



Yassir Yöntürk

Fırat University, yyonturk@hotmail.com, Elazığ-Türkiye

M. Enis Yonar

Fırat University, meyonar@gmail.com, Elazığ-Türkiye

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2022.17.4.5A0179	
ORCID ID	0000-0002-6306-2255	0000-0001-9519-4247
Corresponding Author	M. Enis Yonar	

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)' NDA ARI POLENİNİN ANTİOKSİDAN ETKİSİ

ÖZ

Bu çalışmada; gökkuşığı alabalığında bazı oksidan ve antioksidan parametreler üzerine arı polenin etkisi araştırıldı. Araştırmada; ortalama ağırlığı 100±10g olan toplam 120 adet gökkuşığı alabalığı kullanıldı. %1, %2 ve %4 oranında polen içeren yemler 21 gün süreyle balıklara verildi. Deneme sonunda balıklardan alınan karaciğer, böbrek ve dalak örneklerinde oksidan (malondialdehit düzeyi) ve antioksidan parametreler (redükte glutasyon düzeyi, glutasyon peroksidaz ve glutasyon-S-transferaz aktiviteleri) analiz edildi. Kontrol grubuna göre polen uygulanan grupların doku malondialdehit düzeylerinin düştüğü, redükte glutasyon düzeyleri ve glutasyon peroksidaz aktivitelerinin ise arttığı belirlendi (p<0.05). Polen uygulanan grupların glutasyon S-transferaz aktivitelerinde ise kontrol grubuna göre istatistiksel herhangi bir farklılık bulunmadı.

Anahtar Kelimeler: Antioksidanlar, Arı Poleni, Balık, Doku, Oksidatif Stres

ANTIOXIDANT EFFECT OF BEE POLLEN ON RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*)

ABSTRACT

In this study, effects of bee pollen on oxidant and antioxidant parameters of rainbow trout (*O. mykiss*) were investigated. In the research, total 120 rainbow trout that averagely weighted 100±10g were used. Diets containing %1, %2 and %4 pollen were given to the fish for 21 days. Liver, kidney, and spleen samples were collected at the end of the experiment and analysed to determine the oxidant (malondialdehyde level) and antioxidant parameters (reduced glutathione level and glutathione peroxidase and glutathione-S-transferase activities). The tissue malondialdehyde levels of the pollen-treated groups were decreased, while the reduced glutathione levels and the glutathione peroxidase activities were increased when compared to the control group (p<0.05). No statistically significant change in the glutathione S-transferase activities was observed in the pollen-treated groups according to the control group.

Keywords: Antioxidants, Bee Pollen, Fish, Oxidative Stress, Tissue

How to Cite:

Yöntürk, Y. ve Yonar, M.E., (2022). Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)' NDA Arı Poleninin Antioksidan Etkisi. Ecological Life Sciences, 17(4):203-211, DOI: 10.12739/NWSA.2022.17.4.5A0179.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Çiçek tozu anlamına gelen polen, bitkilerin çiçeklenme dönemleri boyunca görülen ve farklı renklerde olabilen çok çekirdekli haploit kromozoma sahip, dişi organın tozlaşmasını sağlayan ve çiçekli bitkilerin erkek üreme organında oluşan erkek gametofitlerdir [1, 2 ve 3]. Polenler vejetatif ve generatif olmak üzere iki hücreden meydana gelmiş n kromozomlu mikrosporlardır [2]. Polenler mikrospor ana hücrelerinin mayoz bölünme geçirmesiyle oluşur [3]. Polenin esas görevi aynı türün dişi üreme organına ulaşıp; ovaryumdaki yumurtanın döllenmesini sağlamak ve böylece neslin devamlılığını gerçekleştirmektir [2]. İnsan metabolizması için çok değerli besin maddelerini içeren polen, yüksek derecede protein ve karbonhidrat kaynağı olmasının yanısıra zengin vitamin ve mineral madde deposudur [1]. Polenin kimyasal içeriğini, aminoasitler, proteinler, karbonhidratlar, lipidler, şekerler ve su oluşturmaktadır. Ayrıca polenler çeşitli vitaminler, organik asitler, mineraller ve elementler bakımından da oldukça zengin hücrelerdir [1 ve 3]. Bunun yanısıra çeşitli madensel tuzlar, karotenoidler, steroidler, esansiyel yağ asitleri ve hormon benzeri büyüme faktörleri, diastaz, fosfataz ve amilaz gibi değerli enzimler ile renk pigmentleri de tespit edilmiştir. Yapısında bulunan flavonoidler ve fenolik bileşikler sayesinde polen; güçlü antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antikarsinojen, vazodilatör, antiallerjik, antiviral, çevresel kontaminantlara karşı koruyucu fonksiyonlara sahip olma gibi çeşitli biyolojik aktiviteler gösterir [1].

Ortamda bulunan diğer moleküllerle etkileşerek elektron alışverişinde bulunan ve bu şekilde etkileşime girdiği maddenin yapısını bozan tek veya eksik elektronlu moleküllere serbest radikaller, reaktif oksijen türleri ya da oksidan moleküller denir [4 ve 5]. Normal fizyolojik şartlarda antioksidanlar genellikle serbest radikallerin dolaşımını etkili bir şekilde kontrol ederek hücre hasarını sınırlandırmaktadırlar. Ancak, biyolojik sistemlerde serbest radikallerin oluşumu ve antioksidan seviye arasındaki dengenin serbest radikallerin oluşumu yönüne kayması durumunda oksidatif stres durumu ortaya çıkmaktadır [6]. Oksijen radikallerinin oluşumunu ve bunların meydana getirdiği hasarı önlemek için vücutta birçok savunma mekanizması mevcuttur. Bunlara 'antioksidan savunma mekanizmaları' ya da kısaca 'antioksidanlar' denir. Antioksidan bileşikler, glutatyon, β -karoten, ürik asit, C ve E vitaminlerini içerirken, antioksidan savunma enzimleri süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GSH-PX), glutatyon-S-transferaz (GST) ve glutatyon redüktaz (GR) ' dan oluşur [7].

2. ÇALIŞMANIN AMACI (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada güçlü bir antioksidan olan arı poleninin balıklarda antioksidan olarak kullanılabilirliğinin ve farklı oksidan ve antioksidan parametreler kullanılarak balıklarda antioksidan özelliğinin araştırılması ayrıca balıklara oral yolla verilecek arı poleninin farklı dozlardaki olumlu veya olumsuz etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Önemli Noktalar (Highlights):

- Günümüzde balık hastalıklarını önlemek için antioksidanların kullanılabilirliği oldukça önemli bir konu haline gelmiştir.
- Polenin alabalıkların bazı oksidan ve antioksidan parametrelerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.
- Polenin antioksidan olarak balıklara verilebileceği görülmüştür.

3. MATERYAL VE METOT (MATERIALS AND METHODS)

Araştırmada kullanılan ve ortalama ağırlığı 100±10g olan 120 adet gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), yerel bir işletmeden temin edilerek 80x75x90cm boyutlarında 4 farklı fiberglas tanka, her birinde 10 adet olacak şekilde yerleştirildi. Deneysel çalışmaya başlamadan önce balıklar hazırlanmış olan bu ortama 15 gün süreyle adapte edildi. Adaptasyon süresince balıklara günde iki kere alabildikleri kadar ticari alabalık yemi verildi.

Çalışma 3 tekrarlı olarak yürütüldü ve her bir tekrar için 40 adet olmak üzere toplamda 120 balık kullanıldı. Çalışma, Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleleri Etik Kurulu Başkanlığı tarafından onaylandı (Protokol No:2014/10-102).

Araştırmada kestane (*Castanea sativa*) poleni kullanıldı. Polen örnekleri, Zonguldak yöresinde sabit arıcılık yapan arıcılardan kestane balının üretim sezonunda kovanların önüne polen tuzağı takılarak elde edildi. Polen örneklerinin palinolojik olarak identifikasyonu Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi'nden Prof. Dr. Sibel Silici tarafından yapıldı.

Çalışmada kullanılan polen örnekleri %1, %2 ve %4 oranında tartıldı ve 1'er litre su içerisinde çözüldü. Polen içeren yemlerin hazırlanması için, özel bir firmadan (Ecobio) alınan pelet yemler önce toz haline getirildi. Toz haline getirilen yemler polen içeren 1'er litrelik sularla hamur haline getirildi. Hamur haline getirilen karışım kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline dönüştürüldü. Hazırlanan peletler tepsilere yerleştirilip yem fırınında kurutuldu. Yemler soğutulduktan sonra, kullanılmaya kadar koyu renkli cam muhafaza kapları içerisinde ve 4°C'de muhafaza edildi.

Adaptasyon süresi sonunda balıklar K (Kontrol grubu; polen içermeyen ticari yemin uygulandığı grup), D1 (%1 oranında polen ilave edilen yemin uygulandığı grup), D2 (%2 oranında polen ilave edilen yemin uygulandığı grup) ve D3 (%4 oranında polen ilave edilen yemin uygulandığı grup) olmak üzere dört farklı gruba ayrıldı.

Deneysel yemler 21 gün süreyle balıklara uygulandı. Bu sürenin sonunda benzocain (25mg/L) ile anestezi [8 ve 9] edilen balıkların klinik muayenesini takiben usulüne uygun bir şekilde otopsi yapıldı [10]. Çıkarılan karaciğer, böbrek ve dalak örnekleri folyolara sarıldı ve -20°C'de derin dondurucuda muhafaza edildi. Doku örnekleri 30 gün içerisinde işlendi.

Oksidan ve antioksidan parametrelerin belirlenmesi için karaciğer, böbrek ve dalak örneklerinden homojenatlar hazırlandı. Homojenatların hazırlanması için doku örnekleri serum fizyolojik (%0.09 NaCl) ile yıkandı, iki süzgeç kağıdı arasında suyu alındıktan sonra %1.15'lik KCl içinde 1:10 oranında sulandırılarak homojenize edildi. Elde edilen homojenatlar 50ml'lik propilen tüplerde soğutmalı santrifüjde 3200 rpm'de +4°C'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatantlar alındı [11 ve 12] ve lipit peroksidasyonun bir göstergesi olarak malondialdehit (MDA) düzeyi [13] ile redükte glutatyon (GSH) düzeyi [14], glutatyon peroksidaz (GSH-Px) aktivitesi [15] ve glutatyon S-transferaz (GST) aktivitesi [16] belirlendi.

Doku protein miktarları, GSH-Px ve GST spesifik enzim aktivitesi ile MDA ve GSH düzeylerini hesaplamak amacıyla Lowry ve ark. [17] tarafından tarif edilen yöntemle ölçüldü.

Denemede elde edilen sonuçların istatistiksel analizleri SPSS 12.0 istatistik programı kullanılarak gerçekleştirildi. Kontrol ve deneme grubu balıklarının incelenen parametrelerinde meydana gelen değişimler tek yönlü varyans analizi (ONEWAY-ANOVA) ile test edildi. Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verildi.

4. BULGULAR (FINDINGS)

Kontrol ve deneme grubu balıklarının karaciğer, böbrek ve dalak MDA düzeylerindeki değişimler Tablo 1' de gösterilmiştir. Kontrol grubuna göre polen uygulanan tüm deneme gruplarının (D1 grubu dalak dokusu hariç) doku MDA düzeylerinde belirlenen azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi ($p < 0.05$). Yalnız polenin uygulandığı D1, D2 ve D3 grupları karşılaştırıldığında bu grupların karaciğer MDA düzeyleri arasında istatistiksel herhangi bir farklılık tespit edilmezken ($p > 0.05$), D2 ve D3 gruplarının böbrek ve dalak MDA düzeylerinin D1 grubundan farklı olduğu görüldü ($p < 0.05$).

Tablo 1. Kontrol ve deneme gruplarında MDA düzeyleri (nmol/g protein)
(Table 1. MDA levels (nmol/g protein) in the control and experimental groups)

Deneme Grupları				
Doku	K	D1	D2	D3
Karaciğer	6.85±0.80 ^b	5.22±0.69 ^a	4.98±0.63 ^a	4.92±0.71 ^a
Böbrek	9.95±1.19 ^c	7.82±0.86 ^b	6.98±0.72 ^a	6.95±0.88 ^a
Dalak	7.43±1.02 ^c	7.11±0.77 ^c	6.45±0.54 ^b	6.03±0.65 ^a

^{a,b,c,d} Aynı satırda yer alan farklı harfler taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$)
K :Kontrol grubu
D1:%1 oranında polen verilen grup
D2:%2 oranında polen verilen grup
D3:%4 oranında polen verilen grup

Kontrol ve deneme grubu balıklarının karaciğer, böbrek ve dalak GSH düzeylerindeki değişimler Tablo 2' de verilmiştir. Kontrol grubuna göre polen uygulanan tüm deneme gruplarının doku GSH düzeylerinde belirlenen artışın istatistiksel olarak önemli olduğu saptandı ($p < 0.05$). Yalnız polenin uygulandığı D1, D2 ve D3 grupları karşılaştırıldığında D2 ve D3 gruplarının karaciğer GSH düzeylerinin D1 grubundan farklı olduğu saptandı ($p < 0.05$). Ancak yine D1, D2 ve D3 grupları kendi içerisinde karşılaştırıldığında bu grupların böbrek ve dalak GSH düzeylerinde istatistiksel olarak herhangi bir farklılık belirlenmedi ($p > 0.05$).

Kontrol ve deneme grubu balıklarının doku GSH-Px aktivitelerindeki değişimler Tablo 3' de gösterilmiştir. Kontrol grubuna göre polen uygulanan tüm deneme gruplarının doku GSH-Px aktivitelerinde belirlenen artışın istatistiksel olarak önemli olduğu saptandı ($p < 0.05$). Yalnız polenin uygulandığı D1, D2 ve D3 grupları karşılaştırıldığında ise D3 grubunun karaciğer GSH-Px aktivitesinin D1 ve D2 gruplarından farklı olduğu saptandı ($p < 0.05$). Yalnız polenin uygulandığı D1, D2 ve D3 grupları karşılaştırıldığında D2 ve D3 gruplarının böbrek GSH-Px aktivitesinin D1 grubundan istatistiksel olarak farklı olduğu görüldü ($p < 0.05$). Yine yalnız polenin uygulandığı D1, D2 ve D3 grupları karşılaştırıldığında bu grupların dalak GSH-Px aktivitelerinin istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermediği saptandı ($p > 0.05$).

Kontrol ve deneme grubu balıklarının doku GST aktivitelerindeki değişimler Tablo 4' de gösterilmiştir. Kontrol grubuna göre her üç deneme grubunda da karaciğer, böbrek ve dalak GST aktivitelerinin istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermediği belirlendi. Yine yalnız polenin uygulandığı D1, D2 ve D3 grupları karşılaştırıldığında da benzer bir şekilde gruplar arasında istatistiksel herhangi bir farklılık bulunmadı ($p > 0.05$).

Tablo 2. Kontrol ve deneme gruplarında GSH düzeyleri ($\mu\text{mol/g}$ protein)
(Table 2. GSH levels ($\mu\text{mol/g}$ protein) in the control and experimental groups)

Deneme Grupları				
Doku	K	D1	D2	D3
Karaciğer	185.29±14.33 ^a	220.41±15.71 ^b	246.87±19.63 ^c	251.60±15.40 ^c
Böbrek	71.79±12.74 ^a	78.33±9.43 ^b	80.76±6.71 ^b	79.22±10.29 ^b
Dalak	80.44±11.27 ^a	92.35±10.75 ^b	90.57±7.53 ^b	94.06±9.48 ^b
^{a,b,c,d} Aynı satırda yer alan farklı harfler taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05)				

Tablo 3. Kontrol ve deneme gruplarında GSH-Px aktiviteleri (U/mg protein)

(Table 3. GSH-Px activities (U/mg protein) in the control and experimental groups)

Deneme Grupları				
Doku	K	D1	D2	D3
Karaciğer	3.37±0.39 ^a	4.88±0.65 ^b	5.12±0.98 ^b	5.45±0.81 ^c
Böbrek	2.61±0.26 ^a	2.99±0.41 ^b	3.45±0.55 ^c	3.48±0.72 ^c
Dalak	2.14±0.52 ^a	2.6±0.33 ^b	2.65±0.28 ^b	2.70±0.40 ^b
^{a,b,c,d} Aynı satırda yer alan farklı harfler taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05)				

Tablo 4. Kontrol ve deneme gruplarında GST aktiviteleri ($\mu\text{mol/dakika/mg}$ protein)

(Table 4. GST activities ($\mu\text{mol/minute/mg}$ protein) in the control and experimental groups)

Deneme Grupları				
Doku	K	D1	D2	D3
Karaciğer	106.82±11.23 ^a	131.42±10.85 ^a	130.65±15.41 ^a	132.20±13.58 ^a
Böbrek	75.41±9.88 ^a	73.96±8.34 ^a	76.97±10.22 ^a	78.62±9.81 ^a
Dalak	88.76±12.37 ^a	87.71±10.29 ^a	90.13±9.43 ^a	89.27±8.76 ^a
^{a,b,c,d} Aynı satırda yer alan farklı harfler taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05)				

5. TARTIŞMA VE SONUÇ (DISCUSSION AND RESULT)

Oksijenden tek elektron indirgenmesi sonucu meydana gelen serbest radikaller, değişik birçok reaksiyonla vücudun normal prosesi içerisinde hücre ve dokularda oluşurken, pestisit, ağır metal ve çevresel şartlar gibi diğer bazı dış faktörler sonucunda da vücutta oluşur. Bu radikaller proteinler, lipitler, karbohidratlar ve nükleik asitleri yıkıma uğratabilirler. Ayrıca DNA'ya zarar verirler, enzimlerin aktivasyonunu bozarlar ve membran geçirgenliğini olumsuz etkilerler. Poliansature yağ asitlerinin oksidatif yıkımı olan lipid peroksidasyon serbest radikallerin uyardığı hücre yıkımında önemli bir mekanizmadır. Birçok hastalıkta doku yıkımı serbest radikaller ve lipid peroksidasyon sonucu oluşur. Organizmada serbest radikal reaksiyonları birçok antioksidan sistemi ile kontrol edilir. Antioksidanlar serbest radikal oluşumunu önleyen, temizleyen veya zincir kıran yapılar olarak işlev görürler [5, 18 ve 19].

Diğer yüksek omurgalı canlılarda olduğu gibi balıklarda da lipid peroksidasyon veya MDA düzeyi hücresel bileşenlerde meydana gelen oksidatif zararın en önemli göstergelerinden birisidir [20]. Bu araştırmada da oksidatif stresin bir belirteci olarak MDA düzeyindeki değişimler incelenmiştir.

Dastan ve ark. [21] tarafından yapılan ve 0,5, 2,5, 5, 10, 20 ve 30ppm konsantrasyonlarında 96 saat uygulanan polenin alabalıklarda karaciğer, dalak ve kalp dokusundaki MDA düzeylerine etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak karaciğer MDA düzeyinin tüm deneme



gruplarında, dalak ve kalp MDA düzeyinin ise 0.5ppm konsantrasyonunda polen uygulanan grup dışındaki tüm deneme gruplarında düştüğü tespit edilmiştir. Ferreira ve ark. [22] yukarıda elde edilen sonucun aksine bir fungusit olan tebuconazole maruz kalan *Rhamdia quelen* türü balıklarda, yalnız polen uygulamasının karaciğer, böbrek ve beyin dokusundaki MDA düzeylerine istatistiksel herhangi bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır. Bu çalışmada da Dastan ve ark. [21] tarafından elde edilen sonuçlara paralel olarak, sırasıyla %1, %2 ve %4 oranında polen içeren yemlerin uygulandığı D1, D2 ve D3 gruplarının doku MDA düzeylerinin kontrol grubuna göre azaldığı belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi [23] polenin bu etkisi onun güçlü radikal temizleyici etkisini göstermektedir.

Balıkların antioksidan savunma mekanizmaları; konakçı dokusunda hasara neden olan etkenleri ortadan kaldıran veya yayılmasını sınırlayan, enfeksiyonun meydana gelmesini engelleyen ya da enfeksiyona karşı vücudun cevap vermesini sağlayan faktörlerin birçoğunu içine almaktadır [24]. Yüksek omurgalılardaki gibi balıklarda da antioksidan savunma non-enzimatik ve enzimatik olarak sınıflandırılırlar. Balıklarda en önemli antioksidan enzimler, aktiviteleri ve diğer antioksidanlarla ilişkileri hakkındaki bilgilerin sınırlı olduğu hidrojen peroksid (H_2O_2)'i temizleyen katalaz, süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$)'ni yok eden süperoksit dismutaz, H_2O_2 ve lipid hidroperoksitleri temizleyen glutatyon peroksidaz ile glutatyonun bağlı diğer enzimlerdir [25, 26 ve 27]. GSH, serbest radikaller ve peroksidlerle reaksiyona girerek hücreleri oksidatif hasardan koruyan, enzimatik olmayan, tripeptit karakterinde, endojen, çok önemli bir antioksidandır. GSH protein yapısındaki sülfhidril gruplarını indirgenmiş halde tutarak çoğu protein ve enzimin inaktive olmasını engeller.

GSH glutatyonun bağlı enzimlerin fonksiyonları için de gereklidir [28]. Örneğin GSH-Px GSH'ı kullanarak H_2O_2 'yi suya dönüştürür. Bu reaksiyonda redükte glutatyon (GSH) okside glutatyon (GSSG) formuna dönüşür. Diğer taraftan GST ise GSH ile birlikte elektrofilik gruplar taşıyan bileşikler arasındaki konjugasyonu katalizleyen, birçok farklı ksenobiyotik ve endojen bileşiklerin detoksifikasyonu ve biyotransformasyonunda rol alan, çok fonksiyonlu faz II enzim ailesinin bir üyesidir [29]. Dastan v ark. [21] polenin alabalıklarda karaciğer, dalak ve kalp dokusundaki total serbest sülfirid grup düzeylerini artırdığını, ayrıca bu maddenin total antioksidan kapasiteyi (TAS) artırarak total oksidan kapasiteyi (TOS) düşürdüğünü belirlemişlerdir. Ferreira ve ark. [22] tarafından yapılan bir çalışmadan elde edilen sonucuna göre *Rhamdia quelen* türü balıklarda, yalnız polen uygulamasının karaciğer GST aktivitesini arttırdığı, böbrek GST aktivitesini düşürdüğü, beyin dokusundaki GST aktivitesini ise etkilemediği görülmüştür.

Bir arı ürünü olan propolis oral ve enjeksiyonla uygulandığı alabalıklardaki bir çalışmada ise doku GSH düzeyleri ile katalaz aktivitelerinin arttığı tespit edilmiştir [30]. Polen farklı dozlarının uygulandığı bu çalışmada da yukarıdaki araştırmacıların elde ettiği sonuçlarla uyumlu bir şekilde alabalıkların incelenen tüm dokularında GSH düzeyi ve GSH-Px aktivitesi istatistiksel olarak artarken, GST aktivitesinde önemli herhangi bir farklılık bulunmadı. Bu sonuç polenin antioksidan kapasiteyi arttırdığını göstermektedir. Polen bu etkisi yapısında bulunan fenolik maddelerden kaynaklanıyor olabilir [31].

Bu çalışma sonuçlarına göre, polenin alabalıkların bazı oksidan ve antioksidan parametrelerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu sonuç polenin antioksidan olarak balıklara verilebileceğini göstermektedir. Ancak başka balık türlerinde farklı

doz ve sürelerde polen uygulamalarının sonuçlarına ihtiyaç olduğu da görülmektedir.

NOT (NOTICE)

Bu çalışma; birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Çalışmayı SÜF.17.03. nolu proje olarak destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Koordinasyon Birimi'ne ve polen örneklerinin identifikasyonu için Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Sibel Silici' ye teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

FİNANSAL AÇIKLAMA (FINANCIAL DISCLOSURE)

Bu araştırma, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Koordinasyon Birimi tarafından "SÜF.17.03 nolu proje" ile maddi olarak desteklenmiştir.

ETİK STANDARTLAR BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Denemede kullanılan balıklar üzerindeki tüm işlemler "Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Yönergesine" uygundur (Protokol No: 2014/10-02).

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Gülhan, M.F., (2014). Nitrik Oksit Sentaz Blokajı ile Hipertansiyon Oluşturulan Sıçanlarda Propolis, Cape ve Polen'in Kan Basıncı, Adma, NF-Kb ve Paraoksanaz Düzeylerine Etkileri (Doktora Tezi). Niğde:Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.,
- [2] Fişne, A., (2016). Trabzon Yöresi Ballarında Polen Analizi (Doktora Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [3] Tümerdem, Ç., (2016). Beypazarı Ballarında Polen Analizi (Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [4] Delibaş, N. and Özçankaya, R., (1995). Serbest radikaller. Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 2:11-17.
- [5] Benzer, F., (2001). Fasciola Hepatica ile Enfekte Koyunların Kan ve Karaciğer Dokularında Arginaz, Nitrik Oksit, Bazı Antioksidant Enzimler ve Lipid Peroksidasyon Düzeyleri ile Karaciğer Arginaz Enziminin Biyokimyasal Özellikleri (Doktora Tezi). Elazığ: Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- [6] Çakır Atabek, H., (2012). Şiddeti Giderek Artan Direnç Egzersizin Oksidatif Stres Üzerine Etkisinin Direnç Egzersiz Antrenmanı Yapan ve Yapmayan Bireylerde İncelenmesi (Doktora Tezi). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- [7] Kaya, E., (2005). Klorprifos ve deltamethrin'in kan ve beyin lipid peroksidasyon ve antioksidan enzim aktivitelerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [8] San, A. and Yonar, M.E., (2017). Determination of oxidative stress in scaly carp (Cyprinus carpio Linnaeus, 1758) exposed to deltamethrin in different water temperature. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 34(3):281-286.



- [9] Eksen, T. and Mişe Yonar, S., (2021). Effect of ellagic acid on growth and some antioxidant parameters in scaly carp (*Cyprinus carpio*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(3):337-343.
- [10] Arda, M., Seçer, S., and Sarleyyüpoğlu, M., (2017). *Balık Hastalıkları*. Ankara: Medisan Yayınevi.
- [11] Sakin, F., Ispir, Ü., Mişe Yonar, S., Yonar, M.E. and Taysi, R., (2011). Effect of short-term cypermethrin exposure on oxidant-antioxidant balance in the whole body of rainbow trout fry (*Oncorhynchus mykiss*). *Fresenius Environmental Bulletin*, 20(10a):2806-2809.
- [12] Mişe Yonar, S., Yonar, M.E., and Ural, M.S., (2017). Antioxidant effect of curcumin against exposure to malathion in *Cyprinus carpio*. *Cellular and Molecular Biology*, 63(3):68-72.
- [13] Placer, Z.A. Cushman, L., and Johnson, B.C., (1966). Estimation of products of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biological fluids. *Analytical Biochemistry*, 16:359-364.
- [14] Ellman, G.L., (1959). Tissue sulphhydryl groups. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 82:70-77.
- [15] Beutler, E., (1975). *Red cell metabolism: A Manual of Biochemical Methods* (2nd edition). New York: Grune and Strottan.
- [16] Habig, W.H., Pabst, M.J., and Jakoby, W.B., (1974). Glutathione S-transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation. *The Journal of Biological Chemistry*, 249(22):7130-7139.
- [17] Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., and Randal, R.J., (1951). Protein measurement with Folin phenol reagent. *Journal of Biochemistry*, 193:265-275.
- [18] Bragadottir, M., (2001). *Endogenous antioxidants in fish. The Degree of Master of Science in food science*, Department of Food Science, University of Iceland.
- [19] Fontagné, S., Bazin, D., Brèque, J., Vachot, C., Bernarde, C., Rouault, T., and Bergot, P., (2006). Effects of dietary oxidized lipid and vitamin A on the early development and antioxidant status of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) larvae. *Aquaculture*, 257:400-411.
- [20] Morales, A.E., Pèrez-Jimènez, A., Hidalgo, M.C., Abellán, E., and Gabriel, C.G., (2004). Oxidative stress and antioxidant defenses after prolonged starvation in *Dentex dentex* liver. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, 139(1-3):153-161.
- [21] Dastan, S.D., Gulhan, M.F., Selamoglu, Z., and Dastan, T., (2017). The determination of different effective concentration of ethanolic extract of bee pollen on biochemical analysis in liver, spleen and heart tissues of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16(1):326-340.
- [22] Ferreira, D., Unfer, T.C., Rocha, H.C., Kreutz, L.C., Gessi Koakoski, G., and Barcellos, L.J.G., (2012). Antioxidant activity of bee products added to water in tebuconazole-exposed fish. *Neotropical Ichthyology*, 10(1):215-220.
- [23] Eraslan, G., Kanbur, M. and Silici, S., (2009). Effect of carbaryl on some biochemical changes in rats: The ameliorative effect of bee pollen. *Food and Chemical Toxicology*, 47:86-91.
- [24] Blazer, V.S., (1992). Nutrition and disease resistance in fish. *Annual Reviews of Fish Diseases*, 2:309-323.
- [25] Belló, A.R.R., Fortes, E., Belló-Klein, A., Belló, A.A., Llesuy, S.F., Robaldo, R.B., and Bianchini, A., (2000). Lipid Peroxidation induced by *Clinostomum detrunctum* in muscle of



- the freshwater fish *Rhamdia quelen*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 42:233-236.
- [26] Mourente, G., Diaz-Salvago, E., Bell, J.G., and Tocher, D.R., (2002). Increased activities of hepatic antioxidant defence enzymes in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) fed dietary oxidised oil: attenuation by dietary vitamin E. *Aquaculture*, 214:343-361.
- [27] Puangkaew, J., Kiron, V., Satoh, S., and Watanabe, T., (2005). Antioxidant defense of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to dietary n-3 highly unsaturated fatty acids and vitamin E contents. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, 140:187-196.
- [28] Hayes, J.D., and McLellan, L.I., (1999). Glutathione and glutathione-dependent enzymes represent a co-ordinately regulated defence against oxidative stress. *Free Radical Research*, 31:273-300.
- [29] Hamed, R.R., Farid, N.M., Elowa, S.H.E., and Abdalla, A.M., (2003). Glutathione related enzyme levels of freshwater fish as bioindicators of pollution. *The Environmentalist*, 23:313-322.
- [30] Yonar, M.E., (2008). *Yersinia ruckeri* ile enfekte edilen gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin tedavisinde propolis kullanılması (Doktora Tezi). Elazığ: Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [31] Leja, M., Mareczek, A., Wyżgolik, G., Klepacz-Baniak, J., and Czekońska, K., (2007). Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. *Food Chemistry*, 100(1):237-240.