiştirilen ve orta koyu kırmızı veya bordo renkte olan bir lahana çeşididir. Bu tür, kalın ve yoğun bir yapıya sahiptir ve genellikle soğuk mevsimlerde yetiştirilir. Turpgiller (Brassicaceae) familyasına ait olan kırmızılahana, sağlık için önemli olan birçok vitamin, mineral ve antioksidan içerir. Bitkilerin yaprak renklerinin

yoğunluğu, pH değerine göre değişim göstermesi, antosiyanin adı verilen pigmentlere bağlıdır. Antosiyaninler, bitkilerde renk kalitesinin korunmasını ve farklı pH ortamlarında farklı renk tonlarına dönüşmesinden kaynaklanmaktadır (Ahmadiani 2014). Gıda olarak tüketilen kırmızılahananın sağlık üzerindeki olumlu etkileri ve doğal boyar madde olarak kullanımı mevcuttur. Kırmızılahanada bulunan antosiyaninler güçlü antioksidan özelliklere sahiptir. Antioksidanlar, vücudun serbest radikallerinin zararlı etkilerine karşı koruyucu ve oksidatif stresi azaltarak sağlıklı yaşam sunar. 1-siyanidin-3-glikozit, kırmızılahanada bulunan temel bir antosiyanin bileşenidir (Ghareaghajlou *et al.* 2021).

Kırmızı soğan, fenolik bileşikler içeriğiyle güçlü antioksidan aktiviteye sahiptir. Ayrıca antosiyaninler, fenolik asitler, flavonoidler, tiyosülfatlar, karotenoidler ve terpenoidler, alkenil sistein, fitoöstrojenler, sülfoksitler, vitaminler, mineraller ve amino asitler vb. çok fazla biyoaktif bileşen içermesi nedeniyle önemli bir bitkidir (Albishi *et al.* 2013; Kwak *et al.* 2017).

Turp, çiğ olarak tüketilmesiyle bilinir ve yemeklerde iştah açıcı ve lezzetli bir bileşen olarak kullanılır. Bol miktarda askorbik asit ve kükürt içeriğine sahiptir. Turpun yapısındaki besin maddesi çeşitleri değişiklik gösterse de 100 gram turpun %90-95'ini su oluşturmaktadır. Geriye kalan %5-10'luk kuru madde içerisinde % 0,1-0,3 yağ, % 0,6-0,8 protein ve % 4,4-6,8 karbonhidrat bulunur. Vitamin ve mineraller açısından bakıldığında, 100 gram turpun yapısında 30 IU A vitamini, 0,005-0,006 mg B1 vitamini, 0,02-0,04 mg B2 vitamini, 17-20 mg askorbik asit, 0,1-0,4 mg niasin, 30-50 mg Ca, 196 mg Mg, 63.5 mg Na, 20 mg P, 10 mg K, 0.15 mg Mn ve 0.68 mg Zn bulunmaktadır. Ayrıca, 100 gram turpun kalori değeri minimum 14 maksimum 32 kcal arasında değişmektedir (Kartal 2007).

Karadut meyvelerinde bulunan fenolik bileşenlerin, serbest oksijen radikallerine karşı koruyucu etki göstererek ve metal iyonlarıyla şelasyon yaparak lipidlerin peroksidasyonunu engellediği tespit edilmiştir. Ayrıca, fenolik yapıli bileşiklerin antioksidan özelliklerinin farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Polimerik polifenollerin basit monomerik polifenollere kıyasla daha güçlü bir antioksidan aktiviteye sahip olduğu, benzen halkasındaki grupların yapılarına bağlı olarak antilipoperoksidan etkinin değişiklik gösterdiği ve bu grupların antioksidan özelliklerini etkilediği görülmüştür (Bacanlı 2015). Karadut sahip olduğu yüksek antosiyanin içeriği ile önemli antioksidan potansiyele sahiptir (Kim and Lee 2017).

Mevcut çalışmanın amacı, uygun olmayan damızlık yönetimi ve beslemesinden kaynaklanabilecek olumsuzlukları gidermek için yumurtaların çeşitli bitkisel ekstraktlarla (kırmızılahana, karadut, kırmızı soğan ve turp) muamele edilerek özellikle antioksidan maddeler bakımından zenginleştirilmesi ve böylece gökkuşağı alabalığı yumurtalarının erken gelişim dönemindeki yaşama oranının artırılması hedeflenmektedir.

KURAMSAL TEMELLER

Su ürünleri sektöründe sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla yetiştiricilik sistemlerinde balıkların büyüme ve üremesini geliştirmek, hastalıklardan korumak veya sağaltımını sağlamak için farklı uygulamalar yapılmaktadır. Düşük maliyetli ve kaliteli ürün elde etmede sentetik içerikli ürünler kullanılmaktadır. Yapılan uygulamalarda yemlere çeşitli katkı maddelerinin ilave edilmesi, bağışıklık uyarıcı ilaçların kullanımı, anestezi uygulamaları ile tedavi amaçlı antibiyotikler, antiparaziter ve antifungal ajanların kullanıldığı bilinmektedir. Ancak, bu tür kimyasalların kullanılmasından kaynaklanan kötü sonuçlar, balık ve insan sağlığı açısından olumsuz etkileri tespit edildiğinden bitkisel kaynaklı ürünler daha fazla rağbet görmeye başlamıştır. Antibiyotiklerin ve çeşitli kimyasal bileşiklerin geniş çapta kullanımı, tedavi edilen balıklarda ilaç kalıntılarına ve dirençli patojenlere yol açmıştır. Bu ilaç kalıntıları, sadece çevresel kirliliğe değil, aynı zamanda insan tüketicileri için de ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Son yıllarda doğal bitkisel kökenli ilaç ve kozmetik sanayi sektörü hızla gelişmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkiler ayrıca balık yetiştiriciliğinde de kullanılmaktadır. Dünyada ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı giderek artmaktadır. Bitkisel kaynaklı ürünlerin tercih edilme nedenleri arasında; düşük fiyatlı olmaları, kolay elde edilebilmeleri, düşük dozlarda etki göstermeleri, biyolojik olarak parçalanabilmeleri, hastalıklara karşı etkili ve çevreci olmaları gösterilebilir. Dolayısıyla su ürünleri üretiminde değişik tıbbi ve aromatik bitkilerin, balıkların büyüme ve üreme performansını artırmak, bağışıklık sistemini güçlendirmek, hastalıkların tedavisinde ve anestezik madde olarak kullanımlarının önünü açmak amacıyla yapılan bilimsel çalışmalarda bitkisel hammaddelerin kök, gövde, yaprak veya tohum gibi kısımlarının kullanılabilir olmasının yanında bu kısımların çeşitli çözücülerle hazırlanan ekstraktları da kullanılmaktadır. Yapılan tıbbi ilaçlar, gıdalar ve bitkisel ürünlerin genellikle yemlere ilave edilerek kullanılacağı gibi, aynı zamanda enjeksiyon yoluyla ve banyo uygulaması şeklinde de uygulanabileceği belirtilmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkiler gibi bitkisel ürünlerin antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin yanı sıra, balıklarda büyüme sağlanması ve yoğun miktarda üretim yapılan tesislerde stresin azaltılmasında da önemli etkileri olmuştur (Çelik 2020).

Lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata*) da dahil olmak üzere altı çeşit taze turpgillerden metanol ve su özütlerinin elde edilerek, bu özütlerin antimikrobiyal olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada gram-pozitif bakteriler, gram-negatif bakteriler ve maya kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, lahanadan elde edilen su özütlerinin özellikle gram-negatif bakterilere karşı yüksek antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Hu et al 2004). Birçok araştırmada kırmızı lahananın, lupeol, sinigrin ve sülföraptan gibi

enzim aktivitesini etkinleştirdiği ve tümörlerin büyümesini engelleyici bir takım anti-kanser bileşikleri bünyesinde barındırdığı tespit edilmiştir (Draghici *et al.* 2013).

Kırmızılahana ekstraktlarının farklı çözücüler (toluen, dietil eter, kloroform, diklorometan, etanol, metanol ve distile su) kullanılarak antibakteriyel ve antioksidan aktiviteleri araştırmak için yapılan bir çalışmada kloroform özütünün çok etkili antimikrobiyal ve antioksidan aktivite sergilediği gözlemlenmiştir (Rubab *et al.* 2020). Kırmızılahananın, yüksek fenolik asit, antosiyanin, toplam fenolik ve flavonoid içeriği ile yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu rapor edilmiştir (Goyeneche *et al.* 2015).

İyi bir askorbik asit (C vitamini), B6, riboflavin, magnezyum ve kalsiyum kaynağı olan turp aynı zamanda folik asit ve potasyumca da zengin bir bitkidir (Zohary and Hopf 2000). Turplarda etken madde olan glukozinolatların, ‘glucoraphasatin (GRH)’, total glukozinolatların büyük çoğunluğunu oluşturduğu belirtilmiştir. Yapılan araştırmalarda ‘raphasatinin’ maddesinin, detoksifikasyon enzimlerini uyardığı (Hanlon *et al.* 2009) ve antioksidan olarak görev yaptığı rapor edilmiştir (Papi *et al.* 2008).

Manivannan *et al.* (2019), turpta yer alan glukosinolat, polifenol ve izotiyosiyanatlar gibi ikincil metabolitlerin oksidatif stres, karaciğer inflamasyonu, diyabet, karaciğer, kolon, göğüs, akciğer ve prostat kanseri gibi çeşitli sağlık sorunlarına karşı önemli rol oynadığı belirtilmiştir. Ayrıca, turpun yapısında bulunan temel besin maddeleri ile apigenin, kaemferol ve kuersetin gibi flavonoidlerin yüksek antioksidan özellikler sergileyerek serbest radikallerin azaltılmasında ve DNA yapı bozukluğunun önlenmesinde etkili olduğu belirtilmiştir. Flavonoidler, çoklu hidroksil gruplarına sahip polifenollerin ana bileşenlerindendir ve yüksek serbest radikal temizleme kapasitesine sahiptirler. Bu nedenle, turp güçlü antioksidan potansiyeli ile öne çıkan değerli bir biyoaktif bileşik kaynağı olarak kabul edilmektedir.

Zhang *et al.* (2020) farklı renkteki turplardan toplamda 133 flavonoid, 9 antosiyanin ve 28 flavonol içerdiği belirtmişlerdir. Araştırmacılar, çeşitli turp renklerinde flavonoid oranlarının farklı miktarlarda olduğunu rapor etmişlerdir. Bitkinin kök, gövde ve tohumları olmak üzere neredeyse bütün kısımlarının tıbbi amaçlarla değerlendirildiği ve kök suyu yeni sıkılmış *R. sativusun* antiülser aktivite gösterdiği belirtilmiştir. *R. sativusun* yapraklarından elde edilen taze meyve sularının ise diüretik özellik taşıdığı belirtilmiştir (Ahmad *et al.* 2012).

Sana Noreen *et al.* (2023) yapılan çalışmada kullanılan turp kabuklarının karakteristik özellikleriyle bunların kullanımını ve sağlık üzerine etkilerini araştırmışlardır. Ayrıca turp kabukları, yüksek kimyasal bileşimleri ve antioksidan aktiviteleri nedeniyle dikkat çekmiştir. Yapısında Kumarinler, fenoller, glukozinolatlar, antioksidanlar vb. dahil olmak üzere çeşitli kimyasalları barındırır. Turp kabukları, kansere, hipertansiyona, kalp-damar hastalıklarına,

iltihaplanmaya ve alerjiye karşı koruyucu ve aynı zamanda hepatoprotektif, trombosit agregasyonu ve bağışıklık güçlendirici olarak da görev yapar. Bu nedenle turp kabukları evlerde kronik rahatsızlıkların iyileştirilmesi için kullanılabilir.

Yumurta ve larva kalitesini etkileyen faktörlerin belirlenmesi her zaman kolay olmamakta (Kjorsvik *et al.* 1990), ancak genel olarak anaç balıkların beslenme durumunun yavru kalitesi üzerinde oldukça önemli bir faktör olabileceği belirtilmiştir (Blom ve Dabrowski 1996). Yüksek oranda fertilizasyon elde etmek için kaliteli sperm ve yumurtaya sahip olunması gerekmektedir. Spermanın yumurtayı dölleme potansiyeli, doğrudan sperma kalitesiyle ilişkilidir. Kaliteli spermin varlığı, yüksek verimde döl elde edilmesini sağladığından, sperma kalitesinin araştırılıp belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalar, spermatolojik özelliklerin (motilite, canlılık, yoğunluk vb.) dölleme sürecini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Sperma kalitesi düşük ve dölleme yeteneği yetersiz olan erkek türlerin üretim tesislerinden elenmesi, ekonomik kazancın artmasına katkı sağlamaktadır (Seçer *et al.* 2004).

Temel besinlerin balık yumurtalarında birikmesi, dişi balıklardaki besin rezervlerine ve sonuç olarak oogenezden önceki dönemde anaçların diyet girdisine bağlı olduğu bilinmektedir (Blom ve Dabrowski 1996; Bell *et al.* 1997). Bu bağlamda, anaç beslenmesi bir bakıma larvaların endojen beslenme döneminde optimal hayatta kalmalarını ve gelişmelerini garanti etmektedir (Lavens *et al.* 1999). Balıklar embriyonik gelişimleri esnasında hızlı büyümekte ve bu dönemde yüksek hızdaki metabolizmadan dolayı oksidatif strese sebep olan reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi artmaktadır. Diğer yandan balıklardaki antioksidan savunma enzimleri ancak embriyonik gelişimin sonlarına doğru aktif olmaktadır. Bu durumda embriyonik gelişim sürecinde balıkların antioksidan savunma sistemi, anne tarafından yumurta sarısına aktarılan enzim olmayan antioksidan maddelere bağlı olacaktır (Palace ve Werner 2006).

Kültür balıkları yetiştiriciliği üzerine yapılan araştırmalarda, üretim verimliliğini en çok etkileyen faktörlerden birinin gamet kalitesi olduğu ve bu kalitenin çevresel koşullar, beslenme ve genetik faktörler gibi çeşitli etkenlerden etkilendiği belirtilmiştir (Canyurt ve Akhan, 2008). Kültür ortamında kaliteli yumurta ve sperm elde edilmesi üzerine yapılan araştırmalar, yem kalitesi ve içeriğinin üretim verimini belirleyen en kritik faktörlerden biri olduğunu göstermektedir. Son yıllarda optimum büyüme, sperm canlılığı ve balık sağlığını destekleyen yeni ve dengeli ticari diyetlerin geliştirilmesi üzerine kapsamlı çalışmalar yürütülmektedir (Craig and Helfrich, 2002).

Falahatkar *et al.* (2006), askorbik asidin (C vitamini) farklı form ve konsantrasyonlarının ayrıca çeşitli zenginleştirme zamanlarında (döllemeden 24 ve 48 saat

sonra) gökkuşağı alabalığında yumurta, embriyo ve hayatta kalma üzerine etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada farklı deneyler yapılmış, deney 1 ve 2'de, döllenmiş yumurtalar çeşitli konsantrasyonlarda 0 (kontrol), 100, 1000 mg/L L-askorbik asit (AA) ve 2000 mg/L Laskorbil monofosfat (AP) içeren çözeltiye daldırılmıştır. Deney 3'te ise 0 (kontrol), sodyum hidroksit ile nötrleştirilmiş 500 ve 1000 mg/L Askorbik asit (N), nötrleştirilmemiş 1000 mg/L askorbik asit (NN), 1000 ve 2000 mg/L L-askorbil monofosfata (AP) daldırılmıştır. Ortalama toplam askorbik asit (TAA) ve dehidroaskorbik asit (DHA) konsantrasyonları döllenmeden önce ve döllenmeden 3 ve 24 saat sonra, gözlenmiş yumurta döneminde ve keseli larva döneminde ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda; döllenmeden 3 ve 24 saat sonra farklı daldırma seviyelerinde toplam askorbik asit TAA konsantrasyonunda önemli farklılıkların görüldüğü ve hayatta kalma oranının, C vitamini düzeyine, çözeltilerin pH değerine ve daldırma süresine bağlı olarak önemli derecede değiştiği tespit edilmiştir. Anaç gökkuşağı alabalığının yumurtalıklarında olması gereken seviyede C vitamini bulunmadığı durumlarda, yumurtaların 1000 m/L nötrleştiren askorbik asit çözeltisine daldırılmasının olumlu etkisinin olabileceği araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

Futia *et al.* (2017), alabalıklar üzerinde yaptıkları çalışmada, yetişkin alabalıklara tiamin mononitrat (50 mg/kg) enjekte ederek tiamin uygulanan (n = 27) ve uygulanmayan (n = 27) balıklardan kas, karaciğer ve yumurta örnekleri almışlardır. Araştırmacılar ayrıca alınan yumurtaları kontrol ve muamele grubu olmak üzere iki gruba ayırarak muamele grubuna tiamin banyosu (1000 ppm) uygulamışlardır. Yetişkin balıkları ve yumurtaları muamele durumuna göre toplamda dört grup olmak üzere; muamele edilen yetişkinler/ muamele edilen yumurtalar (TT), muamele edilen yetişkinler/muamele edilmeyen yumurtalar (TU), muamele edilmeyen yetişkinler/muamele edilen yumurtalar (UT) ve muamele edilmeyen yetişkinler/muamele edilmeyen yumurtalar (UU) şeklinde sınıflandırmışlardır. Araştırma sonunda UU grubundan alınan örneklerdeki yavru ölüm oranının, birbirinden önemli ölçüde farklı olmayan diğer üç gruba (TT, TU ve UT) kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan tiaminle muamele edilen ve edilmeyen yetişkin balıklardaki kas, karaciğer ve yumurta durumlarının toplam tiamin konsantrasyonlarına bağlı olarak önemli farklılıklara sebep olduğu bildirilmiştir.

Özçelik (2020) soğan (*Allium cepa*) ve sarımsak (*Allium sativum*) bitkilerinin atıklarını kullanarak yaptığı çalışmada gökkuşağı alabalığı yumurtalarında oluşan mantar hastalığını (*Saprolegnia parasitica*) önlemeyi amaçlamıştır. Yapılan çalışmada kontrol grubu herhangi bir işleme tabi tutulmamıştır. Deney grubunda ise döllenmiş gökkuşağı alabalığı yumurtalarına sarımsak kabuğu, sarımsak sapı ve soğan kabuğu sulu metanolik ekstraktları 0,4, 0,8, 1,6 ve

3,2 g/L belirlenen konsantrasyonlarda banyo yapılarak maruz bırakılmıştır. Bütün gruptaki larvalar serbest yüzme aşamasına kadar takip edildi ve mantar enfeksiyonları nedeniyle ölen yumurta sayıları kaydedildi. Deney grubu ile kontrol grubundan elde edilen veriler karşılaştırıldı. Sonuç olarak soğan kabuğu ekstraktının, mantar enfeksiyonlarından ölen yumurta sayısı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Sarımsak kabuğu ve sarımsak sapı ekstraktlarının ise canlı sayısını etkilemeden mantar istilası sayısını önemli ölçüde azalttığı görüldü. Özellikle sarımsak kabuğu ekstraktının 0,4, 0,8 ve 1,6 g/L konsantrasyonları ile sarımsak sapı ekstraktının 0,8 ve 1,6 g/L konsantrasyonları, gökkuşağı alabalığı yumurtalarında *Saprolegnia parasitica* mantar istilasını önlemede etkili bulunmuş ve su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada kuluçka döneminde gökkuşağı alabalığı yumurtalarında meydana gelen *Saprolegniasis* hastalığını önlemek amacıyla kekik (*Origanum onites*) ve defne (*Laurus nobilis*) esansiyel yağlarının antifungal etkileri araştırılmıştır. İlk olarak kekik ve defne yaprakları kurutulmuştur. Kurutulan yapraklar öğütülmüştür. Clevenger aparatı kullanılarak su distilasyonu yöntemiyle yapraklardan uçucu yağları elde edilmiştir. Esansiyel yağlar patates dekstrozu agarına (PDA) 1-1000 ppm miktarında eklenmiş, her ikisinde de minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) 250 ppm olarak ve en düşük öldürücü konsantrasyon (MLC) ise 500 ppm olarak ayarlanmıştır. İn vivo denemelerde döllenmiş yumurtalar, suyun sertleşmesi ve kuluçka döneminde veya sadece kuluçka döneminde banyo yapılarak önceden belirlenen dozlarda tedavi edilmiş ve embriyolojik gelişim sırasında meydana gelen ölüm oranları izlenmiştir. En iyi larva çıkış oranı, günlük uygulama yapılan 500 ppm kekik ve 500 ppm defne gruplarında sırasıyla %82,11 ve %79,87 olarak belirlendi. Sonuçlar incelendiğinde kekik ve defne esansiyel yağlarının tüm dozlarda negatif kontrol grubuna göre daha iyi sonuç verdiği, 500 ppm dozunun ise formalin uygulanan pozitif kontrol grubuna göre daha etkili olduğu görülmüştür (Özdemir 2022).

Lee *et al.* 2009, erken ölüm sendromu (EMS) sonucu hayatta kalma şansının azaldığı bilinen bir popülasyondan gelen balıkların tiamin daldırılmasının etkisini incelemek ve tiamin konsantrasyonu ile swim-up aşamasındaki göl alabalığı (*Salvelinus namaycush*) alevinlerindeki dokulardaki lezyonlar arasındaki neden-tepki ilişkisini araştırmışlardır. Michigan Gölü'nden 14 balıktan alınan balık yumurtaları yapay olarak döllenmiş ve yavrular, döllenmemiş yumurtalardaki tiamin konsantrasyonuna (düşük [0,73 nmol/g] veya yüksek [0,85 nmol/g]) göre iki gruba ayrılmıştır. Çalışmada yavrular, yumurtadan çıkma veya swim-up aşamasında tiamin solüsyonuyla (2.000 mg/L 2 saat boyunca) muamele edilen ve edilmeyen olarak iki gruba ayrılmıştır. Araştırmacılar, kontrol gruplarındaki yavruların swim-up aşamasında hayatta

kalma oranının tiamin konsantrasyonuyla ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Düşük tiaminle muamele edilen grupların, swim-up aşaması (812,0 derece-gün) ile swim-up'tan 16 gün sonra (963,3 derece-gün) arasında kontrol gruplarından önemli ölçüde daha yüksek hayatta kalma oranına sahip olduğu, yüksek tiaminle tedavi edilen grupların hayatta kalma oranının ise yumurtadan çıkma sırasındaki tedavi ve swim-up aşamasına bakılmaksızın, muamele edilen ve kontrol balıkları arasında farklılık göstermediği bildirilmiştir. Düşük tiamin seviyelerine sahip kontrol alevinleri, swim-up aşamasından 16 gün sonra %94,9-100 ölüm oranıyla sonuçlanan EMS gösterdiği belirtilmiştir. Araştırmacılar çalışma sonucunda, Swim-up sırasında tiamin muamelesinin, EMS'den etkilenen göl alabalıklarının yumurtadan çıkış sırasındaki muameleye kıyasla hayatta kalma oranını artırdığını beyan etmişlerdir.

Dziewulska *et al.* 2021, döllenme sonrası su alıp şişme sırasında farklı selenyum konsantrasyonlarına maruz kalan yumurtalardan oluşan deniz alabalığı embriyolarının ve yavrularının hayatta kalması üzerine yaptıkları çalışmada, vücutta biriken Se'nin, embriyoların hayatta kalma oranı ve yaşamın ilk dört ayındaki büyümesini incelemişlerdir. Araştırmacılar, 0,5 ila 8 mg/L Se konsantrasyonda döllenmiş yumurtaların şişmesinin, yumurtadan çıkma oranı üzerinde hafif pozitif bir etki ile ilişkilendirilebileceğini diğer taraftan daha yüksek Se konsantrasyonunda ise embriyonun hayatta kalması üzerinde zararlı bir etkisinin gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, yavruların hayatta kalmalarının tüm gruplarda benzerlik gösterdiği, yavru boyu ve ağırlığının ise vücudundaki Se konsantrasyonu ile pozitif korelasyon gösterdiği bildirilmiştir.

Brown *et al.* 2005, yumurtanın tiamin ve tiamin analoglarının sulu çözeltilerine daldırılmasının erken ölüm sendromunu azaltmadaki etkinliği çalışmalarında; yumurtaların su alıp sertleştirilmesi sırasında daha fazla lipitte çözünen tiamin analogu allithiamin'e (1.000 mg/L) maruz bırakılmasının yumurta tiamin seviyelerini 1,5–2,5 nmol/g artırdığını ve EMS'yi tersine çevirmede tamamen etkili olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir lipitte daha fazla çözünen tiamin analogu olan benfotiamin'in ise (100 mg/L) EMS'yi azalttı ancak yumurta tiamin içeriğinde belirgin artışlar üretmediği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Diğer taraftan Amcoff *et al.* (1998), suda sertleşme sırasında tiamin uygulamasının, Baltık somonunda (*Salmo salar*) yüksek bir hayatta kalma oranı elde etmek için yumurtadan çıktıktan sonra uygulanan uygulamadan daha etkili olduğunu öne sürmüşlerdir; ancak döllenmeden hemen sonra tiamin ile tedavi edilen Chinook somonu (*Oncorhynchus tshawytscha*) yumurtalarının hayatta kalma oranında önemli, biyolojik açıdan ise anlamlı bir artış göstermediği belirtilmiştir (Barnes *et al.* 2001).

Yulianti *et al.* 2020, siyah zencefil (*Zingiber zerumbet*) ve ekşi patlıcan (*Solanum ferox*) bitki ekstraktlarının tırmanıcı levrek (*Anabas testudineus*) yumurtalarının çıkış oranı üzerindeki

etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, dört farklı muamele ve tekrarlı olarak tamamen rastgele bir tasarım uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama, zencefil ekstraktı (200 mg/L) ve ekşi patlıcan (600 mg/L) kombinasyonu (1:1 oranında) ile yapılmıştır. Dört farklı uygulama, her biri 1000 ml distile su içeren 4 kap veya plastik kavanozda gerçekleştirilmiştir ve her bir plastik kavanoza sırasıyla 0 ml, 1 ml, 2 ml ve 2,5 ml kombinasyon ekstraktı eklenmiştir. Ölçülen parametreler arasında yumurta çıkış oranı, larva hayatta kalma oranı ve birkaç su kalitesi parametresi bulunmaktadır. Sonuçlarda, kombinasyon ekstraktlarının eklenmesinin yumurta çıkış oranında anlamlı bir fark yaratmadığı belirtilmiştir. Larva hayatta kalma oranları 24, 72 ve 96. saatlerde anlamlı bir fark göstermediği, 48. ve 120. saatlerde ise anlamlı bir farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Siyah zencefil ekstraktı ve ekşi patlıcanın balık yumurtalarının kültür ortamına eklenmesinin yumurtaların çıkış oranı üzerinde önemli bir etki yaratmadığı, ancak 48 ve 120. saatlerde larvaların hayatta kalma oranı üzerinde anlamlı bir etkinin olduğu beyan edilmiştir.

Arisa *et al.* (2021), ruti ieği (*Calotropis gigantea*) yaprak özütünün yumurta kuluçka kabiliyeti ve gümüş balığı (*Barbonymus gonionotus*) larvalarının hayatta kalması üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, ruti çiçeği ekstraktının patojenik mantarlarla enfekte olmuş gümüş balığı yumurtalarının çıkış oranı üzerindeki etkisini belirlemeyi araştırmacılar amaçlamışlardır. Uygulamalar, *Barbonymus gonionotus* yumurtalarının *C. gigantea* yaprak ekstraktına daldırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Kontrol (ekstraksız), A (400 ppm ekstrakt), B (800 ppm ekstrakt), C (1200 ppm ekstrakt), D (1600 ppm ekstrakt) ve E (2000 ppm ekstrakt) olarak belirlenmiştir. Test sonuçlarına göre *C. gigantea* yaprak ekstraktının eklenmesinin, *B. gonionotus* larvalarının çıkış oranı ve hayatta kalma oranı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. En iyi sonucun, %88 çıkış oranı ve %92,54 hayatta kalma oranı ile C uygulamasında (800 ppm ekstrakt) elde edildiği bildirilmiştir. *C. gigantea* yaprak ekstraktı kullanmanın, *Saprolegnia sp.* patojeni ile enfekte olmuş *B. gonionotus* balık yumurtalarının çıkış oranını artırabileceği ve dolayısıyla balık yumurtalarında yaşama oranını artırarak üretimini de gerçekleştirilebileceği rapor edilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Ekstraktların Hazırlanması

Taze olarak satın alınan kırmızı lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), karadut (*Morus rubra*), kırmızı soğan (*Allium cepa*) ve turp (*Raphanus sativus*) sebze/meyvelerinden 500 g örnek blenderda parçalanarak soğuk presleme ile suları ekstrakte edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 5. Ekstrakt parçalama ve soğuk presleme

Elde edilen ekstraktlar Whatman no. 1 kagıdı ile filtre edilerek buzdolabında muhafaza edilmiştir (Şekil 7). Döllenmiş yumurtaların banyosu/zenginleştirilmesi için her bir ekstrattan kuluçkahane suyu kullanılarak 0,5, 1 ve 2 mL/L'lik konsantrasyonlarda zenginleştirme solüsyonları hazırlanmıştır.



Şekil 6. Ekstraktların süzülmesi

Çalışma Alanı

Bu çalışmanın kuluçka faaliyetleri Şırnak ili Uludere ilçesi Gülyazı Köyünde bulunan 25 ton/yıl porsiyonluk ve 5 milyon yavru kapasiteli özel bir alabalık yetiştiricilik tesisi kuluçkahanesinde yapılmıştır. Ekstrakların hazırlanması ve laboratuvar çalışmaları, yumurtaların kimyasal analizleri Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma laboratuvarında yapılmıştır.

Yumurta ve Sperm Materyali

Çalışmada kullanılan yumurta ve sperm Şırnak ili Uludere ilçesi Gülyazı köyünde bulunan gökkuşağı alabalığı yetiştiricilik tesisindeki anaçlarından (Şekil 8) elde edilmiştir. Yumurtalar 4 yaşında ve yaklaşık 3 kg ağırlığında 2 ayrı dişiden alınarak eşit oranlarda karıştırılmış ve dölleme işlemi için yumurta havuzu oluşturulmuştur (Şekil 9). Sperm 3 yaşında ve yaklaşık 2 kg ağırlığında 5 farklı erkekten alınarak eşit oranlarda karıştırılmış ve dölleme işleminde kullanılmak üzere bir sperm havuzu oluşturulmuştur.



Şekil 8. Dişi (A) ve erkek (B) anaçlar



Şekil 9. Sağım işlemi

Dölleme, Yumurtaların Zenginleştirilmesi ve Kuluçka Faaliyetleri

Çalışma iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir uygulama için yaklaşık 200 yumurta ve 500 μ L sperm kullanılmıştır. Kuru dölleme metoduna göre kuluçkahane suyu ile döllenmiş yumurtalar, dölleme işleminden 1 dakika sonra alt kısımları elekten oluşan basketlere (10 cm çap, 5 cm yükseklik) aktararak önceden hazırlanan zenginleştirme solüsyonu içeren kaplara yerleştirilmiş ve burada 2 saat bekletilmiştir (Şekil 10). Daha sonra iyice yıkanan yumurtalar kuluçka ortamına aktarılmıştır (Şekil 11). Kuluçka işlemi 8×1×0,6 m (U×G×Y) ebatlarındaki beton havuzun üzerine yerleştirilen 100×60×10 cm (U×G×Y) ebatlarında alt kısmı elekten oluşan kuluçka tepsilerinde yapılmıştır. Yaşama oranı; gözlenmiş embriyo, keseli yavru ve serbest yüzmeye geçen yavru dönemlerinde tespit edilmiştir.



Şekil 10. Yumurtaların zenginleştirme solüsyonlarına tabi tutulması



Şekil 11. Döllenen yumurtaların kuluçkalanması

Antioksidan Enzim Aktiviteleri ve Lipit Peroksidasyon Seviyesinin Tespiti

Örneklerin hazırlanması

Gökkuşuğu alabalığı döllenmemiş yumurta, gözlenmiş embriyo, keseli yavru ve serbest yüzmeye geçen yavru örnekleri markalanmış ependorf tüplerine konulduktan sonra sıvı azot tankında dondurulup $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de dolapta muhafaza edilmiştir. Doku örneklerinin çıkarılması aşamasında her örnek için farklı dezenfekte edilmiş alet ve ekipmanlar kullanılmıştır.

Gökkuşuğu alabalığı döllenmemiş yumurta, gözlenmiş embriyo, keseli yavru ve serbest yüzmeye geçen yavru örnekleri enzim çalışmalarında kullanılacak doku örneklerinden yaklaşık 0,3 g tartılmış ve üzerine 3 katı kadar fosfat tamponu eklenmiştir. Ependorf tüplerinin içine bir adet

kurşun bilye koyulduktan sonra doku örneklerinin tamamen parçalanması için 45 saniye boyunca karıştırılarak homojenize edilmiştir. Doku örnekleri homojen hale geldikten sonra 13000 RCF'de 15 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminin akabinde süpernatant kısımları alınmış ve analizde kullanılmıştır (Atabeyoğlu 2011).

Süperoksit dismutaz aktivitesi

Enzimatik tepkimeler sonucunda meydana gelen serbest oksijen radikallerinin, ortamda bulunan nitro blue tetrazolium (NBT) bileşiğini indirgemesi esnasında, örneklerde bulunan SOD enziminin serbest radikalleri durdurması prensibine dayanan bir metoddur. Ksantin oksidaz enzimi, süperoksit radikalleri üretir.

NBT ile üretilen süperoksit radikalleri tepkimeye girerek mor renkli formazan boyasını oluşturur. Renk farklılığı tepkime sonucu gözlemlenir ve spektrofotometrede 560 nm dalga boyunda tespit edilir. Reaksiyon sırasında SOD, ortaya çıkan radikalleri dismutasyona uğratarak NBT redüksiyon reaksiyonunu yavaşlatır ve böylece spektrofotometrede ölçülen absorbanans değeri azalır. Absorbansta meydana gelen düşüş bize SOD aktivitesini verecektir.

Kör ve örnekler, ependorf tüplerinde hazırlanarak 20 dakika oda sıcaklığında bekletilir. Tepkimeyi durdurmak için 500 µl CuCl₂ eklenir. Ardından, spektrofotometrede okuması yapılır ve özel aktivitesi (U/mg protein) şeklinde hesaplanır (Sun et al., 1988).

SOD enzimi, oksijen radikallerinin hidrojen peroksit'e dönüşümünü katalizler. Daha sonraki süreçte oluşan hidrojen peroksit, katalaz enzimi ile reaksiyona girerek suya dönüşmektedir (Parlak, 2016).

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{(\text{Körün absorbanansı} - \text{Numunenin Absorbanası})}{(\text{Körün absorbanansı})}$$

Bir SOD birimi, NBT redüksiyonunu %50 oranında engelleyen bir aktivite olduğu bilindiğinden

$$\text{SOD Reaksiyonu (U/ml)} = \% \text{ İnhibisyon} / 50 \times 0,1 \text{ 'dir.}$$

Katalaz aktivitesi

Katalaz enzim reaksiyonunun ölçülmesinde Aebi (1984) yöntemi kullanılmıştır. Hidrojen peroksitin katalaz enzimi tarafından yıkılması prensibine dayanmaktadır. Enzim aktivitesi, spektrofotometrede 240 nm'de ölçülerek tespit edilmiştir. Absorbanans değerinde belirlenen düşüş hızı katalaz aktivitesi ile ilişkilendirilmektedir.

Hidrojen peroksit (H_2O_2), ultraviyole dalga boylarının azalmasıyla artan bir absorbans gösterir. Uygun bir tampon çözeltisi içerisinde bulunan H_2O_2 'nin, numunede mevcut olan CAT enziminin etkisiyle parçalanması neticesinde, 240 nm dalga boyunda okunan absorbans miktarında bir azalma meydana gelir. Bu azalma hızı, CAT enziminin aktivitesi ile doğru orantılıdır. İlgili çözeltinin 240 nm'deki absorbans değeri 0,5 olarak belirlenmiştir. Eğer ölçülen absorbans belirlenen miktarın altında ise, absorbansın 0,5'e ulaşabilmesi için az miktarlarda H_2O_2 eklenerek düzeltme yapılmıştır.

Lipit peroksidasyon seviyesi

Lipid peroksidasyonunun zincirleme reaksiyonları sonucunda oluşan ikincil bir ürün olan MDA, tiyobarbitürik asit (TBA) ile 95°C'de inkübasyon yapıldığında pembe renkli bir kompleks oluşturur. Oluşan bu renklenme, spektrofotometrik ölçümde 532 nm dalga boyunda tespit edilmiş ve MDA değeri nmol/g doku olarak hesaplanmıştır (Liu, 1999).

E Vitamini Tayini

Yaklaşık 200 mg ağırlığındaki gökkuşağı alabalığı yumurtaları 50 ml'lik Falkon tüpü içerisinde tartılmıştır. Daha sonra falkon tüplerine 0,45 mililitre B çözeltisi ile 4,5 mililitre A çözeltisi eklendi. Falkon tüpü 45 saniyelik periyotlarla 2 kez, buz içerisinde gömülü olacak şekilde homojenize edilmiştir. Homojenizasyon işleminin ardından kapağı kapatılan tüpler 7000 RCF'te 10 dakika süre ile santrifüj işlemi gerçekleştirilmiştir. Santrifüj işlemi tamamlandıktan sonra süpernatant 15 ml'lik kuru ve temiz Falkon tüpüne pastör pipeti kullanılarak boşaltılmıştır. Homojenizasyon ve santrifüj işleminden sonra tüplere yine 0,45 mililitre çözelti B ile 4,5 mililitre çözelti A eklenmiştir. Bu falkon tüpleri, yaklaşık 45 saniye süren iki periyot boyunca homojenize edildikten sonra santrifüjlenmiştir. Son süpernatant 10 ml'e ulaşınca kadar metanol (MeOH) eklenmiştir. Daha sonra falkon tüplerindeki numuneler 0,45 µm'lik filtreden geçirildikten sonra viallere aktarılarak sıvı kromatografi (HPLC) cihazında ölçüm gerçekleştirilmiştir (Şekil 12). Oluşturulan standart numunenin pik değeri ile, analiz edilen numunelerin pik değerleri kıyaslanarak α-tokoferol miktarı belirlenmiştir (Cort *et al.* 1983).

Standart Oluşturulması;

Yaklaşık 10 mg E vitamini tartılarak 10 mililitre metanol içinde çözündürülür ve böylece 1000 ppm konsantrasyonda standart oluşturulur. Oluşturulan bu standartlar metanol ile seyreltilerek 1 ppm, 0,5 ppm, 0,2 ppm, ile 0,05 ppm'lik konsantrasyonlarda hazırlanır.

Oluşturulan konsantrasyonda standartlar filtre edilir ve şeffaf cam şişelere aktarılır. Ayrıca sıvı kromatografi ünitesinde gözlemlenerek belirli bir faz meydana getirilir.

Çözelti A : %1'lik Fosforik Asit (H_3PO_4) oluşturulması;

10 ml %85'lik Fosforik asit tartıldıktan sonra 990 ml metanol içerisinde çözülür.

Çözelti B : %5'lik pyrogallol oluşturulması;

2,5 g pyrogallol biraz metanol ile tamamen çözdürüldükten sonra balon joje yardımıyla toplam hacim 50 ml olacak şekilde ayarlanır.

Mobil fazın oluşturulması;

%93 Metanol + %6,5 Su + %0,5 Fosforik asit'ten oluşan çözelti hazırlanır.



Şekil 12. Sıvı kromatografi cihazı (HPLC)

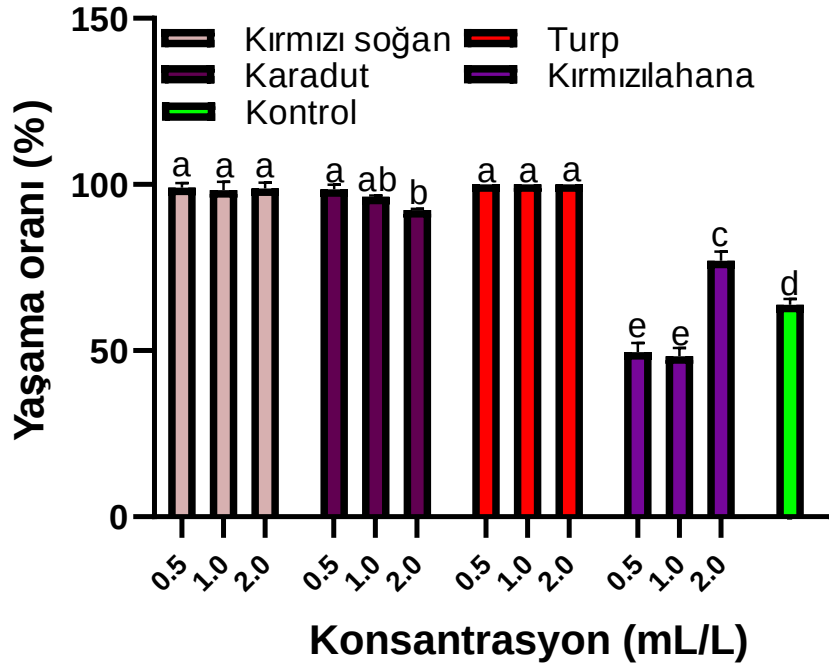
Veri Analizi

Veriler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Veriler tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulduktan sonra uygulamaların hedef parametreyi önemli derecede ($P < 0,05$) etkilediği durumlarda gruplar arasındaki fark Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Yaşama Oranı

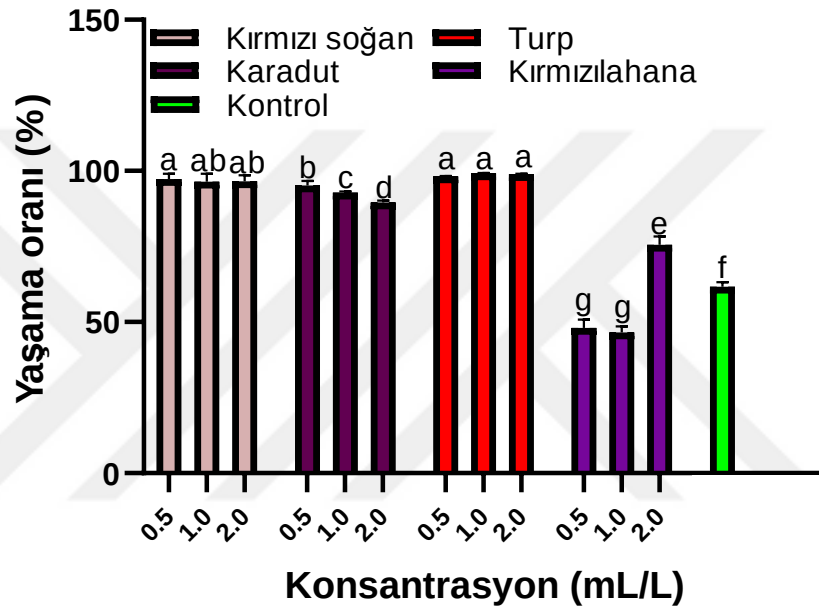
Döllenme oranı %99'un üzerinde gerçekleşmiş ve uygulamalar arasında önemli bir değişiklik görülmemiştir. Gözlenmiş embriyolarda yaşama oranı uygulamalar arasında önemli değişiklikler göstermiştir ($P<0,05$). Bu dönemde, herhangi bir işleme tabi tutulmayan kontrol grubunun yaşama oranı %63,8 iken turptan elde edilen ekstraktın bütün konsantrasyonlarında %100'lük yaşama oranı kaydedilmiştir (Şekil 13). Kırmızı soğan ekstraktına tabi tutulan yumurtalarda 0,5, 1 ve 2 mL/L konsantrasyonlar için yaşama oranı sırasıyla %99,0, 98,3 ve 98,8 olarak tespit edilmiştir. Karadut ekstraktı banyosuna tabi tutulan yumurtalarda yaşama oranı konsantrasyon arttıkça düşme eğilimi göstermiştir. En düşük konsantrasyonda (0,5 mL/L) %98,5 olan yaşama oranı 2 mL/L'lik konsantrasyonda %92,3'e düşmüştür. Kırmızılahana ile banyo edilen yumurtalarda en yüksek yaşama oranı (%77,0) 2 mL/L'lik konsantrasyonda görülürken 0,5 ve 1 mL/L'lik konsantrasyonda kaydedilen yaşama oranları kontrol grubundan önemli derecede düşük bulunmuştur (sırasıyla %49,5 ve 48,3).



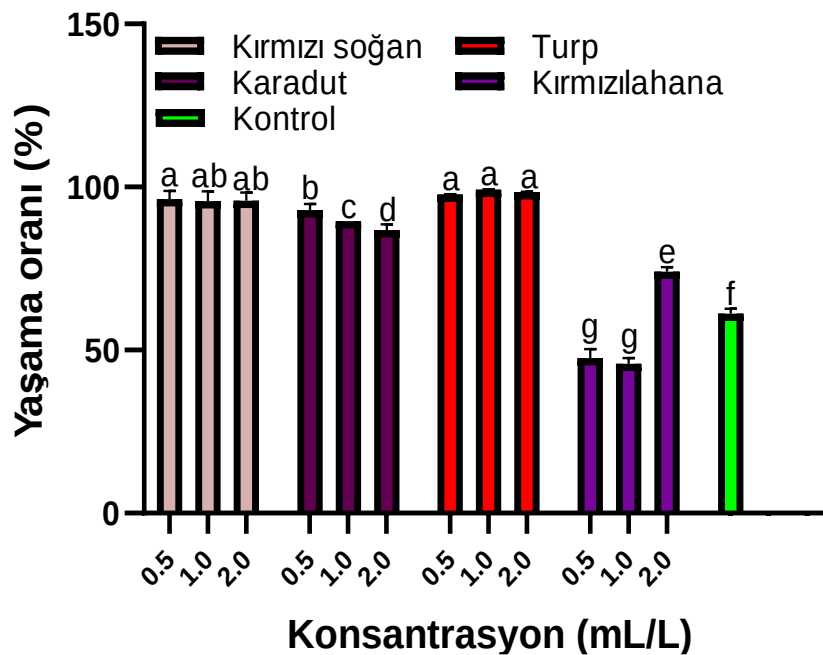
Şekil 13. Gözlenmiş embriyo dönemindeki yaşama oranının deneysel uygulamalara göre değişimi

Keseli yavru dönemi yaşama oranı gözlü embriyo dönemine kıyasla kırmızı soğan, karadut, turp ve kırmızılahaana ekstrakt banyosuna tabi tutulan gruplarda sırasıyla %1,8, %3,3, %1,3 ve %2,9 daha düşük olarak gerçekleşirken, kontrol grubundaki düşüş %3,3 olarak tespit edilmiştir (Şekil 14).

Serbest yüzme dönemi yaşama oranı keseli yavru dönemine kıyasla kırmızı soğan, karadut, turp ve kırmızılahaana ekstrakt banyosuna tabi tutulan gruplarda sırasıyla %0,9, %3,0, %0,3 ve %1,5 daha düşük olarak gerçekleşirken kontrol grubundaki düşüş %0,8 olarak tespit edilmiştir (Şekil 15).



Şekil 14. Keseli yavru dönemindeki yaşama oranının deneysel uygulamalara göre değişimi

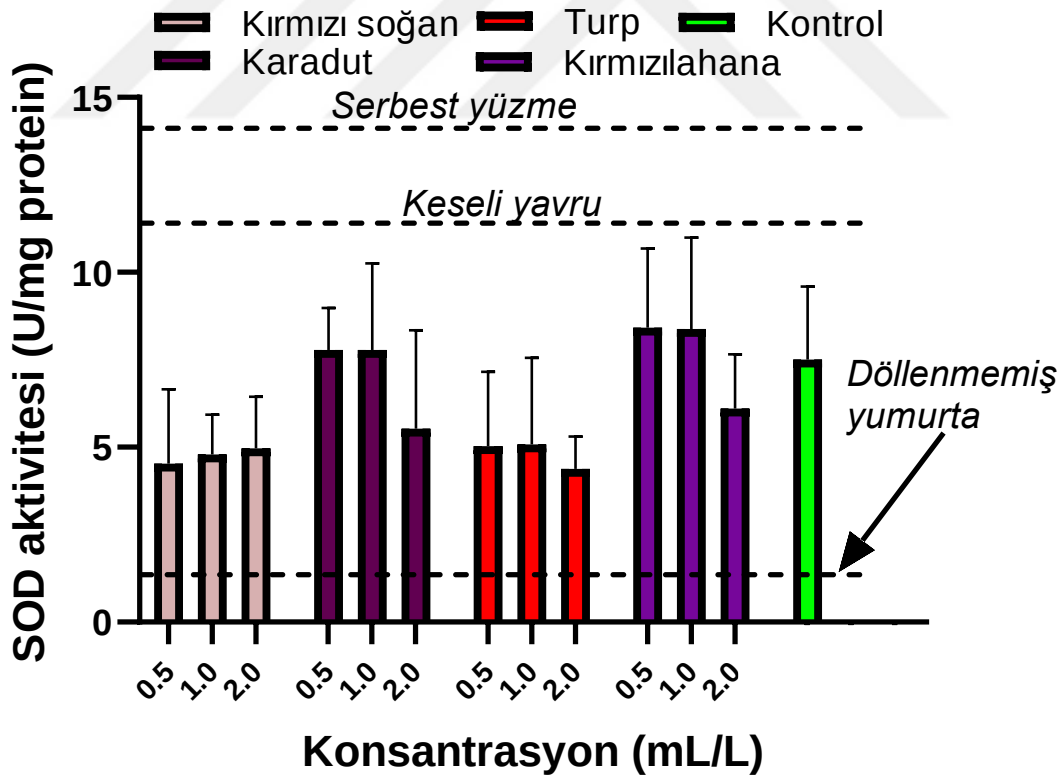


Şekil 15. Serbest yüzme dönemindeki yaşama oranının deneysel uygulamalara göre değişimi

Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma Sistemi

Gözlenmiş embriyolarda SOD ve CAT aktiviteleri uygulamalar arasında önemli değişiklik göstermemiştir (Şekil 16 ve Şekil 17). Diğer yandan lipid peroksidasyon seviyesi deneysel uygulamalardan önemli derecede etkilenmiştir (Şekil 18). Yaşama oranının yüksek olduğu gruplarda lipid peroksidasyon seviyesi düşük iken, yaşama oranının düşük olduğu gruplarda MDA seviyesinin yükseldiği görülmüştür. Kırmızı soğan, karadut ve turp ekstraktlarının bütün konsantrasyonlarında kaydedilen MDA seviyesi kırmızılaha ve kontrol grubuna göre önemli derecede düşük bulunmuştur.

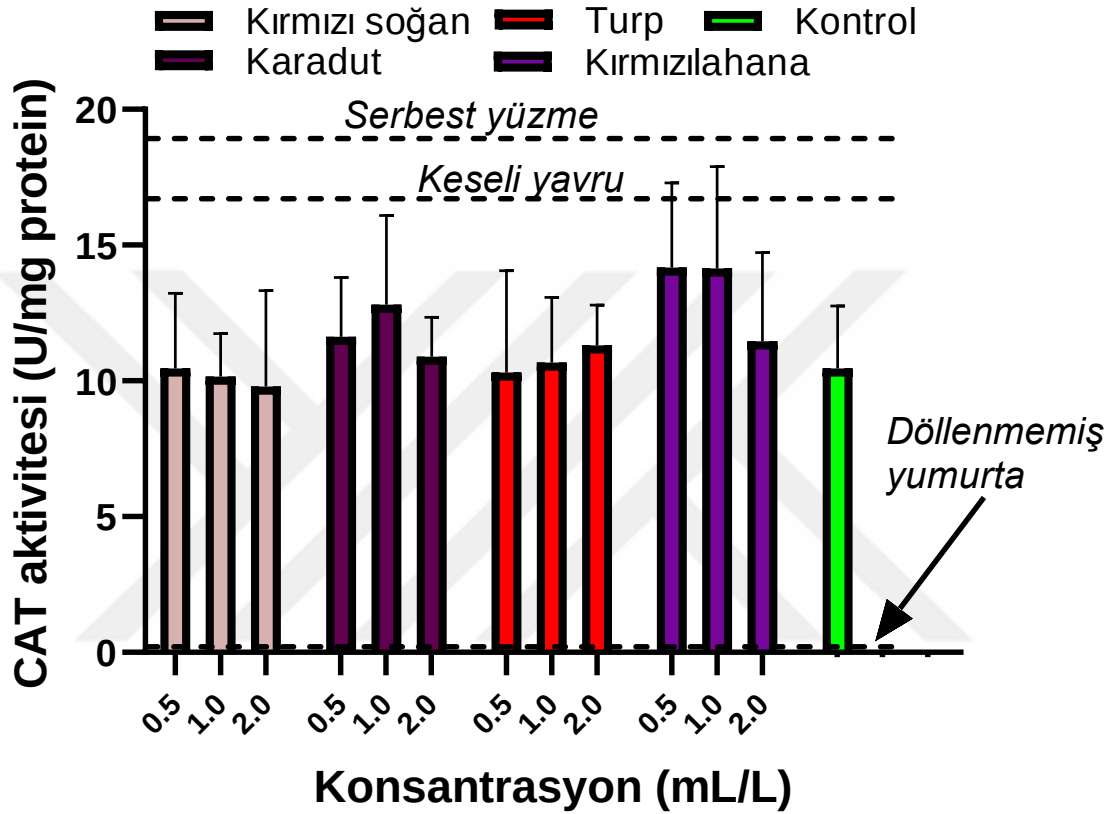
Keseli yavru döneminde SOD ve CAT aktiviteleri sırasıyla ortalama 9,8 ve 15,6 U/g protein olarak tespit edilmiştir. Bu dönemde SOD ve CAT aktivitelerinde gözlü embriyo dönemine kıyasla yükselme görülmüş fakat gruplar arasında önemli değişiklikler kaydedilmemiştir (Şekil 16 ve Şekil 17). Aynı dönemde lipid peroksidasyon seviyesi de artmıştır. Bu dönemdeki lipid peroksidasyon seviyesi kırmızılaha ve kontrol gruplarında diğer gruplara kıyasla önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 19).



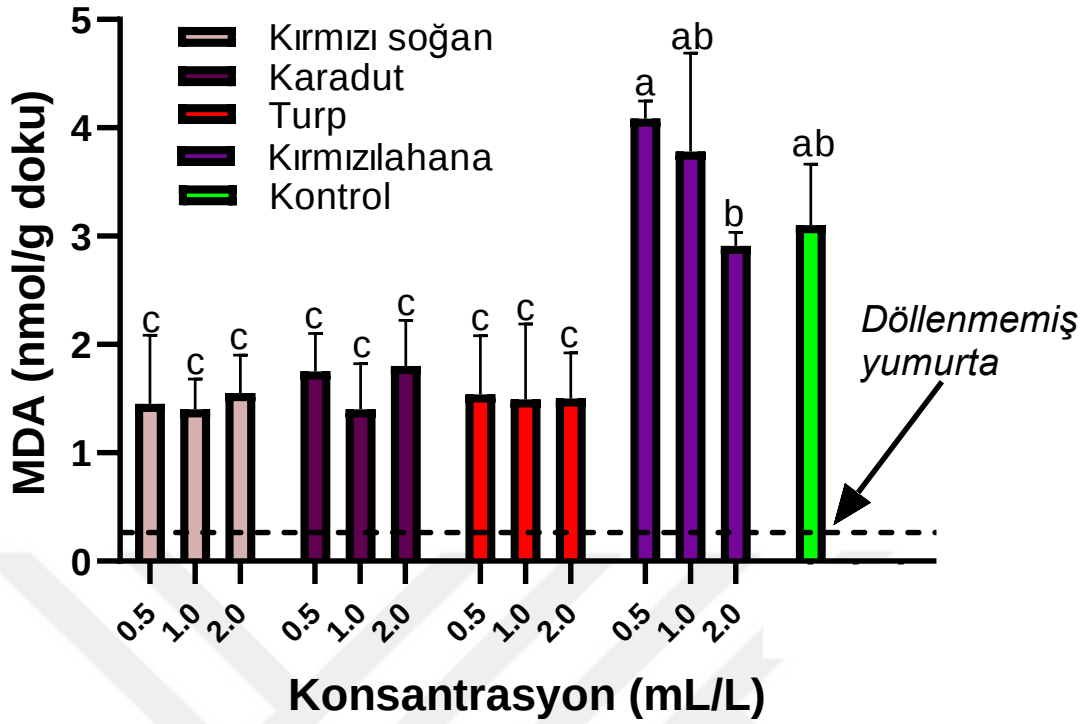
Şekil 16. Gözlenmiş embriyo dönemindeki SOD aktivitesinin deneysel uygulamalara göre değişimi

Serbest yüzme döneminde keseli yavru dönemine kıyasla bütün gruplarda uygulamalardan bağımsız olarak SOD ve CAT aktivitesinde yükselme görülmüştür (Şekil 16

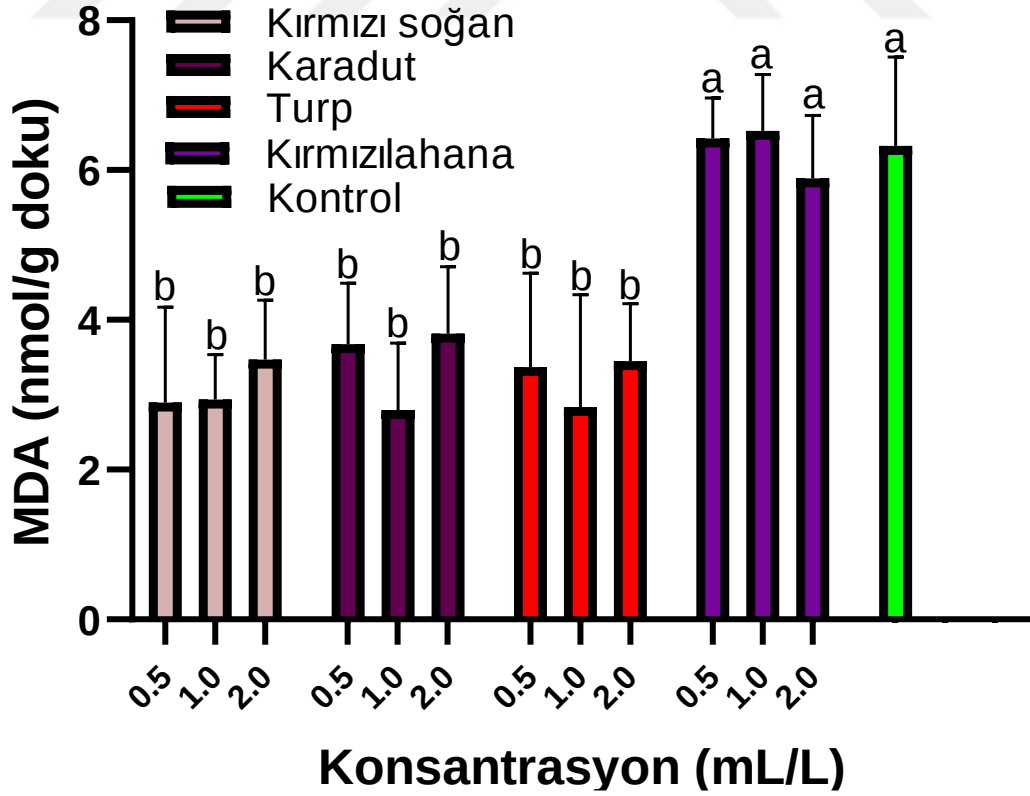
ve Şekil 17). Bu dönemde her iki enzim aktivitesi de gruplar arasında benzerlik göstermiştir. SOD aktivitesi ortalama 13,5 U/g protein olarak tespit edilirken, CAT aktivitesi ortalama 18,9 U/g protein olarak tespit edilmiştir. Lipit peroksidasyon seviyelerinde keseli yavru dönemine göre düşüşler gözlenmiştir. Bu dönemde kırmızılahana ve kontrol grubunda kaydedilen MDA değeri diğer gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur (Şekil 20) ($P<0,05$).



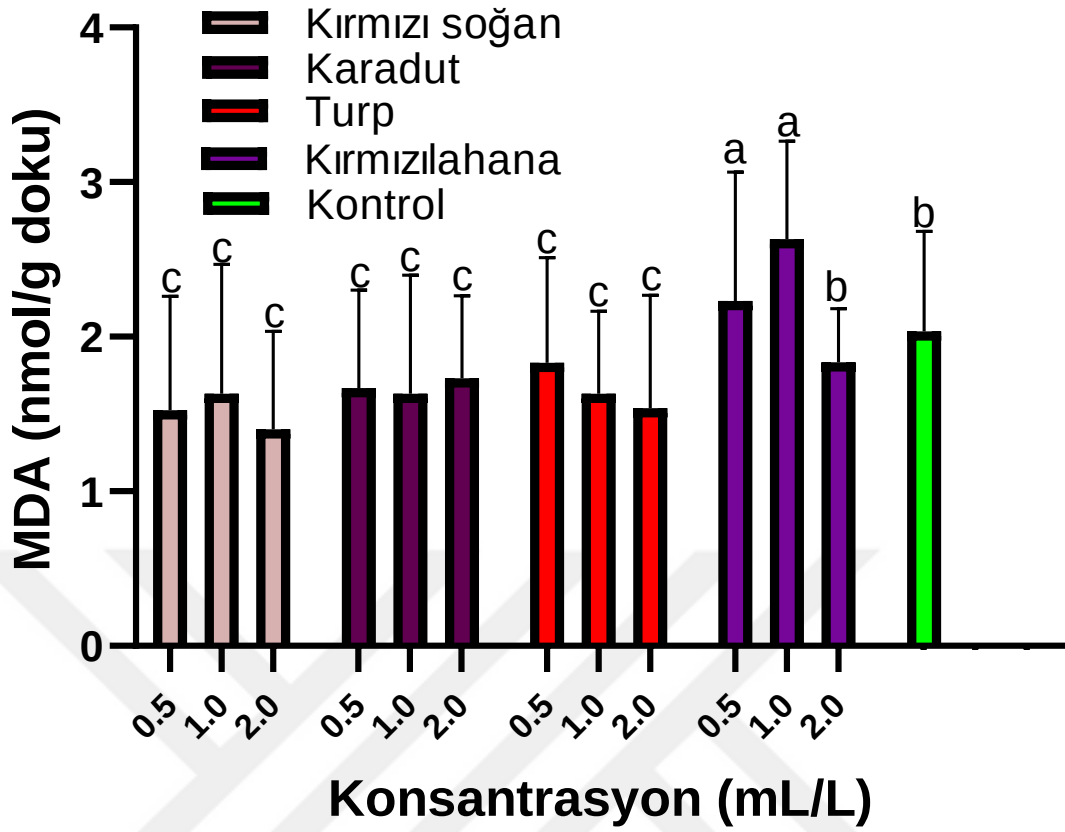
Şekil 17. Gözlenmiş embriyo dönemindeki CAT aktivitesinin deneysel uygulamalara göre değişimi



Şekil 18. Gözlenmiş embriyo dönemindeki lipid peroksidasyon seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi

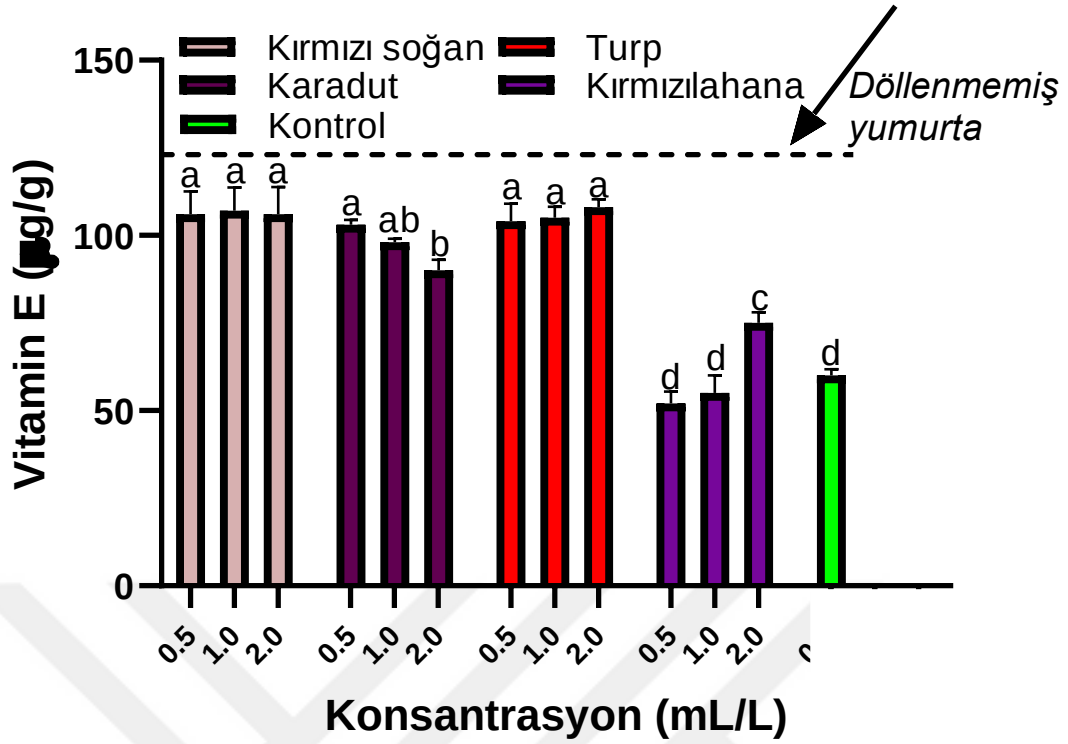


Şekil 19. Keseli yavru dönemindeki lipid peroksidasyon seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi

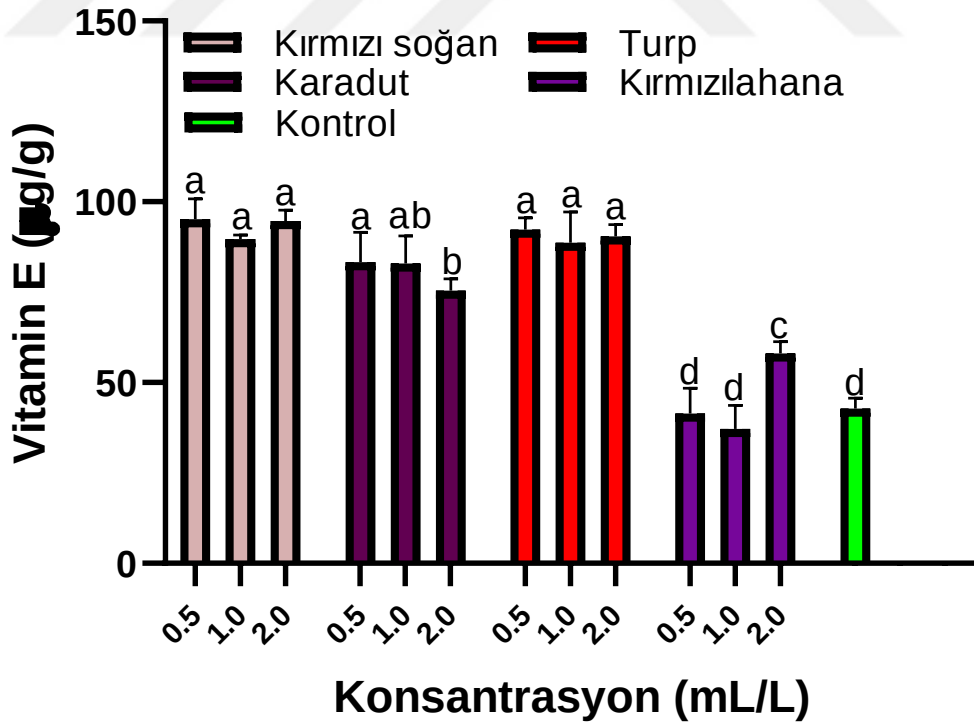


Şekil 20. Serbest yüzme dönemindeki lipid peroksidasyon seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi

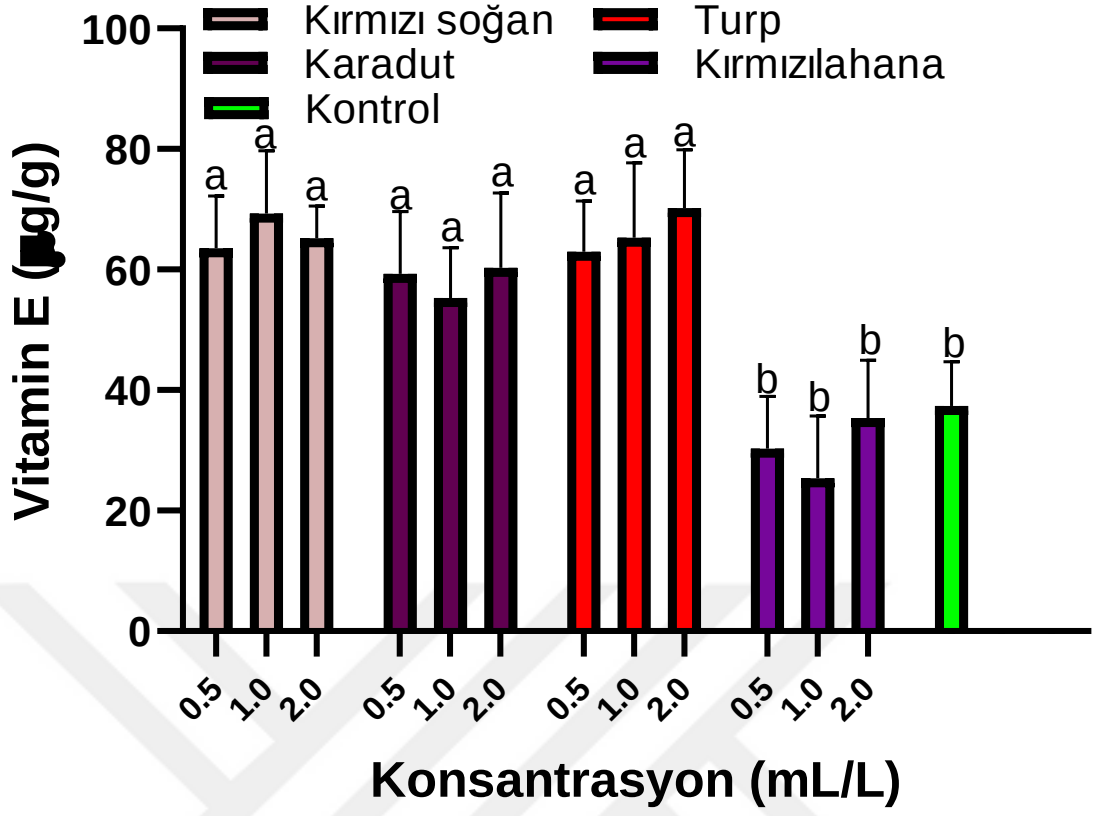
Gözlenme dönemindeki embriyolara ait E vitamini seviyesi deneysel uygulamalardan önemli derecede etkilenmiş ($P<0,05$) ve aynı dönemdeki yaşama oranları ile benzer bir seyir göstermiştir (Şekil 21). Keseli yavru döneminde E vitamini seviyesinde düşüşler gözlenmiş olup gruplar arasındaki farklılıklar gözlü embriyo dönemine benzer şekilde seyretmiştir (Şekil 22). Serbest yüzme döneminde de E vitamini seviyesindeki düşüşler devam etmiştir. Bu dönemde kırmızılahaana ve kontrol grubunda kaydedilen E vitamini seviyesi diğer bütün gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 23).



Şekil 21. Gözlenmiş embriyo dönemindeki Vitamin E seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi



Şekil 22. Keseli yavru dönemindeki Vitamin E seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi



Şekil 23. Serbest yüzme dönemindeki Vitamin E seviyesinin deneysel uygulamalara göre değişimi

TARTIŞMA ve SONUÇ

Su ürünleri sektörünün gelişmesi, teknolojinin her alanda kullanımı, Tarım ve Orman Bakanlığının alabalık üretimine destek vermesi, artan ihracatı ile geniş pazar alanlarına ulaşması gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğini cazip hale getirmiştir. Gökkuşağı alabalığının sürdürülebilir üretiminin sağlanabilmesi ancak kaliteli yumurta ve yavru üretiminin yapılabilmesiyle mümkün olacaktır. Bu üretiminde temelini alabalık kuluçkahaneleri oluşturmaktadır.

Yüksek kapasiteli üretim hedeflerine ulaşabilmek için yeniliklere ve alternatiflere her zaman açık olan su ürünleri üretimi balık, çevre ve insan sağlığını ön planda tutmaktadır. Zamanla kimyasal ve sentetik ilaçlar insana, balığa ve çevreye zararlarından dolayı yerini tıbbi ve aromatik bitkilere bırakmıştır. Su ürünleri üretiminde değişik tıbbi ve aromatik bitkilerin, balıkların büyüme ve üreme performansını artırmak, bağışıklık sistemini güçlendirmek, hastalıkların tedavisinde ve anestezi madde olarak kullanımlarının önünü açmak amacıyla bilimsel çalışmalar yapılmaktadır.

Mevcut çalışmada kuluçkahanelerde döllenme sırasında gökkuşağı alabalığı yumurtalarının çeşitli bitkisel ekstraktlarla (kırmızı soğan, karadut, kırmızılahana ve turp) muamele edilerek özellikle antioksidan bakımından zenginleştirilmesi, üreme ve hayatta kalma başarısının artırılması hedeflenmiştir. Deneysel uygulamalar sonucunda döllenme oranı gruplar arasında farklılık göstermemiş ve oldukça yüksek oranda (%99'un üzerinde) gerçekleşmiştir.

Gözlenmiş embriyo dönemindeki yaşama oranı alabalıklarda üreme başarısı için en önemli parametre olarak kabul görmektedir. Çünkü erken gelişim döneminde en fazla ölüm oranı gözlenmiş embriyo dönemine kadar meydana gelmekte ve bu safhadan sonra önemli ölçüde ölüm görülmemektedir (Arslan *et al.* 2021). Mevcut çalışmada gözlü embriyo döneminde kaydedilen yaşama oranında deneysel uygulamalara göre önemli değişimler gözlenmiştir. Bu dönemde, herhangi bir işleme tabi tutulmayan kontrol grubunun yaşama oranı kırmızılahana ekstraktının 0,5 ve 1 ml/L'lik konsantrasyonlarına tabi tutulan gruplar hariç diğer bütün uygulamalardan düşük olarak tespit edilmiştir. Bu dönemde lipid peroksidasyon seviyeleri yaşama oranlarına zıt, E vitamini seviyelerinin ise yaşama oranlarına benzer bir seyir göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmalar balıklarda üreme başarısında E vitamininin önemli

rolü olduğunu göstermiştir (Izquierdo *et al.*, 2001; Palace and Werner, 2006; Arslan *et al.* 2021). Yüksek antioksidan özelliğe sahip E vitamini seviyelerinin ise lipit peroksidasyon düzeyleriyle ters orantılı olduğu rapor edilmektedir (Arslan *et al.* 2021). Mevcut çalışmada gökkuşağı alabalığı yumurtalarının döllenmeyi takiben su alıp şişme safhasında farklı bitkisel ekstrakt banyolarına tabi tutulması bu esnada yumurtalara potansiyel antioksidan maddelerin transfer olduğuna işaret etmektedir. Zira bitkisel ekstrakt banyosuna tabi tutulan gruplardaki yüksek E vitamini seviyesi diğer antioksidan maddelerin varlığını ve E vitamini üzerinde koruyucu etki yapmış olma olasılıklarını göstermektedir (Arslan *et al.* 2001). Soğan, kırmızılahana, karadut ve turp bitkilerinin antioksidan karakter gösterdikleri bilinmektedir (Ahmadiani 2014; Draghici *et al.* 2013; Rubab *et al.* 2020; Kwak *et al.* 2017).

Farklı ekstrakt banyosuna tabi tutulan yumurtalarda keseli yavru ve serbest yüzme dönemlerindeki yaşama oranı gözlenmiş embriyo dönemindekine benzer seyir göstermiştir. Dölenmemiş yumurtadan itibaren E vitamini seviyesindeki düşüş keseli yavru ve serbest yüzme dönemlerinde de devam etmiştir. Aynı durum daha önce kahverengi alabalık *Salmo trutta* (Arslan *et al.* 2016) ve gökkuşağı alabalığında (Arslan *et al.* 2021) da rapor edilmiştir. Deneysel uygulama gruplarına bakılmaksızın antioksidan enzimlerden SOD ve CAT aktivitelerinde keseli yavru ve serbest yüzme dönemlerinde artış gözlenmiştir. Aynı durum kahverengi alabalık (Arslan *et al.* 2016) ve gökkuşağı alabalığında (Fontagné *et al.* 2008) da gözlenmiştir. Bu durum antioksidan enzim aktivitelerinin ontojenik gelişim ile birlikte arttığını göstermektedir. Lipit peroksidasyon seviyesi keseli yavru döneminde artış göstermiş, serbest yüzme döneminde ise tekrar düşmüştür. Bu durum kahverengi alabalıkta da benzer şekilde rapor edilmiştir (Arslan *et al.* 2016).

Mevcut sonuçlara göre kırmızılahananın 0,5 ve 1 mL/L'lik konsantrasyonları hariç diğer bütün uygulamalarda kontrol grubuna göre daha yüksek yaşama oranı görülmüştür. Karadut, kırmızılahana, kırmızı soğan ve turp ekstraktlarının kullanılacakları konsantrasyonlara bağlı olarak kuluçka aşamasında yumurta kalitesini iyileştirebileceği ve böylece üreme başarısını arttırabileceği düşünülmektedir. Daha sonraki çalışmalar döllenme sonrası banyo amacıyla kullanılacak bitki ekstraktlarının doz optimizasyonu ve etki mekanizmalarının detaylı olarak açıklanabilmesi üzerine odaklanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Aebi, H. and Bergmeyer, U. 1974. Methods of enzymatic analysis. Academic Press, 1064p, New York and London
- Ahmad, F., Hasan, I., Chishti, DK. and Ahmad, H. 2012. Antibacterial activity of *Raphanus sativus* Linn. seed extract. *Global Journal of Medical Research*, 12(11), 25-34.
- Ahmadiani, N., Robbins, R.J., Collins, T.M., Giusti, M. M. 2014. Anthocyanins Contents, Profiles, and Color Characteristics of Red Cabbage Extracts from Different Cultivars and Maturity Stages, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62, 7524–7531
- Albishi, T., John, J., A., Al-Khalifa, A., S. ve Shahidi, F. 2013. Antioxidative phenolic constituents of skins of onion varieties and their activities. *Journal of Function Foods* 5(3), 1191-1120.
- Amcoff, P., Börjeson, H., Lindeberg, J., Norrgren, L., 1998. Thiamine concentrations in feral *Baltic salmon* exhibiting the M74 syndrome. Amerikan Balıkçılık Derneği Sempozyumu 21, 82–89.
- Arisa, I. I., Fitriani, F., Agustina, S., Karina, S., & Devira, C. N. (2021, November). The effect *Calotropis gigantea* leaf extract on eggs hatchability and survival of *Barbonymus gonionotus* larvae. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 869, No. 1, p. 012029). IOP Publishing.
- Arslan, M., Gulen, S., Tacer-Tanas, S., Yanik, T., Gurdal, A., Kocaman, M., Atasever, A., Slukvin, A., Goncharova, R. 2021. Long-term dietary diludine (diethyl 1,4-dihydro-2,6-dimethyl-3,5-pyridinedicarboxylate) intake and gamete storage affect α -tocopherol status and reproductive performance in female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 533,7361-72.
- Arslan, M., Alaybasi, S., Altun, E., Gulen, S., Sirkecioglu, N., Atasever, A., Haliloglu, H., Aras, M. 2016. Changes in lipids, fatty acids, lipid peroxidation and antioxidant defence system during the early development of wild brown trout (*Salmo trutta*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 16, 703-714.
- Arslan, M., Özcan, M., Matur, E., Çötelioglu, Ü., Ergül, E. 2001. The effects of vitamin E on some blood parameters in broilers. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 25(5), 711-716.
- Atabeyoglu, K., 2011. Bazı ağır metallerin subletal dozlarının gökkuşağı alabalıklarında, katalaz, superoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz enzim aktiviteleri ve mRNA ekspresyonları üzerine etkileri. Doktora Tezi. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Erzurum.
- Bacanlı, M., Taner, G., Başaran A.A., Başaran, N., 2015. Bitkisel kaynaklı fenolik yapıdaki bileşikler ve sağlığa yararlı etkileri. *Journal of Literature Pharmacy Sciences*, 4(1), 9-16.
- Bayır, M., Atamanalp, M., 2011. Saponin'in Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda Canlı Ağırlık Artışı, HSI (Hepatosomatik İndeks) ve Bazı Antioksidan Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 31, Sayı 1. 53-64.

- Bell, J. G., Femdale, B.M., Bruce, M. P., Navas, J. M. Carrillo, M. 1997 Effects of broodstock dietary lipid on fatty acid composition of eggs from sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* 149,107-119.
- Blom, J. H. and Dabrowski, K. 1996. Ascorbic acid metabolism in fish: is there a maternal effect on the progeny? *Aquaculture* 147, 215-224.
- Bromage, N., 1995, Broodstock management and seed quality-general considerations, In: Roberts, R.J, Bromage, N.R. (Eds.), *Broodstock management and Egg and Larval Quality*, Blackwell Science, Cambridge University Press Cambridge, 1-24.
- Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., ... & Barker, G. (1992). Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 100(1-3), 141-166.
- Brown, S. B., Honeyfield, D. C., Hnath, J. G., Wolgamood, M., Marcquenski, S. V., Fitzsimons, J. D., & Tillitt, D. E. (2005). Thiamine status in adult salmonines in the Great Lakes. *Journal of Aquatic Animal Health*, 17(1), 59-64.
- Canyurt, MA, Akhan, S. (2008). Askorbik Asit Takviyesinin Gökkuşığı Alabalığının (*Onchorynchus mykiss*) Sperm Kalitesi Üzerindeki Etkisi. *Türkiye Balıkçılık ve Su Bilimleri Dergisi*, 8, 171-175.
- Cort, W. M., Vicente, T. S., Waysek, E. H., Williams, B. D. 1983. Vitamin E content of feedstuffs determined by high performance liquid chromatographic fluorescence. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 31, 1330–1333.
- Craig S, Helfrich LA. 2002.Understanding fish nutrition, feeds and feeding.*Technical Report Virginia State University Petersburg (VA)*. Virginia.
- Çelik, S.Y., 2020. Tıbbi ve aromatik bitkilerin balık yetiştiriciliğinde kullanım potansiyelleri. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2): 86-94
- Draghici, G.A., Lupa, M.A., Borazan, A.B., Nica, D., Alda, S., Alda, L., Bordean, D.M. Gergen, I., Gogoasa, I. (2013). *Red cabbage*, millennium's functional food, *Journal of Horticulture. Forestry and Biotechnology*. 17(4), 52-55.
- Dziewulska, K., Kirczuk, L., Czerniawski, R., Kowalska-Górska, M. (2021). Survival of embryos and fry of sea trout (*Salmo trutta m. trutta*) growing from eggs exposed to different concentrations of selenium during egg swelling. *Animals*, 11(10), 2921.
- Ecevit, H., 2013. Ortak hücre anemili hastalarda, oksidatif stres belirleyici olarak 8- hidroksi deoksi guanozin, malonil dialdehit ve protein karbonil düzeylerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Hatay.
- Falahatkar, B., Dabrowski, K., Arslan, M., Rinchar, J. 2006. Effects of ascorbic acid enrichment by immersion of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) eggs and embryos. *Aquaculture Research* 37(8), 834-841.
- FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc046>.
- Fontagne, S., Lataillade, E., Breque, A., and Kaushik, S. 2008. Lipid peroxidative stress and antioxidant defense status during ontogeny of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *British Journal of Nutrition*, 100, 102-111.
- Futia, H., Hallenbeck, S. Noyes, A.D., Honeyfield, D.C., Eckerlin, G.E., Rinchar, J. 2017. Thiamine deficiency and the effectiveness of thiamine treatments through broodstock

- injections and egg immersion on Lake Ontario steelhead trout, *Journal of Great Lakes Research* 43(2),352-358.
- Ghareaghajlou, N., Hallaj-Nezhadi, S., Ghasempour, Z., 2021, Red cabbage anthocyanins: Stability, extraction, biological activities and applications in food systems, *Food Chemistry* 365 (2021),1-13.
- Goyeneche R, Roura S, Ponce A, Vega-Gálvez A, Quispe-Fuentes I, Uribe E, Di Scala K. 2015. Chemical characterization and antioxidant capacity of red radish (*Raphanus sativus* L.) leaves and roots. *Journal of Functional Foods* 16, 256– 64.
- Hanlon, P. R, Webber, D. M, Barnes, D. M. 2007. Aqueous extract from Spanish black radish (*Raphanus sativus* L. var. niger) induces detoxification enzymes in the HepG2 human hepatoma cell line. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 55 (16), 6439-46.
- Hoitsyi, G., Woynarovich, A., Moth-Poulsen, T., 2012. Guide to the small scale artificial
- Hu, S. H., Wang, J. C., Kung, H. F., Wang, J. T., Lee, W. L., Yang, Y. H. (2004). Antimicrobial effect of extracts of cruciferous vegetables, *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 20(12), 591-599.
- Izquierdo, M.S., Fernández-Palacios, H., and Tacon, A.G.J. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture* 197, 25-42.
- Jialal, I., and Fuller, CJ (1993). Oksitlenmiş LDL ve antioksidanlar. *Klinik kardioloji*, 16 (S1), 6-9.
- Kartal E. The effects of seed amount and sowing methods on the yield and root quality of Balcalı radish variety. 2007,2-3.
- Kim, I. and Lee, J. 2017. Comparison of different extraction solvents and sonication times for characterization of antioxidant activity and polyphenol composition in mulberry (*Morus alba* L.). *Applied Biological Chemistry* 60, 509–517.
- Kjorsvik, E., Mangor-Jensen, A., Holmefjord, I. 1990. Egg quality in fishes. *Advances in Marine Biology* 26, 71-113.
- Kwak, J., Seo, J., M., Kim, N., H., Arasu, M. V., Kim, S., Yoon *et al.* 2017. Variation of quercetin glycoside derivatives in three onion (*Allium cepa* L.) varieties. *Saudi Journal of Biological Science* 24, 1387– 1391.
- Lavens, P., Lebegue, E., Jaunet, H., Brunel, A., Dhert, P. Sorgeloos, P. 1999. Effect of dietary essential fatty acids and vitamins on egg quality in turbot broodstocks. *Aquaculture International* 7, 225-240.
- Lee, B. J., Jaroszewska, M., Dabrowski, K., Czesny, S., Rinchard, J. (2009). Effects of vitamin B1 (thiamine) deficiency in lake trout alevins and preventive treatments. *Journal of Aquatic Animal Health*, 21(4), 290-301.
- Liu, C., Fan, Y. Y., Liu, M., Cong, H. T., Cheng, H. M. and Dresselhaus, M. S., 1999. Hydrogen storage in single walled carbon nanotubes at room temperature. *Science Magazine*, 286 (5442), 1127-1129.
- Manivannan A, Kim JH, Kim DS, Lee ES, Lee HE. Deciphering the Nutraceutical Potential of *Raphanus sativus*-A Comprehensive Overview. *Nutrients*, Feb 14 2019;11(2)doi:10.3390/nu11020402
- Özçelik, H., Taştan, Y., Terzi, E., & Sönmez, A. Y. (2020). Use of onion (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*) wastes for the prevention of fungal disease (*Saprolegnia*

- parasitica*) on eggs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of fish diseases*, 43(10), 1325-1330.
- Özdemir, R. C., Taştan, Y. ve Güney, K. (2022). Kekik (*Origanum onites*) ve defne (*Laurus nobilis*) esansiyel yağları kullanılarak gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yumurtalarında Saprolegniasis'in önlenmesi. *Balık Hastalıkları Dergisi*, 45 (1), 51-58.
- Palace, V.P., and Werner, J. 2006. Vitamins A and E in the maternal diet influence egg quality and early life stage development in fish: a review. *Scientia Marina*, 70S (2), 41-57.
- Papi, A., Orlandi, M., Bartolini, G., Barillari, J., Iori, R., Paolini, M., Ferroni, F., Grazia Fumo, M., Pedulli, G. F., Valgimigli, L. 2008. Cytotoxic and antioxidant activity of 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate from *Raphanus sativus* L. (*Kaiware Daikon*) sprouts. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 56(3), 875–83.
- Patekar, D., Kheur, S., Bagul, N., Kulkarni, M., Mahalle, A., Ingle, Y., Dhas, V. 2013. Antioxidant defense system. *Oral & Maxillofacial Pathology Journal*, 4(1), 309-315.
- Pennell, W. and Barton, B. A. (Eds.). (1996). Principles of salmonid culture. *Elsevier*.
- Rubab, M., Chelliah, R., Saravanakumar, K., Barathikannan, K., Wei, S., Kim, J. R., Oh, D.H. (2020). Bioactive Potential of 2-Methoxy-4-vinylphenol and Benzofuran from *Brassica oleracea* L. var. capitata f. rubra (*Red Cabbage*) on Oxidative and Microbiological Stability of Beef Meat. *Foods*, 9(5), 568.
- Sana Noreen , Waseem Khalid , Madiha Khan Niazi , Miral Javed , Afifa Aziz , Awais Raza , Muhammad Zubair Khalid ve Moses Vernonxious Madalitso Chamba (2023) Turp kabuklarının evlerde uygulanması ve aktif bileşenlerinin farklı hastalıklara karşı etkisi: Bir inceleme, *Uluslararası Gıda Özellikleri Dergisi*, 26(1), 2039-2054.
- Seçer, S., Tekin, N., Bozkurt, Y., Bukan, N., Akcay, E. (2004). Correlation between biochemical and spermatological parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 56.
- Sun, Y. I., Oberley, L. W., & Li, Y. (1988). A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. *Clinical chemistry*, 34(3), 497-500.
- Tacer, Ş., 2017. Okside olmuş balık yağı içeren yemlere fındık yağı ilavesinin gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme, yağ asidi kompozisyonu ve antioksidan savunma sistemine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum*.
- Tata, J.R. 1986. Coordinated Assembly of the Developing Egg. *Bioessays*, 4, 197–201.
- TÜİK, (2024). Su Ürünleri İstatistikleri [TÜİK Kurumsal \(tuik.gov.tr\)](https://tuik.gov.tr)
- Yanık, T., 2009. Gökkuşağı alabalığı ve alabalıkgillerin morfolojik özellikleri arazi çalışmaları. *Doğal Alabalık Çalıştayı* 22-23 Ekim 2009.
- Yılmaz, T., 2023. Türk Somonu (*Oncorhynchus mykiss*) Yetiştiriciliğinin Ekonomik, Çevresel ve Sosyal Sürdürülebilirliği. ,Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.
- Yulianti, D., Hardi, E. H., Saptiani, G. (2020). The Hatching Rate of Climbing Perch (*Anabas testudineus*) Eggs in The extract of Lempuyang (*Zingiber zerumbet*) and Sour Egg plant (*Solanum ferox*). *Scholar.archive.org*
- Zhang J, Qiu X, Tan Q, Xiao Q, Mei S. A Comparative Metabolomics Study of Flavonoids in Radish with Different Skin and Flesh Colors (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2020;68(49):14463-14470. doi:10.1021/acs.jafc.0c05031

Zohary, D., Hopf, M. 2000. Domestication of Plants in the Old World (3rd ed.). *Oxford: University Press.*



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Rıdvan HÜSEM
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	
Lisans:	
Yüksek lisans:	
Yabancı Dil Bilgisi	
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	