



The Effect of Using Wheat Protein at Different Ratios Instead of Fish Meal on Growth Parameters and Fatty Acid of Juvenile Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758)

Seçkin Akın¹  • Musa Bulut² 

¹ Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, Department of Aquaculture, 17020, Çanakkale, Turkey, onura_s.akin@hotmail.com

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Marine Technology Engineering, 17020, Çanakkale, Turkey, mbulut@comu.edu.tr

✉ Corresponding Author: onura_s.akin@hotmail.com

Please cite this paper as follows:

Akın, S., & Bulut, M. (2021). The Effect of Using Wheat Protein at Different Ratios Instead of Fish Meal on Growth Parameters and Fatty Acid of Juvenile Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) *Acta Natura et Scientia*, 2(1), 58-67. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2021.314.10>

ARTICLE INFO

Article History

Received: 28.04.2021

Revised: 27.05.2021

Accepted: 28.05.2021

Available online: 16.06.2021

Keywords:

Seabass wheat flour protein

Growth

Fatty acid

A B S T R A C T

In this study, a feeding experiment was conducted using different rations (25%, 50%, 75%, and 100%) of wheat flour protein instead of fishmeal in fry fish (*Dicentrarchus labrax*) feeds. In the experiment, an average weight of 2.33±0.2 g juvenile seabass was used. Seabass fries were fed with the experimental feeds for 60 days. The experiment was designed in triplicates. At the end of the experiment, the growth parameters and fatty acid composition of fish fries were examined. As a result, it was statistically determined that the use of wheat flour protein at a high rate had a negative effect on the growth parameters of the fish. Significant changes in fatty acid composition were also observed.

Balık Unu Yerine Farklı Oranlarda Buğday Proteini Kullanımının Yavru Levrek Balıklarının (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) Büyüme Parametreleri ve Yağ Asidi Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi

Geliş: 28.04.2021

Düzeltilme: 27.05.2021

Kabul: 28.05.2021

Çevrimiçi Yayınlanma: 16.06.2021

Anahtar Kelimeler:

Levrek buğday proteini

Büyüme

Yağ asidi

Ö Z E T

Bu çalışmada yavru levrek balığı (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) yemlerinde balık unu yerine farklı oranlarda (%25, %50, %75, %100) buğday unu proteini kullanılmasına yönelik besleme denemesi yapılmıştır. Denemede ortalama 2,33±0,2 g yavru levrek balıkları kullanılmıştır. Levrek yavruları 60 gün süresince hazırlanan bu yemlerle her bir grup üç tekerrürlü olacak şekilde beslenmiştir. Deneme sonunda bu balıkların büyüme parametreleri ve yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Araştırma sonunda yüksek oranda buğday unu proteini kullanımının balıkların büyüme parametreleri üzerine negatif bir etki ettiği istatistiksel olarak belirlenmiştir. Yağ asidi kompozisyonunda da önemli değişimler gözlemlenmiştir.

GİRİŞ

Çevresel etkilerden dolayı dünya düzeni gün geçtikçe bozulmaktadır. Küresel ısınma, kirlilik ve çevresel faktörler dünya düzenini bozmaktadır. Bu olumsuzluklar çeşitli mikropların çoğalmalarına neden olmaktadır. Bu da insan sağlığını tehdit etmektedir. İnsanlar bu mikroplardan korunmak için bağışıklık sistemlerini güçlü tutmak zorundadır. Balık sağlıklı beslenme ve bağışıklık için oldukça önemli bir besindir. Bu besinin kolay ve ucuz ulaşılabilir olması gerekmektedir. Dünya nüfusu hızlı bir artış gösterdiğinden balık stokları da gün geçtikçe azalmaktadır. Dolayısıyla kültür balıkçılığının hızlı bir şekilde bu açığı kapatma zorunluluğu vardır. Ancak bu açığı kapatmada balık unu yerine alternatif ucuz ham maddelere ihtiyaç vardır. Akuakültür üretim miktarının artması ile doğru orantılı olarak yem miktarı gereksinimi de artış göstermektedir. Balık yemlerinde başlıca protein kaynağının balık unu olması nedeniyle, balık unundaki fiyat dalgalanması doğrudan balık yemi maliyetlerini, dolayısıyla da üretimde son ürün olan balık fiyatını da etkilemektedir. Balık unu üretiminin önceden belirlenememesi ve buna bağlı olarak yıldan yıla gösterdiği büyük dalgalanma (Hardy, 2006; Tacon & Metian, 2008) nedeni ile bu protein kaynağının fiyatlarının gelecekte artma eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir (Morris vd., 2011). Bu yüzden balık ve diğer sucul canlıların sürdürülebilir yetiştiriciliklerinin devamının sağlanması, işletmelerde kullanılan karma yemlerde balık unu ve balık yağına bağımlılığın azaltılmasını sağlayacak bitkisel veya hayvansal kaynaklı ucuz alternatif protein kaynaklarına ihtiyaç vardır. Bitkisel kökenli yem ham maddelerin araştırılması ile yem maliyetinin düşürüldüğü çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir (Mourete & Bell, 2006; Martinez-Llorens vd., 2007). Buğday dünya üzerinde hemen

hemen her bölgede yetiştirilen en ucuz tahılgillerdendir. Dolayısıyla bu çalışmada dünyada ilk defa yavru levrek balıkları yemlerinde farklı oranlarda buğday proteini kullanılmıştır. Buğday üretimi Türkiye'nin hemen her bölgesinde yapılmakta olup, tarla ürünleri içerisinde ekili alanı ve üretim miktarı bakımından ilk sırayı almaktadır. Ekili alanların % 51'inde buğday ekilmektedir. Türkiye'de buğday ekim alanlarında fazla bir değişim görülmemekte olup, ekili alanlar 9-9,4 milyon hektar dolayında değişim göstermiştir. (Kızılaslan, 2004)

Buğday, dünya nüfusuna bitkisel kaynaklı besinlerden sağlanan toplam kalorisinin yaklaşık %20'sini sağlamakta, başta unlu mamuller olmak üzere birçok gıda ve sanayi sektöründe kullanılmaktadır (Özcan vd., 2021). Bu çalışmada buğday ham maddesi kullanılmış olup Bu yemler ile beslenen balıkların, yem tüketimi, verimliliği, büyüme performansı, balık vücudunun biyokimyasal kompozisyonu ve yağ asidi içeriği etkilerinin belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme Yeri ve Sistemi

Bu araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Canlı Balık Yetiştirme Ünitesinde kurulan kapalı devre deniz sisteminde yapılmıştır. Bu sistemde çökeltme tankı, kaba filtrasyon, kum filtre, biyolojik filtre ve ısıtma-soğutma ünitesinden oluşmaktadır. Deneme 30 L hacmindeki fiberglas tanklarda yapılmıştır. Denemede günlük olarak %10-15 oranlarında su değişimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca otomatik zamanlayıcılar yardımıyla 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık fotoperiyodu uygulanmıştır. Deneme 60 gün sürmüştür.

Tablo 1. Denemede kullanılan yem formülasyonu

Yem İçeriği	Kontrol	BUP %25	BUP %50	BUP %75	BUP%100
Balık unu (g/kg)	60	45	30	15	0
Buğday proteini (g/kg)	0	15	30	45	60
Mısır nişastası (g/kg)	11	10,5	10	9,5	9
Buğday unu (g/kg)	15	15	15	15	15
Vitamin (g/kg)	4	4	4	4	4
Balık yağı (g/kg)	10	10,5	11	11,5	12
% (g/kg)	100	100	100	100	100

Not: BUP: Balık unu proteini; Hamsi balık unu: Koptur Balıkçılık. Trabzon. Türkiye. Hamsi balık yağı: Agromarin Yem San. ve Tic. A.Ş. İzmir. Türkiye. Vitamin karışımı: Vitamin A, 18000 IU kg⁻¹ yem; Vitamin D₃, 2500 IU kg⁻¹ yem; Vitamin E, 250 mg kg⁻¹ yem Vitamin K₃, 12 mg kg⁻¹ yem; Vitamin B₁, 25 mg kg⁻¹ yem; Vitamin B₂, 50 mg kg⁻¹ yem; Vitamin B₃, 250 mg kg⁻¹ yem; Vitamin B₆, 20 mg kg⁻¹ yem; Vitamin B₁₂, 0,06 mg kg⁻¹ yem; Vitamin C, 220 mg kg⁻¹ yem; Folik asit, 10 mg kg⁻¹ yem; Kalsiyum d-pantothenate. 50 mg kg⁻¹ yem; Biotin, 1 mg kg⁻¹ yem; İnositol, 210 mg kg⁻¹ yem; Kolin Klorid, 2000 mg kg⁻¹ yem.

Deneme Yemleri

Yem ham maddeleri balık yemi üreten bir ticari işletmeden temin edilmiştir. Balık unu, buğday unu, mısır nişastası, balık yağı ve vitamin-mineral karışımı, nem, protein, yağ ve kül gibi besin maddesi analizleri yapılmıştır (AOAC, 1998). Tablo 1’de yer alan ham maddeler ve katkı maddeleri homojen oluncaya kadar laboratuvar tipi yem karıştırıcısında karıştırılmıştır. Uygun kıvama gelen karışımlar kontrol yemi, %25, %50, %75 ve %100 oranlı yem içerikleri hazırlandıktan sonra makine yardımıyla pelet yem haline getirilip 4 saat boyunca fırında kurutulmuştur. Fırında kurutulan yemler, yavru levrek balıklarının yemi alabileceği boyuta getirilmek üzere öğütme makinesi ile her grup ayrı ayrı öğütülüp, gruplara ait numaralandırılmış kaplara konup güneş görmeyen ortamda muhafaza edilmiştir.

Büyüme Performansı ve Yemden Yararlanma

Denemede büyüme performansı ve yemden yararlanmanın hesaplanmasında Denklem 1-4’teki formüller kullanılmıştır (Yılmaz & Ergün, 2013):

$$CAA (\%) = \frac{(\text{Son ağırlık} - \text{Başlangıç ağırlığı})}{\text{Başlangıç ağırlığı}} \times 100 \quad (1)$$

$$SBO (\% \text{ Gün}^{-1}) = \frac{\ln(\text{Son ortalama ağırlık}) - \ln(\text{Başlangıçtaki ortalama ağırlık})}{\text{Deneme gün sayısı}} \times 100 \quad (2)$$

$$YDO = \frac{\text{Yem tüketimi}}{\text{Ağırlık kazanımı}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Ağırlık Kazanımı} = \text{Son ağırlık} - \text{Başlangıç ağırlığı} \quad (4)$$

Bu formüllerdeki ağırlık hesaplamaları g cinsinden hesaplanmıştır. CAA (%) yüzde canlı ağırlık artışı, SBO (% Gün⁻¹) günlük yüzde spesifik büyüme oranı, YDO yem dönüşüm oranını ifade etmektedir.

Balık Yemi ve Etlerinde Kimyasal Besin Madde Analizleri

Deneme yemleri ve balıkların kimyasal kompozisyonunu (nem, protein, yağ ve kül) analizleri Denklem 5-7’de verilen yöntemlerle yapılmıştır.

Nem yüzdeleri Denklem 5’teki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000):

$$Nem (\%) = \frac{(\text{Kuru örnek} + \text{dara-ilk örnek ağırlığı})}{\text{Başlangıç örnek ağırlığı}} \times 100 \quad (5)$$

Protein miktarlarının belirlenmesi için Kjeldahl metodu kullanılmıştır (AOAC, 2000). Protein yüzdesi Denklem 6’daki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Ham Protein} (\%) = \frac{(\text{Titasyonda harcanan-Kör örnek}) \times 0,1 \times 14,007 \times 6,25}{\text{Örnek ağırlığı}} \times 100 \quad (6)$$

Krozelerin ağırlık değişimine göre örneklerin kül içeriği Denklem 7’deki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\text{Ham Kül} (\%) = \frac{\text{Krozeğin ağırlık değişimi}}{\text{Örnek ağırlığı}} \times 100 \quad (7)$$

Yağ analizi AOAC (2000) tarafından uygulanan yöntem esas alınarak yapılmıştır.

Yağ asidi analizlerinde elde edilen ham yağ materyal olarak kullanılmıştır. Bu şekilde elde edilen ham yağın öncelikle esterleşmesi yapılmıştır. Ardından enjektörle bu solüsyondan çekilip 1 µL gaz kromatografisine (GC) enjekte edilerek yağ asitleri kompozisyonu tespit edilmiştir (IUPAC, 1987). Yağ asitleri Shimadzu marka gaz kromatografisi ile belirlenmiştir. FAME Supelco 37 bileşimli yağ asidi standardı kullanılarak pik tanımlanması yapılmıştır.

İstatistiksel Değerlendirmeler

Deneme sonunda elde edilen veriler SPSS istatistik programının tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi ile analiz edilmiş ve Tukey, Scheffe ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile karşılaştırmalar yapılmıştır.

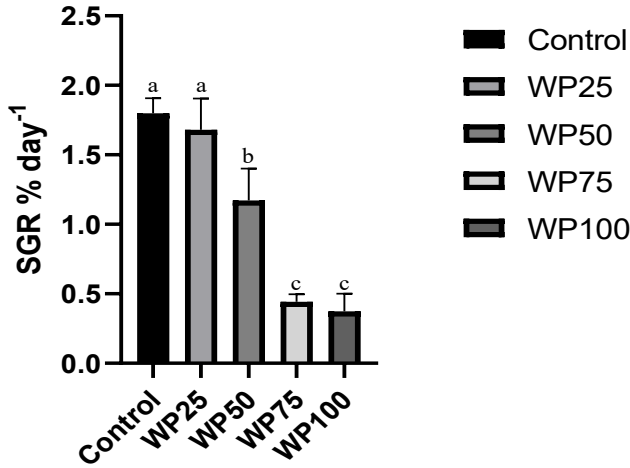
BULGULAR

Suyun Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Deneme sırasında kullanılan suyun sıcaklığı, içindeki çözünmüş oksijen miktarı ve pH değerleri günlük ölçümlerle takip edilmiştir. Su sıcaklığı 15°C±0,94°C, sudaki çözünmüş oksijen miktarı 7,3±1,02 mg/l, suyun pH değeri 7,6±0,5 ve tuzluluk ‰24,2±0,98 aralığındadır.

Büyüme ve Yem Değerlendirme Oranları

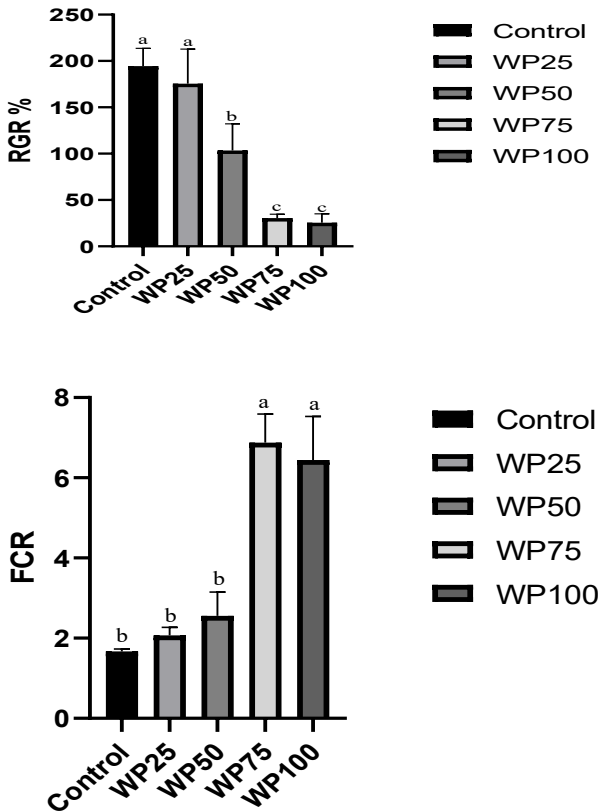
Araştırmada, balıkların ortalama canlı ağırlık artışları 15 günlük periyotlarla tartılmak üzere hesaplanmıştır. Deney tanklarından alınan 20’şer adet balığın ağırlıkları tartılmış ve elde edilen verilerin ortalama değerleri ile standart sapmaları hesaplanmıştır. Deneyin ilk aşamasında deneme gruplarındaki balıkların ortalama ağırlıkları 2,33±0,2 g olarak hesaplanmıştır. Deney sonunda kontrol grubu ve %25 buğday unu içeren gruptaki balıkların canlı ağırlık artışları diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 1). Bunları takiben canlı ağırlık artışı sırasıyla %50, %75, %100 buğday unu içeren gruplarda gözlenmiştir. En düşük canlı ağırlık artışı %100 olan gruptadır (0,3744±0,1259). Yüksek oranda buğday kullanımının büyüme bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Spesifik büyüme oranları ve ortalama yem değerlendirme oranları Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Ortalama spesifik büyüme oranları

Tablo 2. Ortalama spesifik büyüme oranları (SBO)

Deneme Grubu	N	Ortalama	Standart Sapma	%95 Güven Aralığı
Kontrol	3	1,7982	0,1082	1,5874-2,0090
%100	3	0,3744	0,1259	0,1636-0,5852
%25	3	1,679	0,226	1,468-1,890
%50	3	1,173	0,229	0,962-1,384
%75	3	0,4422	0,0556	0,2314-0,6530



Şekil 2. Yem değerlendirme oranları

En iyi yem değerlendirme oranı kontrol grubunda tespit edilmiştir (1,6721±0,0572). Bunu sırasıyla %25 buğday unu içeren grup (2,068±0,205), %50 buğday unu içeren grup (2,555±0,596), %100 buğday unu içeren grup (6,442±1,086) ve

%75 buğday unu içeren grup takip etmiştir (6,87±0,716) (Şekil 2, Tablo 3). Bu analizlerden anlaşılacağı üzere %25 oranından fazla buğday unu içeren grupların yem değerlendirme katsayısında bariz bir yükseliş görülmektedir.

Tablo 3. Ortalama yem değerlendirme oranları (YDO)

Deneme Grubu	N	Ortalama	Standart Sapma	%95 Güven Aralığı
Kontrol	3	1,6721	0,0572	(0,8398-2,5043)
%100	3	6,442	1,086	(5,609-7,274)
%25	3	2,068	0,205	(1,236-2,900)
%50	3	2,555	0,596	(1,722-3,387)
%75	3	6,874	0,716	(6,042-7,706)

Deneyde Kullanılan Balıkların Vücut Kompozisyonu

Tüm gruplardaki deneme balıkları, deneme sonunda homojen hale getirilip, ham yağ, ham kül, ham protein ve nem analizleri yapılmıştır. (Şekil 3).

Yapılan analizler sonucunda ham yağ miktarı %50 buğday unu içeren yemle beslenen grupta en yüksek, %100 buğday unu içeren yemle beslenen grupta en düşük olarak görülmüştür (Şekil 3) Ham kül oranı ise en yüksek %25 buğday unu içeren yem ile beslenen grupta görülmüştür. Diğer gruplar arasında önemli bir fark görülmemiştir. Nem analizlerinde buğday unu içeriği %75 ve %100 olan gruplarda önemli bir fark olmayıp en yüksek değeri almaktadır. Kontrol grubu, %25 ve %50 olan gruplarda da önemli fark görülmeyip en düşük değerler bu gruplarda tespit edilmiştir. Araştırma sonunda yapılan istatistiksel hesaplamalara göre balıkların vücudundaki ham protein oranı %25 ve %50 buğday unu içeriği olan gruplarda önemli bir fark görülmemiştir ve en yüksek değerler bu iki grupta gözlenmiştir. Protein analizi sonucunda en düşük değerler %75 buğday unu içeren yemle beslenen grupta görülmüştür.

Araştırma sonunda deneme yemleri ile beslenen yavru levrek balıklarının yağ asidi içerikleri belirlenmiştir (Tablo 4). Buna göre önce yemlerin yağ asidi içerikleri incelenmiş ve daha sonra balıkların kas dokularındaki yağ asidi değişimleri tespit edilmiştir. Tüm canlılarda olduğu gibi balıklarda da kullanılan besinin canlı dokulara etki ettiği görülmüştür. Balık etlerindeki doymuş yağ asitleri incelendiğinde gruplar arasında önemli farklar görülmemiştir (Tablo 5). Doymuş yağ asitleri içinde önemli olan 14:0, 16:0 ve 18:0 yağ asitleri incelendiğinde 14:0'da gruplar arasında bir fark görülmemiştir (2,8867±0,0723 - 3,1800±0,0100). Bununla birlikte 16:0'da da önemli bir fark görülmemiştir (15,7833±0,1050 - 16,8600±0,1670). Ayrıca, 18:0'da bütün gruplarda oranlar birbirlerine yakın olup istatistiksel olarak bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo 4. Deneme başında kullanılan yemlerin yağ asidi kompozisyonu

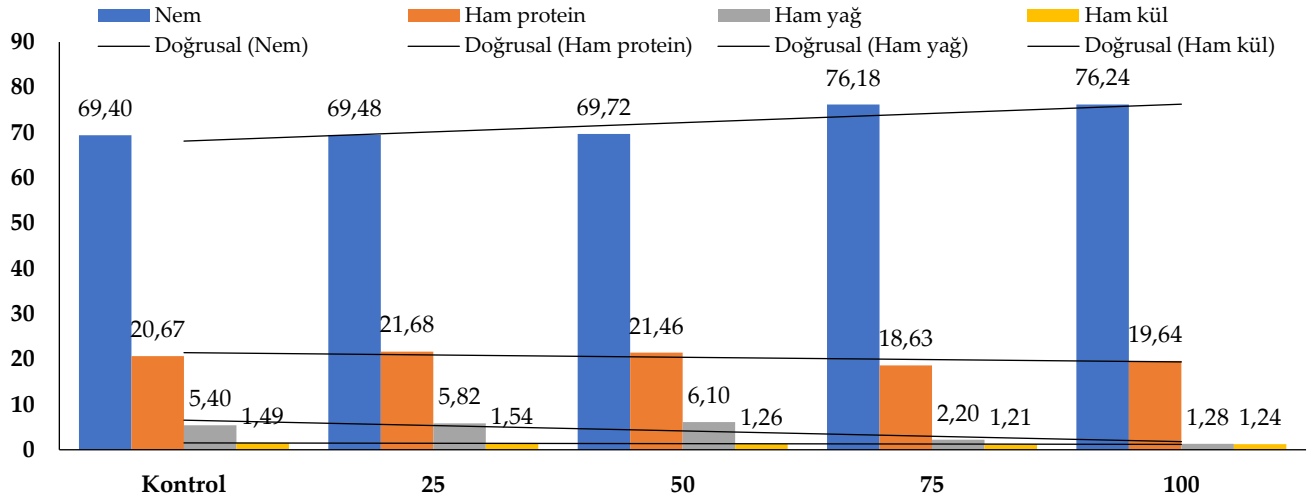
Yağ Asidi	Araştırma Yemleri			
	BUP%25	BUP%50	BUP%75	BUP%100
C4:0	0,3±0,0	0,3200±0,0	0,4433±0,0115	0,5333±0,0577
C6:0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0000±0,0000
C8:0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0000±0,0000
C10:0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0100±0,0000
C11:0	0,0167±0,0058	0,0667±0,0577	0,0133±0,0058	0,0167±0,0058
C12:0	0,0±0,0	0,3667±0,4619	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000
C13:0	0,0±0,0	0,2333±0,0577	0,0200±0,0000	0,0433±0,0058
C14:0	3,72±0,0896	3,9933±0,0115	3,8333±0,0577	4,3667±0,1155
C15:0	0,01±0,00	0,0097±0,0006	0,0000±0,0000	0,0100±0,0000
C16:0	15,423±0,0306	15,653±0,2055	15,9933±0,0115	17,4567±0,1966
C17:0	0,3300±0,0265	0,6333±0,0577	0,6967±0,0058	0,3233±0,0252
C18:0	15,100±0,1000	7,5100±0,0557	13,0000±0,1000	11,7500±0,0500
C20:0	0,5667±0,0115	0,3833±0,0058	0,4000±0,0100	0,3433±0,0208
C21:0	0,0667±0,0058	0,0133±0,0058	0,0100±0,0000	0,0000±0,0000
C22:0	0,2333±0,0115	0,2333±0,0058	0,2167±0,0058	0,0900±0,0100
ΣMUFA				
C14:1	0,0±0,00	0,3000±0,1000	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000
C15:1	0,0167±0,0058	0,0467±0,0058	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000
C16:1	4,7833±0,5659	5,3400±0,0200	5,1333±0,0577	5,5000±0,1000
C17:1	0,1367±0,0321	0,3500±0,0000	0,3400±0,0100	0,5100±0,2516
C18:1n9c	25,0733±0,0643	30,0433±0,0666	25,0300±0,1212	24,4533±0,5065
C20:1n9	2,9167±0,0577	2,3400±0,0100	2,5300±0,0300	2,1333±0,0577
C22:1n9	0,3500±0,0520	0,3333±0,0153	0,3567±0,0058	0,2700±0,0265
C24:1n9	0,5433±0,0208	1,9333±2,6558	0,5967±0,0058	0,6267±0,0058
ΣPUFA				
C18:2n6c	11,8467±0,1361	0,2000±0,0000	0,1433±0,0058	0,1333±0,0058
C18:2n6t	0,2133±0,0231	13,3667±0,1528	12,1900±0,2330	11,0500±0,1323
C18:3n6	0,00±0,00	0,2667±0,0577	0,4667±0,3786	0,3000±0,0000
C18:3n3	3,7433±0,0577	3,6667±0,0577	3,1833±0,0289	2,9333±0,0764
C20:2	1,1333±0,0577	0,9000±0,0100	0,8533±0,0058	0,7833±0,0289
C20:3n6	0,4233±0,0058	0,3567±0,0058	0,3333±0,0153	0,1833±0,0289
C20:3n3	0,6967±0,0058	0,5833±0,0289	0,6167±0,0153	2,5333±0,0577
C20:4n6	0,3667±0,0153	0,2967±0,0058	0,2367±0,0115	0,1000±0,0000
C20:5n3	5,5667±0,0577	6,5300±0,0700	6,2100±0,0529	7,3200±0,0721
C22:2	0,1000±0,0000	0,1000±0,0000	0,1000±0,0000	0,1000±0,0000
C23:2c4	0,0367±0,0058	0,0267±0,0058	0,0233±0,0058	0,0267±0,0058
C22:6n3	6,8467±0,0379	7,5400±0,0781	7,9567±0,0586	9,1667±0,0577

Not: ΣSFA (Toplam doymuş yağ asitleri); ΣMUFA (Toplam tekli doymamış yağ asitleri); ΣPUFA (Toplam çoklu doymamış yağ asitleri, n3/n6)

Tablo 5. Deneme sonunda balıkların etlerindeki yağ asidi içeriği

Yağ Asidi	Balık Etlerinin Yağ Asidi Kompozisyonu				
	ΣSFA	BUP%25	BUP%50	BUP%75	BUP%100
C4:0		0,0533±0,0058	0,0000±0,0000	0,0233±0,0058	0,0533±0,0058
C6:0		0,0333±0,0058	0,0233±0,0058	0,0267±0,0058	0,0233±0,0058
C8:0		0,0000±0,0000	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000
C10:0		0,0000±0,0000	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000
C11:0		0,0000±0,0000	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000
C12:0		0,0533±0,0058	0,0597±0,0015	0,0750±0,0050	0,0767±0,0058
C13:0		0,0267±0,0058	0,0143±0,0040	0,0233±0,0058	0,0233±0,0058
C14:0		2,9467±0,1102	2,8867±0,0723	3,1800±0,0100	2,9600±0,0529
C15:0		0,0000±0,0000	0,0130±0,0061	0,0000±0,0000	0,0433±0,0058
C16:0		16,0633±0,1193	15,9567±0,0611	15,7833±0,1050	16,8600±0,1670
C17:0		0,6500±0,0265	0,6700±0,0100	0,4600±0,0436	0,5500±0,0436
C18:0		7,0100±0,0100	7,0533±0,0416	6,7167±0,0551	6,7000±0,1000
C20:0		0,3633±0,0153	0,3533±0,0058	0,3000±0,0000	0,2967±0,0058
C21:0		0,0667±0,0115	6,5733±0,0757	5,0100±0,0100	5,9067±0,0153
C22:0		0,3100±0,0100	0,0733±0,0058	0,1567±0,0058	0,1367±0,0058
ΣMUFA					
C14:1		0,0167±0,0058	0,0377±0,0025	0,0567±0,0058	0,0433±0,0058
C15:1		0,0167±0,0058	0,0100±0,0000	0,0167±0,0058	0,0167±0,0058
C16:1		3,9800±0,0300	4,7667±0,0569	4,5667±0,0907	4,5700±0,0700
C17:1		0,3900±0,0265	0,4367±0,0231	0,2733±0,0115	0,3167±0,0289
C18:1n9c		29,4867±0,8893	20,7033±15,3213	31,9933±0,0115	29,5967±0,1680
C20:1n9		2,2133±0,0252	1,9633±0,0153	1,9833±0,0208	1,7667±0,0289
C22:1n9		0,4567±0,0208	0,4367±0,0115	0,4533±0,0058	0,3900±0,0100
C24:1n9		0,6267±0,0208	0,5867±0,0058	0,6000±0,0000	0,5933±0,0058
ΣPUFA					
C18:2n6c		0,0667±0,0058	0,0867±0,0058	0,0433±0,0058	0,0667±0,0058
C18:2n6t		11,5133±0,0929	10,4600±0,0173	13,4867±0,0635	11,2267±0,2250
C18:3n6		0,2633±0,0379	0,2767±0,0252	0,2000±0,0000	0,1833±0,0058
C18:3n3		2,2300±0,0781	2,2900±0,0436	2,4867±0,0635	1,9500±0,0458
C20:2		0,9833±0,0058	0,9067±0,0058	0,9633±0,0153	0,8000±0,0000
C20:3n6		0,3200±0,0100	0,3433±0,0058	0,3300±0,0173	0,3000±0,0000
C20:3n3		1,5900±0,0361	0,0490±0,0010	0,0333±0,0058	0,0467±0,0058
C20:4n6		0,2967±0,0058	1,3033±0,5747	1,0500±0,0100	1,4600±0,0361
C20:5n3		5,7067±0,2892	0,2967±0,0058	0,2667±0,0577	0,2500±0,0100
C22:2		0,1567±0,0058	0,1300±0,0100	0,1467±0,0058	0,1333±0,0115
C23:2c4		0,0333±0,0058	0,0333±0,0058	0,0233±0,0058	0,0233±0,0058
C22:6n3		14,0400±0,0529	13,5200±0,0300	10,4500±0,0300	13,8567±0,1626

Not: ΣSFA (Toplam doymuş yağ asitleri); ΣMUFA (Toplam tekli doymamış yağ asitleri); ΣPUFA (Toplam çoklu doymamış yağ asitleri, n3/n6)



Şekil 3. Balıkların vücut kompozisyonu

Doymamış yağ asitlerinde ise; özellikle tekli doymamış yağ asidi olan C18:1 oranında gruplar arasında önemli değişimler gözlenmiş olup en düşük oran %50 protein ile beslenen grupta tespit edilmiştir (20,7033±15,3213). En yüksek oran ise %75'lik grupta görülmüştür (31,9933±0,0115). C20:5n3 (EPA) oranına bakıldığında %25'lik grupta istatistiksel olarak oldukça yüksek tespit edilmiştir (5,7067±0,2892). Diğer üç grup arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilmemiştir C22:6n3 (DHA) oranına bakıldığında %75'lik grupta en düşük (10,4500±0,0300), %25'lik grupta en yüksek (14,0400±0,0529) DHA tespit edilmiştir.

TARTIŞMA

Son zamanlarda balık üretim maliyetlerinin artmasına paralel olarak yükselen balık fiyatları nedeniyle insanların balık tüketim miktarları düşmektedir. Balık tüketimini arttırmak için balığı ucuz üretmek gerekmektedir. Buğdayın hem kolay üretilmesi, hem de ucuz olmasından dolayı yem maliyetini düşüreceği tahmin edilmektedir. Araştırmada balık unu yerine %25,%50,%75 ve %100 oranlarda buğday proteini içeren dört farklı yem hazırlanmıştır. Bu oranların kullanılmasıyla ilgili birçok araştırmacı farklı balıklar üzerine denemeler gerçekleştirmişlerdir. Çeşitli araştırmacılar balık unu yerine yüksek oranda bitkisel kaynaklı ham maddelerin kullanılabilirliğini belirtmişlerdir (El-Saidy & Gaber, 2002; Webster vd., 2016). Deneme sonunda balıklar başlangıç canlı ağırlıklarının %25 ve 50'lik grupta iki katına ulaşmış, %75 ve %100'lük grupta ise çok az bir büyüme gerçekleşmiştir. Ulaşılan son ağırlık açısından deneme grupları arasında istatistiksel açıdan farklılıklar gözlenmiştir. Kontrol grubunda büyüme oldukça fazla gerçekleşmiştir (Tablo 2). Tilapia (*Oreochromis niloticus*) kullanılarak yapılan çalışmalarda çeşitli alternatif bitkisel ve hayvansal protein

kaynaklarının bireysel veya karışımlarının formülasyonlardaki balık ununun belli oranları veya tamamı yerine kullanılmalarının büyüme ve gelişme parametrelerinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmadan kullanılabilirliğini belirtmişlerdir (Ng & Wang, 2011; Webster vd., 2016; Koch vd., 2016). Deneme sonunda kontrol grubu ve %25 buğday unu içeren gruptaki balıkların canlı ağırlık artışları diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Bunları takiben sırasıyla canlı ağırlık artışında %50, %75, %100 buğday proteini içeren gruplardaki balıklar bulunmaktadır. En düşük canlı ağırlık artışı %100 oranında buğday proteini içeren grupta tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar daha önce yapılan farklı bitkisel kökenli ham madde sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Balık yetiştiriciliğinde su sıcaklığı, suyun oksijen miktarı ve pH değeri gibi ortam koşulları yem tüketimini ve buna bağlı olarak büyüme performansını doğrudan etkileyen önemli parametrelerin başında yer almaktadır. Çalışma süresince ortam su parametreleri levrek balıkları için uygun olan sabit değerlerde tutularak su ortamının fiziko-kimyasal özelliklerinin balıklardaki yem alımına etkisi tüm deneme gruplarında eşitlenmiştir.

Akbulut vd. (1999) levrek yavrularında su sıcaklığının (25°C), SBO ve YDO değerlerini sırasıyla 2,76 ve 2,43 olarak belirtmiştir. Yıldız & Sener (2004) 7,5 g'lık levrek yavrularında mevcut çalışmadaki su sıcaklığına yakın su ortamında 2,2 düzeyinde SBO belirlerken, YDO ise 1,59 olarak belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada elde edilen YDO tüm gruplar için daha yüksek bulunmuş ve bunlar arasından da en iyi YDO %25 grubunda belirlenmiştir (2,06±0,205).

Acar vd. (2013) karagöz (*Diplodus vulgaris*) balıkları ile yaptıkları araştırmada %40 soya küspesinin balıkların büyüme performansına negatif bir etki etmediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da %25 oranında buğday unu içeriği yüksek ve %50 oranında buğday unu içeriği

uygulanabilir düzeyinde tespit edilmiş olup diğer çalışmayla paralellik göstermektedir.

Güroy vd. (2013) levrek yavrularında balık unu yerine %25, %50 ve %75 pirinç unu proteini kullanmışlar ve deneme sonunda düşük oranlı gruplarda büyümenin normal olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da düşük oranlarda buğday proteininin (%25) balık ununa ikame de kullanılabileceği görülmüştür.

Balık eti içeriğinde yapılan kimyasal kompozisyona bakıldığında nem, kül ve protein oranlarında gruplar arasında fazla bir değişim görülmemektedir. Ancak, yağ oranına bakıldığında %75 ve %100'lük grupta yağ oranı oldukça düşük çıkmıştır. Yağ oranının düşük çıkması durumunda balıkların sağlık açısından riskli olabileceği düşünülmektedir. Bu iki grubun balıkları ileriki aşamalarda sağlık sorunları yaşayabilirler.

Yapılan bu çalışmada hazırlanan her grup yemin yağ asidi kompozisyonları belirlenmiş olup çalışma sonunda balığa nasıl etki ettiği tespit edilmiştir. Daha önce yetiştiriciliği yapılan diğer türlerle ilgili çalışmalarda da yemlere balık unu ve yağı yerine artan oranlarda veya tamamıyla bitkisel kaynakların kullanımının özellikle kas dokusu yağ asitleri kompozisyonlarına birebir yansıdığı belirtilmiştir (Izquierdo vd., 2005; Montero vd., 2005; Karapanagiotidis vd., 2007; Ng & Wang, 2011; Li vd., 2016). Araştırma sonucunda da deneme yemlerinin balık kas dokusuna etki ettiği görülmüştür. Genel olarak, buğday proteini ile beslenen balık etinde doymuş yağ asitlerinde bir azalmaya ve n-6 çoklu doymamış yağ asitlerinde ise artışa neden olmuştur. Bu bağlamda, buğday unu zengin bir doymamış yağ asitleri kaynağıdır. Özellikle oleik ve linoleik asitler diğer yağ asitlerine göre oldukça yüksek çıkmıştır. Yavru levrek etlerinde n3 ve n6 oranında bir azalma görülmüştür. Yemdeki buğday unu oranı arttığında yağ asitlerinde bir azalma görülmüştür. Benzer sonuçlara bitkisel kaynaklı ham madde içeriği ile beslenen diğer deniz balıkları türlerinde de rastlanmıştır (Trushenski vd., 2011; Deng vd., 2014). Ayrıca, bazı deniz balıkları türlerinde sınırlı ve belirli oranlarda bitkisel kaynaklı ham madde kullanılması balıklarda 18:3 (n-3), eikosapentaenoik (EPA), docosahexaenoik asit (DHA) yanı sıra 18:2 (n-6) ile 20:4 (n-6) (AA) olması özellikle omnivor balıklar için önemli görülmektedir (Bell vd., 1994; Montero vd., 2004; Izquierdo vd., 2005).

SONUÇ

Genel olarak karnivor bir balık olan levrek balıklarının beslenmesinde hayvansal kökenli ham maddelerin kullanılması, sağlıklı balık yetiştirmek için oldukça önemlidir. Yemlere bitkisel kaynaklı ham maddelerin

katılması yem üretim maliyetlerini aşağı çekmek için kullanılan yöntemlerdendir. Bu araştırma sonucunda levrek balıkları yemlerinde düşük oranda (%25) buğday proteini kullanılmasının sağlıklı levrek yetiştirmede kullanılabilirliği tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma ilk yazarın doktora tezinin bir kısmından üretilmiştir.

Etik Standartlar İle Uyum

Yazarların Katkısı

Yazarlar bu makaleye eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar, Ü., Türker, A., Bulut, M., Yıldırım, Ö., Yılmaz, S., & Kesbiç, O. S. (2013). The effect of dietary soybean meal on growth, nutrient utilization, body composition and some serum biochemistry variables of two banded seabream, *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(4), 749-758.
- Akbulut, B., Aksungur, M., Aksungur, N., Şahin, T., & Erteken, A. (1999). *Karadeniz'de levrek balığı yetiştiriciliği*. Proje Sonuç Raporu (1994-1999). Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- AOAC. (1998). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, Gaithersburg MD.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis*. (17th Ed.) Vol II. Association of Official Analytical Chemists International.
- Bell, J. G., Tocher, D. R., MacDonald, F. M., & Sargent, J. R. (1994). Effects of diets rich in linoleic (18:2n-6) and alpha-linolenic (18:3n-3) acids on the growth, lipid class and fatty acid compositions and eicosanoid production in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Fish Physiology Biochemistry*, 13, 105-118. <https://doi.org/10.1007/bf00004336>

- Deng, D. F., Ju, Z. Y., Dominy, W. G., Conquest, L., Smiley, S., & Bechtel, P. J. (2014). Effect of replacing dietary menhaden oil with pollock or soybean oil on muscle fatty acid composition and growth performance of juvenile Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*). *Aquaculture*, 422-423, 91-97. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.032>
- El-Saidy, D. M. S. D., & Gaber, M. M. A. (2002). Complete replacement of fish meal by soybean meal with dietary L-lysine supplementation for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerling. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33(3), 297-306. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00506.x>
- Güroy, D., Şahin, İ., Güroy, B., Merrifield, D. L., Bulut, M., & Tekinay, A. A. (2013). Replacement of fishmeal with rice protein concentrate in practical diets for European sea bass *Dicentrarchus labrax* reared at winter temperatures. *Aquaculture Research*, 44, 462-471. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03053.x>
- Hardy, R. W. (2006). Fishmeal prices drive changes in fish feed formulations. *Aquaculture Magazine*, 32(4), 28-31.
- IUPAC. (1987). *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*. 1st Supplement to the 7th Edition Oxford Blackwell Scientific Publications.
- Izquierdo, M. S., Montero, D., Robaina, L., Caballero, M. J., Rosenlund, G., & Ginés, R. (2005). Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. *Aquaculture*, 250(1-2), 431-444. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.12.001>
- Karapanagiotidis, I. T., Bell, M. V., Little, D. C., & Yakupitiyage, A. (2007). Replacement of dietary fish oils by alpha-linolenic acid-rich oils lowers omega 3 content in tilapia flesh. *Lipids*, 42(6), 547-559. <https://doi.org/10.1007/s11745-007-3057-1>
- Kızılaslan, H. (2004). Dünya'da ve Türkiye'de buğday üretimi ve uygulanan politikaların karşılaştırılması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 23-38.
- Koch, J. F., Rawles, S. D., Webster, C. D., Cummins, V., Kobayashi, Y., Thompson, K. R., Gannam, A. L., Twibel, R. G., & Hyde, N. M. (2016). Optimizing fish meal-free commercial diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 452, 357-366. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.017>
- Li, F. J., Lin, X., Lin, S. M., Chen, W. Y., & Guan, Y. (2016). Effects of dietary fish oil substitution with linseed oil on growth, muscle fatty acid and metabolism of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*, 22(3), 499-508. <https://doi.org/10.1111/anu.12270>
- Martínez-Llorens, S., Moñino, A. V., Tomás Vidal, A., Salvador, V. J. M., Pla, M., & Jover Cerdá, M. (2007). Soybean meal as a protein source in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) diets: effects on growth and nutrient utilization. *Aquaculture Research*, 38(1), 82-90. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01637.x>
- Montero, D., Robaina, L., Caballero, M. J., Ginés, R., & Izquierdo, M. S. (2005). Growth, feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oils: A time-course study on the effect of a re-feeding period with a 100% fish oil diet. *Aquaculture*, 248(1-4), 121-134. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.03.003>
- Montero, D., Socorro, J., Tort, L., Caballero, M. J., Robaina, L. E., Vergara, J. M., & Izquierdo, M. S. (2004). Glomerulonephritis and immunosuppression associated with dietary essential fatty acid deficiency in gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., juveniles. *Journal of Fish Diseases*, 27(5), 297-306. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2004.00543.x>
- Morris, T. C., Samocha, T. M., Davis, D. A., & Fox, J. M. (2011). Cholesterol supplements for *Litopenaeus vannamei* reared on plant based diets in the presence of natural productivity. *Aquaculture*, 314(1-4), 140-144. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.01.052>
- Mourente, G., & Bell, J. G. (2006). Partial replacement of dietary fish oil with blends of vegetable oils (rapeseed, linseed and palm oils) in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) over a long term growth study: effects on muscle and liver fatty acid composition and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology*, 145(3-4), 389-399. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2006.08.012>
- Ng, W. K., & Wang, Y. (2011). Inclusion of crude palm oil in the broodstock diets of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, resulted in enhanced reproductive performance compared to broodfish fed diets with added fish oil or linseed oil. *Aquaculture*, 314(1), 122-131. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.01.034>
- Özcan, H., Bayramoğlu, H. O., & Aydın, A. (2021). Buğday tarımı. Retrieved on April 24, 2021, from <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/br-osurler/Bu%C4%9Fday%20Tar%C4%B1m%C4%B1.pdf>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015>

- Trushenski, J., Schwarz, M., Lewis, H., Laporte, J., Delbos, B., Takeuchi, R., & Sampaio, L. A. (2011). Effect of replacing dietary fish oil with soybean oil on production performance and fillet lipid and fatty acid composition of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture Nutrition*, 17(2), 437-447. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00779.x>
- Webster, C. D., Rawles, S. D., Koch, J. F., Thompson, K. R., Kobayashi, Y., Gannam, A. L., Twibel, R. G., & Hyde, N. M. (2016). Bio-Ag reutilization of distiller's dried grains with solubles (DDGS) as a substrate for black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, along with poultry by-product meal and soybean meal, as total replacement of fish meal in diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition*, 22(5), 976-988. <https://doi.org/10.1111/anu.12316>
- Yıldız, M., & Şener, E. (2004). Karadeniz Bölgesi'ndeki gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal analizi ve biyo-teknolojik özellikleri [Structural and biotechnological properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and seabass (*Dicentrarchus labrax*) farms in the Black Sea region]. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 29(2), 241-252.
- Yılmaz, S., & Ergün, S. (2013). Chickweed (*Stellaria media*) leaf meal as a feed ingredient for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Journal of Applied Aquaculture*, 25(4), 329-336. <https://doi.org/10.1080/10454438.2013.851531>