



## Prina Yağının Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemlerine İlavesinin Büyüme Performansı, Bağışıklık Parametreleri ve Hastalık Direnci (*Lactococcus garvieae*) Üzerine Etkileri

Ebru YILMAZ<sup>1\*</sup> Ekrem Şanver ÇELİK<sup>2</sup> Sebahattin ERGÜN<sup>2</sup> Sevdan YILMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, 09100 Aydın-Türkiye

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale-Türkiye

Geliş/Received: 21.09.2020

Kabul/Accepted: 05.11.2020

Atf yapmak için: Yılmaz, E., Çelik, E.Ş., Ergün, S. & Yılmaz, S. (2020). Prina Yağının Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemlerine İlavesinin Büyüme Performansı, Bağışıklık Parametreleri ve Hastalık Direnci (*Lactococcus garvieae*) Üzerine Etkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 597-604.  
How to cite: Yılmaz, E., Çelik, E.Ş., Ergün, S. & Yılmaz, S. (2020). Effects of Dietary Olive Pomace Oil on Growth Performance, Some Immune Parameters and Disease Resistance (*Lactococcus garvieae*) of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 597-604.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0003-1905-1265>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4514-457X>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-9077-9438>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-9077-9438>

**\*Sorumlu yazarın:**

Ebru YILMAZ

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, 09100 Aydın-Türkiye.

✉: [ebruyilmaz@adu.edu.tr](mailto:ebruyilmaz@adu.edu.tr)

Cep telefonu : +90 (531) 894 43 16

Telefon : +90 (256) 772 70 22 / 6482

Faks : +90 (256) 772 72 33

**Öz:** Bu çalışmada, gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine prina yağı ilavesinin balıkların büyüme performansı, bazı kan parametreleri ve hastalık direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemede, ortalama ağırlığı 12,10±0,13 g olan 360 adet gökkuşluğu alabalığı kullanılmıştır. Denemede kontrol grubu, prina grubu 1 (%12 balık yağı + %4 prina yağı), prina grubu 2 (%8 balık yağı + %8 prina yağı) ve prina grubu 3 (%4 balık yağı + %12 prina yağı) deneme grupları olmak üzere toplamda 4 grup oluşturulmuştur. Balıklar deneme yemleri ile 60 gün beslenmişlerdir. Yeme eklenen farklı oranlardaki prina yağının balıkların büyüme performansında herhangi bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür. Prina yağı genel olarak serum biyokimyası parametreleri üzerinde olumsuz bir etki göstermemiştir. Araştırma sonuçlarımızda %4 prina yağının yemlere ilavesi ile balıkların bağışıklık parametrelerinin ve *Lactococcus garvieae*' a karşı direncinin arttığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Büyüme performansı, gökkuşluğu alabalığı, immunolojik parametreler, *Lactococcus garvieae*, prina yağı.

## Effects of Dietary Olive Pomace Oil on Growth Performance, Some Immune Parameters and Disease Resistance (*Lactococcus garvieae*) of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

**Abstract:** The present study investigated the effects of supplementation pomace oil on growth performance, some immune parameters and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In trial, 360 rainbow trout, which had average weight of 12.10 ± 0.13, was used. In the experiment, totally 4 group were formed including control group, pomace group 1 (12% fish oil + 4% olive pomace oil), pomace group 2 (8% fish oil + 8% olive pomace oil) and pomace group 3 (4% fish oil + 12% olive pomace oil). Fish were fed with the experimental diets for 60 days. It was observed that olive pomace oil in different ratios added to the diet did not cause any difference in the amount of growth parameters in fish. Olive pomace oil did not have a negative effect on serum biochemistry and immunological parameters. These results indicate that olive pomace oil supplementation significantly increased the immune responses and makes *O. mykiss* more resistant to infection by *L. garvieae*.

**Keywords:** Growth performance, immune parameters, *Lactococcus garvieae* olive pomace oil, rainbow trout.

**\*Corresponding author's:**

Ebru YILMAZ

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Aquaculture, 09100 Aydın-Turkey.

✉: [ebruyilmaz@adu.edu.tr](mailto:ebruyilmaz@adu.edu.tr)

Mobile telephone : +90 (531) 894 43 16

Telephone : +90 (256) 772 70 22 / 6482

Fax : +90 (256) 772 72 33

## GİRİŞ

Balık tüketimindeki küresel artış, sadece nüfus artışından kaynaklanmamaktadır, aynı zamanda balık tüketiminin sağlık açısından faydaları da bu artışa neden olmaktadır (Nasopoulou vd., 2013). Yetiştiricilik sektörü yem yapımında, dünyada üretilen balık ununun %40'nı ve balık yağının %60'nı kullanmaktadır. Önümüzdeki 10 yıl içerisinde, üretilen balık yağının su ürünleri sektöründe kullanılmak üzere gerekli miktarı karşılayamayacağı öngörülmektedir (Tacon, 2005). Balık yağı üretiminin azalması ve fiyatının yüksek olması nedeniyle, su ürünleri sektöründe alternatif hammadde arayışına başlanmıştır (Tacon & Metian, 2008). Bitkisel yağlar kolaylıkla temin edilebilmeleri, yem sanayide kullanılabilmesi, uygun maliyetli ve çevreye duyarlı olmalarından dolayı alternatif olarak tercih edilmektedirler (Turchini vd., 2003; Teoh vd., 2011). Balık yemi üretiminde kullanılan en yaygın bitkisel yağlar; soya fasulyesi, keten tohumu, kolza tohumu, ayçiçeği, hurma yağı ve zeytinyağıdır (Nasopoulou & Zabetakis, 2012).

Prina ve prina yağı, PAF inhibitörleri, fenolik/polifenolik moleküller, antioksidan ve diğer pleiotropik etkilere sahip mikro bileşenler içeren zeytinyağından üretilen doğal yan ürünlerdir (Karantonis vd., 2008). 100 kg zeytinden 15-22 kg zeytinyağı ve 35 kg prina elde edilebilir (Nasopoulou & Zabetakis, 2013). Prina yağı, %56-85 oranında oleik asit, %3-21 oranında linoleik, %0,1-1,5 oranında linoleik asit, %6-20 oranında palmitik asit, %0,3-3,5 oranında palmitoleik asit ve %0,3-3,5 oranında stearik asit içermektedir (Mateos vd., 2019). Aynı zamanda maliyetinin düşük olması ve Akdeniz bölgesindeki yaygınlığından dolayı sucul hayvanların beslenmesinde, alternatif bir besin kaynağı olarak da önerilmektedir (Nasopoulou vd., 2011; Nasopoulou & Zabetakis, 2013).

Araştırmacılar tarafından hayvan yemlerinde prina ve prina yağının kullanımına yönelik birçok araştırma yapılmasına rağmen (Yılmaz vd., 2004; Nasopoulou vd., 2011), prina yağının gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine ilavesinin bağışıklık parametreleri üzerine etkisi ve gökkuşuğu alabalıklarında ciddi ekonomik kayıplara neden olan olduğu bildirilen (Balta & Balta Dengiz, 2019) laktokokkozis etkeni olan *Lactococcus garvieae* karşı hastalık direnci üzerine etkileri ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada gökkuşuğu alabalıkları için %0, %4, %8 ve %12 oranında, prina yağı içeren yemler hazırlanmış ve balıkların büyüme performansı ve balık sağlığına olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

**Deneme Yeri, Deney Sistemi ve Balık:** Deneme Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve

Teknolojisi Fakültesi Canlı Kaynaklar Üretim Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Denemede 360 adet 12,10±0,13 g ağırlığında gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır. Besleme denemesinden önce balıklar 15 gün boyunca deneme ortamına adapte edilmişlerdir. Deneme ortamı kapalı devre sistem olup günlük %10-15 arasında su değişimi yapılmıştır. Bu sistemde çökeltme havuzu, kaba filtrasyon, kum filtre, biyolojik filtre ve ısıtma-soğutma üniteleri (Tuna Mac®, Çanakkale) mevcuttur. Deneme balıkları 140 L hacmindeki fiberglas tanklara 3 tekrarlı olacak şekilde rastgele dağıtılmıştır. Denemede her bir tanka 30 balık konmak üzere toplamda 12 tanka (4 grup × 3 tekrar = 12 tank) 360 adet balık konulmuştur. Deneme ortamında zamanlayıcılar yardımıyla 12 saat aydınlık; 12 saat karanlık fotoperiyodu uygulanmıştır.

**Deneme Yemleri:** Prina yağı ticari bir firmadan temin edilmiştir. %4 balık yağı içeren son yağlaması yapılmamış ticari ekstrude alabalık yemine (HEMAKS MAKİNA SANAYİ VE TİC. AŞ, Gaziantep /TÜRKİYE) %12 balık yağı (kontrol grubu) veya %12 prina yağı, %8 prina yağı + %4 balık yağı ve %4 prina yağı + %12 balık yağı ilave edilerek deneme grupları oluşturulmuştur. Böylece tüm deneme yemlerinin toplam yağ oranları %16 olarak ayarlanmıştır. Yemlerin besin değeri analizleri AOAC, (1998) ve Folch vd. (1957)'e göre yapılmıştır.

**Balıklardan Kan Örneklerinin Alınması:** 8 haftalık besleme denemesinin sonunda her bir tanktan 3 adet olmak üzere toplamda her bir deney grubu için 9 balık, 20 mg/L dozunda karanfil yağı ile 10 L'lik plastik kova içinde bayıltılarak, kaudal venadan steril enjektör yardımıyla kan alınmıştır (Iversen vd., 2003). Kan örnekleri immunolojik analizler için K3EDTA, serum biyokimyası analizleri için ise jelli serum tüpleri içerisine alınmıştır. Serum analizleri için jelli tüplerdeki kan örnekleri 5000 g devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen serum -80 °C'de analiz edilinceye kadar saklanmıştır. Serum içerisindeki biyokimyasal parametreler biyo analitik test kitleri kullanılarak, spektrofotometre (Optizen POP UV / VIS) ile ölçülmüştür.

**Fiziksel ve Kimyasal Su Kalitesi Analizleri:** Deneme süresince deneme tanklarının sıcaklık, oksijen ve iletkenlik ölçümleri YSI Pro2030 su analiz cihazı yardımıyla gün aşırı olarak takip edilmiştir. pH ölçümleri HANNA (HI 2221) masa üstü pH metre ile iki günde bir yapılmıştır. Toplam amonyak, nitrit ve nitrat ölçümleri ticari kit (Spectroquant®) kullanılarak spektrofotometre cihazında (Optizen POP UV/VIS) haftalık olarak ölçülmüştür.

**Büyüme Performansı, Yemden Yararlanmanın Hesaplanması:** Denemede büyüme performansı ve yemden yararlanmanın hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır:

Yüzde Ağırlık Artışı AA (%) = (Son Ağırlık (g) - Başlangıç ağırlığı (g)) / Başlangıç Ağırlığı x 100

Yem Dönüşüm Oranı: YDO = Yem Tüketimi (g) / Ağırlık Kazanımı (g)

Spesifik Büyüme Oranı: SBO (%Gün-1) = [Ln (Son ortalama ağırlık (g)) - Ln (Başlangıçtaki ortalama Ağırlık (g))] / Deneme gün sayısı x 100

**Biyokimyasal Analizler:** Serum biyokimyası parametreleri; glutamik pirüvik transaminaz, glutamik oksaloasetik transaminaz, laktat dehidrogenaz, alkalin fosfataz, glikoz, toplam protein, albumin, globulin, trigliserit, kolesterol, glikoz, albümin, globülin, toplam protein, trigliserit ve kolesterol daha önce balık çalışmalarında kullanılan ticari kit (Bioanalytic Diagnostic Industry, Almanya) yardımıyla spektrofotometrik olarak (Optizen POP UV/VIS) analiz edilmiştir (Yılmaz & Ergün, 2012).

### İmmunolojik Analizler

**Respiratöri Burst Aktivitesi:** Fagositlerin respiratöri burst aktivitesi (Stasiak & Baumann, 1996; Yılmaz, 2018) bildirdikleri nitro blue tetrazolium (NBT) yöntemi ile test edilmiştir. Analizden 10-12 saat önce her bir örnek için 50 µL poli-L-lizin 96 kuyucuklu plakalara ilave edilmiş ve plaka +4 °C'de bekletilmiştir. Daha sonra her bir balık için 50 µL kan örneği poli-L-lizin kaplı 96 plaka kuyucuklarına yerleştirilmiştir. Devamında örnekler 1 saat inkübasyona bırakılmış ve üst faz atılıp örnekler HBSS ile 3 kez yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra her bir kuyucuğa 100 µL %0,2 NBT solüsyonu ilave edilmiş ve 1 saat daha inkübasyona bırakılmıştır. Ardından hücreler %100 metanol ile 2-3 dakika fikse edilmiş ve 3 kez %70 lik metanol ile yıkanmıştır. Plakalar kuruduktan sonra, formazan çöktürmelerini çözmek için her bir kuyucuğa 60 µL 2 M potasyum hidroksit ve 70 µL DMSO sırasıyla ilave edilmiş ve okumalar multiskan spektrofotometrede (Thermo Multiskan Go) 620 nm'de yapılmıştır.

**Potansiyel Öldürme Aktivitesi:** Potansiyel öldürme aktivitesinin tespit edilmesi için Siwicki & Anderson (1993) bildirdikleri metod kullanılmıştır. Analizden 10-12 saat önce her bir örnek için 50 µL poli-L-lizin 96 kuyucuklu plakalara ilave edilmiş ve plaka +4 °C'de bekletilmiştir. Daha sonra her bir balık için 50 µL kan örneği poli-L-lizin kaplı 96 plaka kuyucuklarına yerleştirilmiştir. Devamında örnekler 1 saat inkübasyona bırakılmış ve üst faz atılıp örnekler HBSS ile 3 kez yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra her bir kuyucuğa 100 µL NBT [içerisinde formalin ile öldürülmüş ve PBS ile yıkanmış *Lactococcus garvieae* bakterisi (NBT solüsyonu içindeki bakteri yoğunluğu: 1,5 x 10<sup>8</sup>) bulunan solüsyonu ilave edilmiş ve plakalar 150 g'de 5 dakika santrifüj yapılmıştır. 30 dakika daha inkübasyondan sonra hücreler %100 metanol ile 5 dakika fikse edilmiş ve 3 kez %70 lik metanol ile yıkanmıştır. Plakalar kuruduktan sonra her bir kuyucuğa 60 µL 2 M potasyum hidroksit ve 70 µL DMSO

sırasıyla ilave edilmiş ve okumalar multiskan spektrofotometrede 620 nm'de yapılmıştır.

**Lizozim Aktivitesi:** Lizozim aktivitesinin tespit edilmesi için (Nudo & Catap, 2011) bildirdikleri metod kullanılmıştır. 25 µl serum örneği 175 µl *Micrococcus luteus* süspansiyonuna (pH 5,8) eklenmiştir. 96 plakada örnekler oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. 450 nm'de multiskan mikropilaka okuyucuda okumalar yapılmış ve standart kullanılarak (L6876 Sigma, Lysozyme from chicken egg white) µg/mL olarak standart eğriden hesaplanmıştır.

**Myeloperoksidaz Aktivitesi:** Myeloperoksidaz aktivitesi literatürde bildirilen metotlarda bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir (Quade & Roth, 1997; Kumari & Sahoo, 2006). 10 µl serum örneği 90 µl HBSS solüsyonu ile seyreltilmiştir. Bu karışıma 3,3',5,5'-tetramethylbenzidine dihydrochloride ve hidrojen peroksit içeren solüsyon ilave edilerek reaksiyon 2 dakika sonra 35 µl sülfirik asitle durdurulmuştur. Ardından 450 nm'de multiskan mikropilaka okuyucuda okumalar yapılmıştır (Quade & Roth, 1997).

**Hastalık Direnci Testi:** *Lactococcus garvieae* SY-LG1 patojeni daha önce hasta gökkuşağı alabalıklarından izole edilmiştir. *L. garvieae* BHB besi ortamında 12-16 saat süreyle 24 °C'de inkübe edilmiştir. Devamında PBS ile yıkanan bakteri hücreleri yoğunluğu 1x10<sup>7</sup> (daha önce hesaplanan LD<sub>50</sub> dozu) olarak ayarlanmış ve her gruptan 75 adet balık olmak üzere toplamda 300 adet balığa insülin iğnesi yardımıyla 100 µL/balık olacak şekilde enjekte edilmiştir. Ölüm oranları 20 gün boyunca kaydedilmiş ve ölen balıklardan *L. garvieae* geri izolasyonu yapılarak, şüpeleli izolatların geleneksel mikrobiyolojik testler ve 16S rDNA analizi ile *L. garvieae* oldukları doğrulanmıştır.

**İstatistiksel Analizler:** Analizlerden elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Verilerin normal dağılım göstermesi ve homojen olması durumunda Tukey çoklu karşılaştırma testi, normal dağılım göstermeyen, homojen verilerin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi ve homojen olmayan verilerin karşılaştırılmasında Tamhane testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 21 (IBM SPSS Statistics 21) programı kullanılarak p<0,05 önemlilik seviyesinde değerlendirilmiştir.

**Etik Kurul Onayı:** Bu çalışmanın Hayvan Deneyleri Etiği açısından uygun olduğu Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (Karar Numarası 2019/04-01) tarafından onaylanmıştır.

## BULGULAR

**Fiziksel ve Kimyasal Su Kalitesi Bulguları:** Deneme süresince, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Canlı Kaynaklar Üretim Ünitesi'nde su sıcaklığı 16,2-16,3 °C, oksijen 7,0-7,7

mg/l, iletkenlik 415-445  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , pH 7,0-7,4, toplam amonyak 0,015-0,010 mg/l, Nitrit 0,01-0,02 mg/l ve Nitrat 0,11-0,19 mg/l olarak tespit edilmiştir.

**Büyüme Performansı Bulguları:** Deneme başı ve deneme sonu ortalama canlı ağırlıklar, ağırlık artışları (AA), yem dönüşüm oranları (YDO) ve spesifik büyüme oranları (SBO) Tablo 1'de verilmiştir. Deneme süresince hiçbir grupta balık ölümü tespit edilmemiştir. Prina yağı oranlarının deneme sonu ortalama canlı ağırlık, AA, YDO ve SBO üzerine etkili bir faktör olmadığı ( $p>0,05$ ) tespit edilmiştir.

**Serum Biyokimyası Bulguları:** Deneme sonunda balıkların serum biyokimyası bulguları Tablo 2'de verilmiştir. Balık yemine prina yağı ilavesinin balıkların serum parametrelerinden ALP, TPROT ve GLO değerlerinde değişime neden olmadığı belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). LDH değerinin prina yağı ilaveli gruplardakontrol grubuna göre önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Ayrıca ALT, AST ve ALB değerleri, prina yağı

ilaveli yemler ile beslenen balıklarda kontrol grubundaki balıklara göre önemli oranda düşük çıkmıştır ( $p<0,05$ ).

**İmmunolojik Bulgular:** Besleme denemesi sonunda balıkların immünolojik parametrelerden respiratöri burst aktivitesi, süperoksit anyon, lizozim ve MPO bulguları Tablo 3'te verilmiştir. Deneme süresince respiratöri burst ve lizozim aktivitelerinin tüm gruplarda istatistiksel olarak benzer olduğu görülmüştür ( $p>0,05$ ). Süper oksit anyon üretimi ve MPO aktivitelerinin %4 prina yağı ilaveli gruplarda, diğer deneme gruplarına göre istatistiksel olarak artış gösterdiği bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

**Ölüm oranı bulguları:** Çalışma sonunda balıkların *Lactococcus garvieae* patojenine karşı hastalık dirençleri bulguları Tablo 4'te gösterilmiştir. Test sonucunda yeme %12 oranında prina yağı ilaveli grubun en yüksek ölüm oranına sahip olduğu bulunurken, %4 prina yağı ilaveli grubun en düşük ölüm oranına ( $p<0,05$ ) ve en yüksek relatif yüzde oranına (RPS) sahip olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Deneme gruplarına göre büyüme parametrelerindeki değişimler  
**Table 1.** Changes in growth parameters in groups.

	Deneme grupları			
	Kontrol (%16 balık yağı)	%4 Prina (%12 Balık Yağı+%4 Prina)	%8 Prina (%8 Balık Yağı+%8 Prina)	%12 Prina (%4 Balık Yağı+%12 Prina)
Deneme başı ortalama balık ağırlığı (g)	12,09±0,08 <sup>a</sup>	12,22±0,18 <sup>a</sup>	12,02±0,08 <sup>a</sup>	12,05±0,13 <sup>a</sup>
Deneme sonu ortalama balık ağırlığı (g)	34,56±0,16 <sup>a</sup>	34,52±0,52 <sup>a</sup>	33,68±1,68 <sup>a</sup>	32,56±0,05 <sup>a</sup>
AA (%)	185,93±3,23 <sup>a</sup>	182,44±8,55 <sup>a</sup>	180,23±12,17 <sup>a</sup>	170,18±3,30 <sup>a</sup>
YDO	0,99±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,04 <sup>a</sup>	0,99±0,05 <sup>a</sup>	1,05±0,01 <sup>a</sup>
SBO	1,75±0,02 <sup>a</sup>	1,73±0,05 <sup>a</sup>	1,71±0,07 <sup>a</sup>	1,65±0,02 <sup>a</sup>

n=3, Ortalama ± standart hata. Aynı satırda farklı üstel harfler içeren gruplar istatistiksel açıdan diğer gruplardan farklıdır. AA: Ağırlık artışı, YDO: Yem dönüşüm oranı, SBO: Spesifik büyüme oranı.

**Tablo 2.** Deneme gruplarına göre serum biyokimyasal parametrelerindeki değişimler  
**Table 2.** Changes in serum biochemical parameters in groups

Serum biyokimyası Parametreleri	Deneme grupları			
	Kontrol (%16 balık yağı)	%4 Prina (%12 Balık Yağı+%4 Prina)	%8 Prina (%8 Balık Yağı+%8 Prina)	%12 Prina (%4 Balık Yağı+%12 Prina)
ALT (U/L)	21,66± 5,41 <sup>ab</sup>	15,63± 2,37 <sup>b</sup>	16,03± 3,38 <sup>b</sup>	23,33± 8,83 <sup>a</sup>
AST (U/L)	155,64± 21,69 <sup>a</sup>	153,30± 17,38 <sup>a</sup>	121,41± 19,12 <sup>b</sup>	140,39± 24,10 <sup>ab</sup>
LDH (U/L)	1074,90± 188,37 <sup>b</sup>	1302,73± 213,47 <sup>b</sup>	1258,19± 250,26 <sup>b</sup>	1597,89± 110,38 <sup>a</sup>
ALP (U/L)	341,19± 64,57 <sup>a</sup>	311,59± 68,61 <sup>a</sup>	381,73± 68,93 <sup>a</sup>	337,08± 112,08 <sup>a</sup>
Tprot (g/dL)	9,51± 1,12 <sup>a</sup>	9,55± 0,86 <sup>a</sup>	8,37± 0,67 <sup>a</sup>	7,92± 2,20 <sup>a</sup>
ALB (g/dL)	0,75± 0,10 <sup>a</sup>	0,68± 0,08 <sup>a</sup>	0,67± 0,05 <sup>a</sup>	0,56± 0,06 <sup>b</sup>
GLO (g/dL)	8,76± 1,02 <sup>a</sup>	8,86± 0,87 <sup>a</sup>	7,70± 0,66 <sup>a</sup>	7,35± 2,14 <sup>a</sup>

n=9, Ortalama ± standart hata. Aynı satırda farklı üstel harfler içeren gruplar istatistiksel açıdan diğer gruplardan farklıdır. ALT: Glutamik Pirüvik Transaminaz, AST: Glutamik Oksaloasetik Transaminaz, LDH: Laktat Dehidrogenaz, ALP: Alkalen Fosfataz, Tprot: Toplam protein, ALB: Albumin, GLO: Globulin.

**Tablo 3.** Deneme gruplarına göre immünolojik parametrelerindeki değişimler.  
**Table 3.** Changes in immunologic parameters in groups.

İmmunolojik Parametreler	Deneme grupları			
	Kontrol (%16 balık yağı)	%4 Prina (%12 Balık Yağı+%4 Prina)	%8 Prina (%8 Balık Yağı+%8 Prina)	%12 Prina (%4 Balık Yağı+%12 Prina)
Respiratöri burst aktivitesi (OD 620)	0,15±0,05 <sup>a</sup>	0,21±0,07 <sup>a</sup>	0,20±0,05 <sup>a</sup>	0,15±0,02 <sup>a</sup>
Süper oksit anyonanyon(OD 620)	0,13±0,05 <sup>b</sup>	0,19±0,04 <sup>a</sup>	0,12±0,02 <sup>b</sup>	0,09±0,01 <sup>b</sup>
Lizozim aktivitesi ( $\mu\text{g/mL}$ )	15,85±5,04 <sup>b</sup>	21,17±2,85 <sup>a</sup>	20,23±5,99 <sup>b</sup>	15,24±2,04 <sup>b</sup>
MPO (OD 450)	0,42±0,16 <sup>b</sup>	0,58±0,14 <sup>a</sup>	0,38±0,07 <sup>b</sup>	0,28±0,03 <sup>b</sup>

n=9, Ortalama ± standart hata. Aynı satırda farklı üstel harfler içeren gruplar istatistiksel açıdan diğer gruplardan farklıdır. MPO: Myeloperoxidase.

**Tablo 4.** Deneme gruplarına göre ölüm oranındaki değişimler.  
**Table 4.** Changes in mortality in groups.

Deneme grupları	Hastalık bulaştırılan balık sayısı	% Ölüm oranı	RPS
Kontrol	75	57,33±6,11 <sup>b</sup>	
%4 Prina (%12 Balık Yağı+%4 Prina)	75	32,00±4,00 <sup>c</sup>	43,86
%8 Prina (%8 Balık Yağı+%8 Prina)	75	61,33±6,11 <sup>b</sup>	-7,02
%12 Prina (%4 Balık Yağı+%12 Prina)	75	80,00±4,00 <sup>a</sup>	-40,35

Aynı satırda farklı üstel harfler içeren gruplar istatistiksel açıdan diğer gruplardan farklıdır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma sonucunda alabalık yemlerine prina yağı ilavesinin balıkların büyüme performansı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Çalışmamızla benzer olarak tilapia balıkları % 25, %50, %75 ve %100 prina yağı içeren yemlerle beslenmiş ve deneme gruplarının büyüme performansları arasında fark bulunmamıştır (Bolel, 2010). Bizim çalışmamıza benzer olarak daha önce rapor edilen başka bir çalışmada, gökkuşağı alabalıkları %5, %10, ve %15 prina yağı içeren yemlerle 60 gün süre ile beslenmiş ve balıkların büyüme performansları yemdeki prina yağı oranından etkilenmediği tespit edilmiştir (Kaya, 2010).

Toplam protein ve lizozim seviyeleri spesifik olmayan savunma mekanizmasının ölçülebilir humoral bileşenleridir (Jeney vd., 1997). Serum toplam protein miktarının çok düşük olması, balıklarda bulaşıcı hastalık, böbrek hasarı ve beslenme düzensizliği ile ilişkilidir (Wedemeyer & McLeay, 1981). Bu çalışmada alabalık yemlerinde kullanılan prina yağı serum toplam protein miktarını değiştirmemiştir. Benzer olarak Harmantepe vd., (2016) tilapia yemlerine zeytin küspesi eklenmesinin serum toplam protein miktarını değiştirmedikini tespit etmişlerdir. Yeme %1 ve %5 oranlarında eklenen zeytin karasuyunun alabalıkların serum toplam protein miktarını değiştirmedikini bulunmuştur (Sicuro vd., 2010). Ighwela, (2015) tarafından Nil tilapyası (*O. niloticus*) balıklarında yürütülen çalışmada yeme zeytin karasuyu ilavesinin serum toplam protein seviyesini düşürdüğü belirtilmiştir.

ALT, ALP ve AST enzimleri, balıkların karaciğerinde görülen fonksiyon bozukları ve hastalıkların bir göstergesidir. Ayrıca ALP seviyesindeki artış, böbreğin detoksifikasyon etkisinin artmasına yol açarak olası bir hasara yol açabilir (Akinrotimi vd., 2012; Ganeshwade vd., 2011; Marigoudar vd., 2016; Vineet vd., 2008). Bu çalışmada ALT ve AST enzimleri yeme eklenen prina yağı ile birlikte düşmüştür. Ighwela, (2015) tarafından Nil tilapyası (*O. niloticus*) balıklarında yürütülen çalışmada yeme zeytin karasuyu ilavesinin ALT ve AST değerlerinin kontrol ve deneme gruplarında benzer olduğu tespit edilmiştir. Benzer olarak Harmantepe vd., (2015) tarafından yapılan çalışmada, zeytin posasının hibrit tilapyalarda (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aereus*) ALT ve AST değerlerini değiştirmedikini belirtmişlerdir. Farklı bir çalışmada ise yeme eklenen zeytinyağının sarı şarlatan (*Larimichthys crocea*) balıklarında ALT miktarını arttırdığı ve AST miktarını değiştirmedikini tespit edilmiştir (Li vd., 2019). Çalışmamızda, ALP değerinin kontrol ve deneme gruplarında herhangi bir değişime uğramadığı tespit edilmiştir.

LDH seviyesindeki artış, kas dokusu ve karaciğerdeki hasarın bir göstergesidir (Rui & Zuzuki, 1997). Harmantepe vd., (2015) tarafından yapılan çalışmada, zeytin posasının hibrit tilapyalarda (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aereus*) LDH değerlerini değiştirmedikini tespit edilmiştir. Baba vd., (2018) alabalık yemlerine %0, %0,1, %0,25, %0,50 ve %1,0 oranlarında zeytin yaprağı ekstraktının eklenmesinin LDH seviyesinin değiştirmedikini tespit etmişlerdir.

Serum veya plazmada toplam protein, albümin ve globulin tayini, balığın sağlık ve beslenme durumu hakkında bilgi verir (Schaperclaus vd., 1992). Bu çalışmada, serumdaki albümin içeriği prina yağı ile beslenen gruplarda azalmıştır. Farklı bir çalışmada zeytin posasının hibrit tilapyalarda (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aereus*) albümin değerini değiştirmedikini tespit edilmiştir (Harmantepe vd., 2016). Baba vd., (2018) yeme eklenen zeytin yaprağı ekstraktının alabalıkların serum albumin miktarını değiştirmedikini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada, serum globulin miktarlarında gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı görülmüştür. Benzer olarak Baba vd., (2018) alabalık yemlerine farklı oranlarda zeytin yaprağı ekstraktı eklenmesinin serum globulin miktarını değiştirmedikini tespit etmişlerdir.

Respiratöri burst aktivitesi, monositler/makrofajlar ve nötrofiller gibi fagositik hücrelerde güçlü bir oksijen bağımlı öldürme mekanizmasıdır ve oldukça etkili bir spesifik olmayan hücre savunma mekanizması olarak kabul edilir (Haugland vd., 2012). Serum lizozim aktivitesi, patojenik mikropların çoğalmasını ve kolonizasyonunu önlemede bir savunma hattı sağladığından önemlidir (Talpur & Khwanuddin, 2013). Bu çalışmada yeme prina yağı ilavesinin balıkların respiratörü burst aktivitelerini değiştirmedikini tespit edilmiştir. Benzer olarak, Seierstad vd., (2009) Atlantik somon (*Salmo salar*) balığı yemlerine balık yağı yerine kanola yağı ikamesinin respiratörü burst aktivitesini değiştirmedikini belirtmişlerdir. Farklı olarak Ayisi vd., (2018) Nil tilapyası (*O. niloticus*) balığı yemlerine balık yağı yerine palm yağı ikamesinin respiratörü burst aktivitesini arttırdığı, lizozim aktivitesini düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Süperoksit anyon üretimi, en önemli mikrobisidal bileşenlerden biri olarak kabul edilir ve önemli bir immün fonksiyon indeksidir (Bell & Smith, 1993). Serum miyeloperoksidaz aktivitesi, ise balıklarda patojenlerin öldürülmesi ve uzaklaştırılmasında etkili bir enzimdir (Johnston, 1978). Çalışmamızda, alabalık yemine %8 ve %12 oranlarında kullanılan prina yağı ilavesi süper oksit anyon üretimini ve MPO aktivitesini düşürmüştür.

*L. garvieae*'nin balıklarda hemorajik septisemi, deride lezyonlar ve kanamalar, ekzoftalmi, iç organların yüzeyinde peteşiler ve balık çiftliklerinde ölümlere yol

açan patojen gibi çeşitli hastalıklara neden olduğu bilinmektedir (Austin & Austin, 2007, Balta & Balta Dengiz, 2019). Mevcut çalışmada, %4 prina yağı takviyeli diyetle beslenen alabalıklarda, mortalitenin azaldığı ve *L. garvieae* enfeksiyonuna karşı koruma etkisi görülmüştür. Literatürde daha önce *L. garvieae* patojenine karşı prina yağının etkisiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma sonucunda prina yağının genel olarak serum biyokimyası parametrelerinde olumsuz bir etki göstermediği, %4 prina yağının ise yemlere ilavesi ile balıkların bağışıklık parametrelerinin ve *Lactococcus garvieae*'a karşı hastalık dirençlerinin arttığı belirlenmiştir.

### TEŞEKKÜR

Hazırlanan bu araştırma çalışması Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FHD-2019-3144' nolu proje ile desteklenmiştir.

### KAYNAKLAR

- Akinrotimi, O.A., Gabriel, U.U. & Ariweriokuma, S.V. (2012).** Haematotoxicity of cypermethrin to African catfish *Clarias gariepinus* under laboratory conditions. *Journal of Environmental Engineering & Technology*, *1*(2), 20-25.
- AOAC. (1998).** Official Methods of Analysis of AOAC International. AOAC Int., Gaithersburg MD.
- Austin, B. & Austin, D.A. (2007).** *Bacterial Fish Pathogens: Diseases of Farmed and Wild Fish*, 3rd ed., Springer-Praxis, Chichester, UK, 552pp.
- Ayisi, C.L., Zhao, J. & Wu, J.W. (2018).** Replacement of fish oil with palm oil: effects on growth performance, innate immune response, antioxidant capacity and disease resistance in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *PLoS One*, *13*(4), 1-17. DOI: 10.1371/journal.pone.0196100.
- Baba, E., Acar, Ü., Yılmaz, S., Öntaş, C. & Kesbiç, O.S. (2017).** Pre-challenge and post-challenge haemato-immunological changes in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fed, argan oil against *Lactococcus garvieae*. *Aquaculture Research*, *48*(8), 4563-4572. DOI: 10.1111/are.13282.
- Babalola, T.O.O., Adebayo, M.A., Apata, D.F. & Omotosho, J.S. (2009).** Effect of dietary alternative lipid sources on hema-tological parameters and serum constituents of *Heterobranchus longifilis* fingerlings. *Tropical Animal Health Production*, *41*, 371-377. DOI: 10.1007/s11250-008-9199-1.
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2019).** The isolation of *Lactococcus garvieae* from eyes of diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with exophthalmia. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, *4*(1), 27-33. DOI: 10.35229/jaes.527258
- Bell, K.L. & Smith, V.J. (1993).** In vitro superoxide production by hyaline cells of the shore crab *Carcinus maenas* (L.). *Developmental and Comparative Immunology*, *17*(3), 211-9. DOI: 10.1016/0145-305x(93)90040-w.
- Bolek, B. (2010).** *Balık Yağı Yerine Farklı Oranlarda Prina Yağı İlave Edilen Rasyonlarla Beslemenin Tilapia Balığı (Tilapia zillii) Yavrularının Büyüme Performansı Üzerine Etkisi*, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, Türkiye, 90s.
- Folch, J., Lees, M. & Sloane-Stanley, G.H. (1957).** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, *226*(1), 497-509.
- Ganeshwade, R.M. (2011).** Biochemical changes induced by dimethoate in the liver of fresh water fish *Puntius ticto* (ham). *Biological Forum-An International Journal*, *3*(2), 65-68.
- Harmantepe, F.B., Aydın, F. & Doğan, G. (2016).** The potential of dry olive cake in a practical diet for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aereus*. *Aquaculture Nutrition*, *22*(5), 56-965, DOI: 10.1111/anu.12312.
- Haugland, G.T., Jordal, A.E.O. & Wergeland, H.I. (2012).** Characterization of small, mononuclear blood cells from salmon having high phagocytic capacity and ability to differentiate in to dendritic cells. *PLoS One*, *7*(11), e49260. DOI: 10.1371/journal.pone.0049260.
- Hunn, J.B. & Greer, I.E. (1991).** Influence of sampling on the blood chemistry of Atlantic salmon. *The Progressive Fish-Culturist*, *53*(3), 184-187. DOI: 10.1577/1548-8640(1991)053<0184:IOSOTB>2.3.CO;2.
- Ighwela, K.A. (2015).** The study of growth performance and some biochemical parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings fed on olive mill waste. *International Journal of Scientific & Research Publications*, *5*(4), 1-6.
- Iversen, M., Finstad, B., McKinley, R.S. & Eliassen, R.A. (2003).** The efficacy of metomidate clove oil aqúi-s™ and benzoak® as anaesthetics in atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts and their potential stress-reducing capacity. *Aquaculture*, *221*(1-4), 549-566. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00111-X.

- Jeney, G., Galeotti, M., Volpatti, D., Jeney, Z. & Anderson, D.P. (1997).** Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan. *Aquaculture*, *154*(1), 1-15. DOI: [10.1016/S0044-8486\(97\)00042-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00042-2).
- Johnston, R.B. (1978).** Oxygen metabolism and the microbicidal activity of macrophages. *Federation Proceedings*, *37*(13), 2759-64.
- Karantonis, H.C., Tsantila, N., Stamatakis, G., Samiotaki, M., Panayotou, G., Antonopoulou, S. & Demopoulos, C.A. (2008).** Bioactive polar lipids in olive oil, pomace and waste byproducts. *Journal of Food Biochemistry*, *32*(4), 443-459. DOI: [10.1111/j.1745-4514.2008.00160.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2008.00160.x).
- Kaya, D. (2010).** Farklı oranlarda prina yağı içeren yemlerin gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* w., 1792) gelişmesi ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, Türkiye, 77s.
- Kumari, J. & Sahoo, P.K. (2006).** Dietary levamisole modulates the immune response and disease resistance of asian catfish *Clarias batrachus* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, *37*(5), 500-509. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2006.01456.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01456.x).
- Li, X.S., Cui, K., Fang, W., Chen, Q., Xu, D., Mai, K.S., Zhang, Y.J. & Ai, Q.H. (2019).** High level of dietary olive oil decreased growth, increased liver lipid deposition and induced inflammation by activating the p38 MAPK and JNK pathways in large yellow croaker (*Larimichthys crocea*). *Fish Shellfish Immunology*, *94*, 157-165. DOI: [10.1016/j.fsi.2019.08.062](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.08.062).
- Marigoudar, S.R., Nazeer Ahmed, R. & David, M. (2016).** Impact of cypermethrin on behavioural responses in the freshwater teleost, *Labeo rohita* (Hamilton), *World Journal of Zoology*, *4*(1), 19-23.
- Massillon, D., Barzilai, N., Hawkins, M., Prus-We rtheimer, D. & Rossetti, L. (1997).** Induction of hepatic glucose-6-phos-phatase gene expression by lipid infusion. *Diabetes*, *46*(1), 153-157. DOI: [10.2337/diab.46.1.153](https://doi.org/10.2337/diab.46.1.153).
- Mateos, R., Sarria, B. & Bravo, L. (2019).** Nutritional and other health properties of olive pomace oil. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *10*, 1-16. DOI: [10.1080/10408398.2019.1698005](https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1698005).
- Nasopoulou, C. & Zabetakis, I. (2012).** Benefits of fish oil replacement by plant originated oils in compounded fish feeds. *LWT-Food Science and Technology* *47*(2), 217-224. DOI: [10.1016/j.lwt.2012.01.018](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.018).
- Nasopoulou, C. & Zabetakis, I. (2013).** Agricultural and aquacultural potential of olive pomace; a review. *Journal of Agricultural Science*, *5*(7), 116-127. DOI: [10.5539/jas.v5n7p116](https://doi.org/10.5539/jas.v5n7p116).
- Nasopoulou, C., Gogaki, V., Stamatakis, G., Papaharisis, L., Demopoulos, C. & Zabetakis, I. (2013).** Evaluation of the in vitro anti-atherogenic properties of lipid fractions of olive pomace, olive pomace enriched fish feed and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed with olive pomace enriched fish feed. *Marine Drugs*, *30*(11), 3676-88. DOI: [10.3390/md11103676](https://doi.org/10.3390/md11103676).
- Nasopoulou, C., Stamatakis, G., Demopoulos, C.A. & Zabetakis, I. (2011).** Effects of olive pomace and olive pomace oil on growth performance, fatty acid composition and cardio protective properties of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Food Chemistry*, *129*(3), 1108-1113. DOI: [10.1016/j.foodchem.2011.05.086](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.086).
- Nudo, L.P. & Catap, E.S. (2011).** Immunostimulatory effects of *Uncaria perrottetii* (a. rich.) merr. (rubiaceae) Vinebark aqueous extract in balb/c mice. *Journal of Ethnopharmacol.* *133*(2), 613-620. DOI: [10.1016/j.jep.2010.10.044](https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.10.044).
- Peters, T. (1995).** *All about albumin*. Academic press, 1st ed., Elsevier, New York, USA, 432p.
- Quade, M.J. & Roth, J.A. (1997).** A rapid direct assay to measure degranulation of bovine neutrophil primary granules. *Veterinary Immunology & Immunopathology*, *58*(3-4), 239-248. DOI: [10.1016/S0165-2427\(97\)00048-2](https://doi.org/10.1016/S0165-2427(97)00048-2).
- Rui, M. & Zuzuki, K.T. (1997).** Cooper in plasma reflect its status and subsequent toxicity in the liver of lec rats. *Research Communications in Molecular Pathology and Pharmacology*, *98*(3), 335-346.
- Schaperclaus, W., Kulow, H. & Schreckenbach, K. (1992).** *Fish Disease 5th ed.*, AA Balkema, Rotterdam, The Netherlands. 1397p.
- Seierstad, S.L. Haugland, Ø., Larsen, S., Waagbø, R. & Evensen, Ø. (2009).** Pro-inflammatory cytokine expression and respiratory burst activity following replacement of fish oil with rapeseed oil in the feed for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) *Aquaculture*, *289*(3-4), 212-218. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2008.12.004](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.12.004).
- Siwicki, A.K. & Anderson, D.P. (1993).** Nonspecific Defense Mechanisms Assay in Fish: II. Potential Killing Activity of Neutrophils and Macrophages Lysozyme Activity in Serum and Organs and Total Immunoglobulin Level in Serum. Disease Diagnosis and Prevention Methods. FAO-project GCP/INT/JPA IFI Olsztyn Poland. 105-112pp.

- Stasiak, S.A. & Baumann, P.C. (1996).** Neutrophil activity as a potential bioindicator for contaminant analysis. *Fish and Shellfish Immunology*, **6**(7), 537-539. DOI: [10.1006/fsim.1996.0050](https://doi.org/10.1006/fsim.1996.0050).
- Tacon, A.G.J. & Metian, M. (2008).** Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, **285**(1-4), 146-158. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2008.08.015](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015).
- Tacon, A.G.J. (2005).** State of information on salmon aquaculture feed and the environment. Feed Report for Salmon Aquaculture Dialogue. <https://static1.squarespace.com/static/5b40131f9d5abb8b198ce338/t/5b4464b988251bce1290210d/1531208894296/State+of+Information+on+Salmon+Aquaculture+Feed+and+the+Environment.pdf>.
- Teoh, C.Y., Turchini, G.M. & Ng, W.K. (2011).** Erratum to “Genetically improved farmed *Nile tilapia* and red hybrid tilapia showed differences in fatty acid metabolism when fed diets with added fish oil or a vegetable oil blend. *Aquaculture*, **316**(1-4), 144-154. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2011.03.021](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.03.021).
- Tewary, A. & Patra, B.C. (2011).** Oral administration of baker’s yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) acts as a growth promoter and immunomodulator in *Labeo rohita* (Ham.). *Journal of Aquaculture Research and Development*, **2**(1), 1-7. DOI: [10.4172/2155-9546.1000109](https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000109).
- Turchini, G.M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V.M. & Valfré, F. (2003).** Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo salar*). *Aquaculture*, **225**(1-4), 251-267. DOI: [10.1016/s0044-8486\(03\)00294-1](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(03)00294-1).
- Vineet, K., Patil, K. & David, M. (2008).** Behaviour and respiratory dysfunction as an index of malathion toxicity in the freshwater fish, *Labeo rohita* (Hamilton). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **8**(2), 33-237.
- Wedemeyer, G.A. & McLeay, D.J. (1981).** Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors, In: A.D. Pickering (Ed), *Stress in fish academic press*, 247-276pp, Western Fisheries Research Center, London.
- Yılmaz, S. & Ergün, S. (2012).** Effects of garlic and ginger oils on hematological and biochemical variables of sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Journal of Aquatic Animal Health*, **24**(4), 219-224. DOI: [10.1080/08997659.2012.711266](https://doi.org/10.1080/08997659.2012.711266).
- Yılmaz, E., Naz, M. & Akyurt, I. (2004).** Effect of dietary olive pomace oil and l-carnitine on growth and chemical composition of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Israel Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, **56**(1), 14-21.
- Yılmaz, S. (2018).** *Balık İmmunolojisi Analiz Yöntemleri/Methods of Fish Immunology Analysis*, 1st ed., Paradigma, İstanbul, 105p.