

Atf İçin: Aldemir R, Tekeli A, Üstündağ B, Bilgeçli K, Çelik L B, 2022. Türkiye’de Karadeniz’in Farklı Bölgelerinde Üretilen Balık Unlarının Hayvan Besleme Açısından Değeri. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(4): 2581 - 2589.

To Cite: Aldemir R, Tekeli A, Üstündağ B, Bilgeçli K, Çelik L B, 2022. Evaluation in terms of Animal Nutrition of Fish Meal Produced in Different Regions of the Black Sea Region in Türkiye. Journal of the Institute of Science and Technology, 12(4): 2581 - 2589.

Türkiye’de Karadeniz’in Farklı Bölgelerinde Üretilen Balık Unlarının Hayvan Besleme Açısından Değeri

Reşit ALDEMİR^{1*}, Ahmet TEKELİ², Berk ÜSTÜNDAĞ³, Kazım BİLGEÇLİ⁴, Ladine BAYKAL ÇELİK⁵

ÖZET: Balık unu gerek insan tüketimine uygun olmayan balıkların, gerekse balıkçılık endüstrisinde arta kalan atıkların işlenip kurutulması veya çeşitli teknolojik işlemlerden geçirilmesi sonucu elde edilmektedir. Balıkçılık endüstrisinin iki ana temel ürünlerinden biri olan balık unu, yüksek aminoasit, vitamin ve mineral madde içeriğiyle yüksek sindirilebilirliğe sahip bir protein kaynağı olarak yemlerde kullanılmaktadır. Balık ununu diğer yem hammaddelerinden üstün kılan en önemli özelliklerden biri de içerdiği esansiyel aminoasitler ve uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleridir. Balık ununun rasyona katılması ile genç hayvanlarda performans ve bağışıklık sistemi olumlu etkilenmektedir. Balık ununun kanatlı rasyonlarına %3-10, sığır ve koyun rasyonlarına %5, domuz rasyonlarına da %10 katılabileceği ifade edilmektedir. Türkiye’de balık unu ve yağı üretiminin önemli kısmı Karadeniz Bölgesinde yapılmaktadır. Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesinde yer alan dört farklı balık unu fabrikasında alınan balık unlarının besin madde içeriği değerlendirilmiştir. Buna göre en yüksek değerler; kuru madde (KM) %95.90 (p<0.0001) ve ham kül (HK) %17.20 (p<0.0001) ile D, ham protein (HP) %73.40 (p<0.0001) ile A, ham yağ (HY) %11.33 (p<0.01) ile B, metabolik enerji (ME, kanatlı) 3537.5 Kcal kg⁻¹ (p<0.001) ile B fabrikasında tespit edilmiştir. Çalışmada genel olarak bütün amino asitler bakımından en yüksek değerler A fabrikasında, en düşük değerler D fabrikasında elde edilmiştir (p<0.0001). Esansiyel yağ asitlerinden linoleik ve linolenik asit miktarları bakımından fabrikalar arasında istatistiksel bir farkın olmadığı (p>0.01), palmitik asit, palmitoleik asit ve oleik asit düzeylerinin ise önemli düzeyde (p>0.001) B fabrikasında görüldüğü tespit edilmiştir. Ülkemizde yaygın olarak Karadeniz Bölgesinde üretilen balık unları arasında besin madde bileşenleri açısından farklılık olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Amino asitler, balık unu, besin madde içeriği, Karadeniz bölgesi, yağ asitleri

Evaluation in terms of Animal Nutrition of Fish Meal Produced in Different Regions of the Black Sea Region in Türkiye

ABSTRACT: Fish meal is obtained as a result of the processing and drying of fish that are not suitable for human consumption and the wastes left in the fishing industry, or by passing them through various technological processes. Fish meal, one of the two main products of the fishing industry, is used in feeds as a protein source with high digestibility with its high content of amino acids, vitamins, and minerals. Fish meal is one of the most important features that makes it superior to other feed raw materials due to the essential amino acids and long-chain polyunsaturated fatty acids it contains. With the addition of fish meal to the ration performance and immune system of young animals are positively affected. It is stated that fish meal can be added 3-10% to poultry rations, 5% to cattle and sheep rations, and 10% to pig rations. In Türkiye, a significant part of fish meal and oil production is carried out in the Black Sea Region. In this study, the nutrient content of fish meals taken from four different fish meal production factory in the Black Sea Region was evaluated. Accordingly, the highest values are; dry matter (DM) 95.90% (p<0.0001) and ash 17.20% (p<0.0001) in D factory, crude protein (CP) 73.40% (p<0.0001) in A factory, crude oil ether extract (EE) 11.33% (p<0.01) in B factory, metabolic energy (ME, poultry) 3537.5 Kcal kg⁻¹ (p<0.001) in B factory were determined. It was determined that there was no statistical difference among the factories in terms of linoleic acid and linolenic acid amounts of essential fatty acids (p>0.01), while palmitic acid, palmitoleic acid and oleic acid levels were found to be significant in B factory (p>0.001). It has been observed that there is a difference in nutrient contents among the fish meal mostly produced in the Black Sea Region in our country.

Keywords: Amino acids, fish meal, nutrient content, Black Sea region, fatty acids

¹ Reşit ALDEMİR (Orcid ID: 0000- 0001- 8810- 4848), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Van Türkiye

² Ahmet TEKELİ (Orcid ID: 0000- 0002-6525-7267), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Van, Türkiye

³Berk ÜSTÜNDAĞ (Orcid ID: 0000- 0002-4270-2743), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye

⁴Kazım BİLGEÇLİ (Orcid ID: 0000-0001-5727-8300), Trouw Nutrition TR, Ankara, Türkiye,

⁵Ladine BAYKAL ÇELİK (Orcid ID: 0000-0003-3352-9181), Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Adana, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Reşit ALDEMİR, e-mail: resitaldemir@yyu.edu.tr

GİRİŞ

Balık unu, genellikle insan tüketiminde kullanılmayan kısa ömürlü ve hızlı gelişen balıklardan ya da deniz ürünü işleyen fabrikaların yan ürünlerinden insan tüketimine uygun olmayan atıklarının (kafa, kuyruk, bağırsaklar, vb) çeşitli teknolojik işlemlerden geçirilmesi sonucu elde edilen üründür (Koning 2005; Bilgüven ve Can, 2018). Balık unu yüksek amino asit, vitamin ve mineral madde içeriğiyle yüksek sindirilebilirliğe sahip bir protein kaynağı olarak tanımlanmaktadır (Cho ve Kim, 2011). Balık unu birim miktarda yüksek kaliteli protein, yüksek sindirilebilirliğe sahip esansiyel aminoasitler ve yağ asitleri içermektedir (Zinn ve ark., 2009). Balık ununu diğer yem hammaddelerinden üstün kılan en önemli özellik içerdiği esansiyel aminoasitler ve uzun zincirli çoklu doymamış omega 3 yağ asitleridir (Boyd, 2015). Balık unları makro minerallerden kalsiyum, fosfor, sodyum klorür, magnezyum, iz elementlerden demir, çinko, selenyum, vitaminlerden de B grubu vitaminleri (özellikle B12 ve kolin) bakımından da zengin kaynaklardır (Barlow, 2003). Balık unu çiftlik hayvanlarının rasyonlarında tercih edilen protein kaynaklarından biridir (Cho ve Kim, 2011). Balık unu yüksek lizin içeriğine sahip olduğundan kanatlı rasyonlarında %3-10, sığır ve koyun rasyonlarına %5, domuz rasyonlarına da %10 katılabileceği ifade edilmiştir (Koning, 2005). Başka bir çalışmada ise, balık ununun yumurta tavuğu karma yem rasyonlarına %2 oranında katılabileceği, %5 kullanılırsa taşlık erozyonuna ve yumurtada koku problemlerine neden olabileceği bildirilmiştir (Anonim, 2019). Birçok çalışma balık ununun etlik piliçlerde (Jassim, 2010), yumurta tavuklarında (Silva ve ark., 2017), domuzlarda (Lee ve ark., 2017), sığırlarda (Kumar ve ark., 2018) ve balıklarda (Miles ve Chapman, 2021; Peluesio ve ark., 2022) performansı ve ürün kalitesini iyileştirmek amacıyla alternatif bir protein kaynağı olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. Balık unu ve yağının takviyesi ile genç hayvanların verimi, performansı ve bağışıklığının artabileceği bildirilmiştir. Balık unu ile diğer hayvansal ve bitkisel protein kaynaklarının birlikte yer aldığı rasyonlarda sinerjik etki oluşmakta, bu da hayvanların hızlı büyümesini teşvik etmektedir (Cho ve Kim, 2011). Balık ununun içerdiği zengin besin maddelerinin, yumurta tavuklarının dalaklarında T hücrelerinin (CD4) popülasyonunu ve fitohemaglutin kaynaklı proliferasyon artışını sağlayarak, hastalıklara karşı direnç kazanılmasına yardımcı olduğu bildirilmektedir (Babu ve ark., 2005). Benzer şekilde, Cho ve Kim (2011) isimli araştırmacılar da, balık ununun içerisindeki yağ asitlerinin hayvanların performanslarını ve bağışıklık sistemlerini iyileştirebilecek bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Balık unu %60-72 arasında ham protein içerir. Balık ununun üretim aşamasında yağlarının çoğu ekstrakte edilmesine rağmen, balık unundan genelde %6-10 arasında yağ da kalmaktadır (Cho ve Kim, 2011). Balık ununun ham yağ içeriği %4 ile %20 arasında değişebilmektedir (Barlow, 2003). Yüksek düzeyde esansiyel yağ asidi içeren balık unlarıyla beslenen özellikle kanatlı hayvanlarının dokularında bu yağ asitlerinin miktarı artmaktadır (Cho ve Kim, 2011). Balık ununun kalitesi ve besin madde içeriğinin işleme tekniğine, uygulanan sıcaklığa ve kullanılan balık türüne bağlı olarak değişebileceği bildirilmektedir (Rahim ve ark., 2017). İşlenmemiş balıktan balık unu üretilmesinin çeşitli yöntemleri vardır. Bunlardan en eski ve basit olanı, özellikle balığın düşük fiyatlı olduğu yerlerde güneşte kurutulması ile gerçekleştirilmektedir (Windsor, 2011). Modern teknolojiye ise balık unu ve yağı genel olarak ıslak presleme (wetpressing) metodu ile üretilmektedir (Emir ve ark., 2012). Üç tip balık unu vardır. Bunlardan birincisi insanların tüketimine sunulan balıkların (somon, tuna gibi) işlenmesi sonucu elde edilen balıkçılık artıklarından, ikincisi özel olarak avcılığı yapılan balıklardan (ringa, menhaden, pollack gibi) elde edilen balık unu olup üçüncüsü ise deniz ürünlerinin işlenmesi sonucu elde edilen ürünlerdir. Balık ununun üretim randımanı, üretimde kullanılan balık türlerine göre değişmekle birlikte ortalama olarak 4.56 kg canlı bir balıktan, 1 kg balık unu elde edilmektedir (Boyd,

2015). Koning (2005) ise balığın balık ununa dönüştürülme oranını %23 olarak bildirmiştir. Yani, 1 ton balık unu üretimi için 4.35 ton balığa ihtiyaç vardır.

Türkiye’de su ürünlerini işleyen ve değerlendiren tesislerin sayısı giderek artmaktadır. İşlenmiş su ürünleri arasında ilk sırayı özellikle hamsiden üretilen balık unu (BU) ve balık yağı (BY) almaktadır. Yapılan bir araştırmada bir ton hamsiden ortalama 170 kg balık unu, 120 kg balık yağı elde edildiği; çaça balığında ise randımanın BU için %14, BY için %4 olduğu bildirilmiştir (Emir ve ark., 2012). FAO, 2020 verilerine göre Dünya balık unu üretim miktarının yaklaşık 5 milyon ton olduğu, 2030 yılı itibariyle bu üretimin 6 milyon tona ulaşacağı bildirilmektedir (Lopes, 2022). Türkiye’de faaliyet gösteren balık unu fabrikaları sadece Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır. Türkiye’de aktif faaliyet gösteren balık unu-yağı fabrika sayısı 11’dir. Bu fabrikalardan 5 adeti Sinop ilinde, 3’ü Samsun’da, 3 tanesi Trabzon’da, 1 adeti de Rize’de bulunmaktadır (Bayraklı ve ark., 2019). Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de balık unu üretiminde önemli bir yere sahip olan Karadeniz bölgesinin farklı işletmelerinde üretilen balık unlarının besin madde, yağ asidi, aminoasit profilleri ve bu amino asitlerin sindirilebilirliklerinin belirleyerek hayvan besleme açısından mevcut potansiyelini ortaya koymak ve bölgede üretilen balık unlarının, kalitesine dikkat çekmektir.

MATERYAL ve METOT

Araştırma materyalini oluşturan balık unları Mayıs 2018 tarihinde, Karadeniz bölgesinin Samsun ve Trabzon illerinde bulunan dört farklı balık unu üreten fabrikadan bir kerede 3 tekerrürlü olacak şekilde 12 numune temin edilmiştir. Balık unları, çoğunluk Karadeniz hamsisi olup iz miktarda çaça balığından üretilmiştir. Balık unu üreten fabrikaların çalışma prensibi; balık ve kullanılmayan balık atıklarının önce buharda kurutulması sonra değirmenden geçirilip yağı alındıktan sonra ürünün elde edilmesi şeklindedir. Gruplar, balık unlarının elde edildiği şehirlere/fabrikalara bakılmaksızın, A, B, C ve D fabrikası olarak isimlendirilmiştir. Balık unu fabrikasından numune alma işleminde, yem örnekleri bütün yığın çeşitli yerlerinden ve homojen olmasına dikkat edilerek ağzı kilitli steril naylon poşetlere 1 kg olacak şekilde alınmıştır. Naylon poşetlerin üzerine üretim bilgileri kayıt edilerek soğuk hava zinciri ile Ankara’da özel bir firmaya ait olan yem laboratuvarına getirilerek tüm analizler burada yapılmıştır. Arta kalan balık unları -20 °C’de muhafaza edilmiştir. Balık unlarının ham besin madde, ME (Kcal kg⁻¹), amino asit, yağ asit içerikleri ve amino asitlerinin kanatlı hayvanlardaki sindirilebilirlik düzeyleri NIR (NearInfrared–Yakın Kızılötesi) Spektroskopisi cihazında yapılmıştır. Balık unlarının farklı çiftlik hayvanları için metabolik enerji değerleri ve amino asit sindirilebilirlikleri NIR cihazına tanımlanan algortimaya göre otomatik olarak hesaplanmıştır.

Mevcut çalışma tesadüf parselleri deneme planına göre tasarlanmış. Seviyeler (Gruplar): 0, 1, 2, 3 ve her seviye üç tekerrür olacak şekilde planlanmıştır (Montgomery, 2001). Elde edilen verilerin istatistik analizleri GLM (Genel Doğrusal Model) prosedürüne göre SAS (2015) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Grupların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Bek ve Efe, 1988). Çalışmada kullanılan matematiksel model aşağıdaki denklem 1’de verilmiştir.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

y_{ij} : i. gruba ait j. gözlem değeri

μ : Populasyon ortalaması

τ_i : i. grubun etkisi

ε_{ij} : Şansa bağlı hata

BULGULAR VE TARTIŞMA

Karadeniz bölgesinde, dört farklı fabrikadan temin edilen balık unlarının besin madde içerikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Balık unlarının nem içerikleri %4.10-8.10 arasında değişmektedir. Balık unlarının Kuru madde (KM) içerikleri %90’nın üzerinde bulunmuştur. Ham kül (HK) içerikleri en düşük 10.70 ile C fabrikasında tespit edilirken, en yüksek HK değeri 12.57, 12.30 ve 17.20 ile sırasıyla A, B ve D fabrikalarında bulunmuştur ($P<0.0001$). Ham yağ (HY) değeri en düşük sırasıyla 10.80 ve 10.60 ile A ve C fabrikasında, en yüksek ise yine sırasıyla 11.33 ve 11.07 ile B ve D fabrikalarında elde edilmiştir ($P<0.01$). En yüksek Ham protein (HP) içeriği 73.40 ile A ve B fabrikalarında tespit edilmiştir ($p<0.0001$). Balık unlarının ham protein içerikleri 70.37-73.40 arasında değişmiştir. Balık unlarının ME değerleri (Kcal kg^{-1}) etlik piliçler için 2986.00-3074.75 Kcal kg^{-1} arasında değişirken, yumurtacı tavuklar için bu değer 3561.33-3669.25 Kcal kg^{-1} arasında belirlenmiştir.

Çizelge 1: Karadeniz Bölgesinde Dört Balık Unu Fabrikasından Temin Edilen Balık Unlarının Besin Madde İçerikleri

Besin Madde İçerikleri	Balık Unu Çeşitleri				SED	P
	A	B	C	D		
Nem (%)	6.40 ^b	6.48 ^b	8.10 ^a	4.10 ^c	0.0325	<.0001
KM (%)	93.60 ^b	93.53 ^b	91.90 ^c	95.90 ^a	0.0325	<.0001
HK (%)	12.57 ^a	12.30 ^a	10.70 ^c	17.20 ^a	0.1661	<.0001
HP (%)	73.40 ^a	73.13 ^a	72.25 ^b	70.37 ^c	1.1468	<.0001
HY (%)	10.80 ^{bc}	11.33 ^a	10.60 ^c	11.07 ^{ab}	0.0630	0.0057
ME (Kanatlı, Kcal kg^{-1})	3508.00 ^a	3537.50 ^a	3507.50 ^a	3431.00 ^b	7.0084	0.0008
ME (Yumurtacı, Kcal kg^{-1})	3633.33 ^a	3669.25 ^a	3630.50 ^a	3561.33 ^b	7.5525	0.0013
ME (Etlik piliç, Kcal kg^{-1})	3044.33 ^a	3074.25 ^a	3050.50 ^a	2986.00 ^b	6.8213	0.0023

SED: Ortalamalar arası farkın standart hatası (Standart error of difference between means)

*: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen grup ortalaması arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$)

Ween ve ark. (2017), Norveç’te yaptıkları çalışmada balık unlarının sırasıyla ortalama ham protein, ham yağ, nem ve ham kül değerlerinin %61.9, %8.9, %5 ve %22.4 olduğunu bildirmişlerdir. Rahim ve ark., (2017), ise Pakistan’da üretilen balık unlarının ham protein içeriğinin %50.51-61.26, enerjinin 4042.0-4558.0 Kcal kg^{-1} , kuru madde %87.43-93.13, ham yağ %15.29-26.23, ham kül %12.32-18.32 ve ham selülozunun ise %7.52-13.12 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Pakistan’da üretilen balık unlarının kalitesinin balık yemi üretimi için uygun olduğunu bildirmişlerdir. Balık unu üretimindeki azalmanın önüne geçmek ve uluslararası standartları yakalamak için ülkelerindeki balık unu üretim tekniklerinin iyileştirilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır. Bu araştırmamızda elde edilen HP düzeyleri yukarıdaki araştırmacıların elde ettiği HP düzeylerinden yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni, işlenen balık çeşidinin ve işleme tekniğinin farklı olmasına bağlanabilir. Rahim ve ark. (2017)’nin bulgularından farklı olarak, Türkiye’de üretilen balık unlarının HY içerikleri daha düşük, dolayısıyla ME (Kcal kg^{-1}) içerikleri de daha düşük tespit edilmiştir. Bu da, bölgede üretilen balık unlarının HP içeriğinin daha yüksek olmasına neden olmuştur. Ayrıca balık unlarında HY içeriğinin bir miktar düşük olması, oksidasyon riskini azaltacağı için üretilen balık unlarının üstünlüğü ve avantajı olarak değerlendirilebilir.

Özellikle kanatlı hayvan beslemede önemli bir yere sahip olan balık unlarının aminoasit içerikleri ise Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Karadeniz Bölgesinde Dört Balık Unu Fabrikasından Temin Edilen Balık Unlarının Aminoasit İçerikleri

Aminoasit İçerikleri (g kg ⁻¹)	Balık Unu Çeşitleri					
	A	B	C	D	SED	P
Lizin	56.43 ^a	55.58 ^{ab}	54.90 ^b	53.43 ^c	0.2243	0.0024
Metiyonin	20.53 ^a	20.45 ^a	20.20 ^a	19.70 ^c	0.0427	0.0001
Sistin	6.60 ^a	6.60 ^a	6.50 ^a	6.30 ^b	0.0177	0.0002
Metiyonin +Sistin	27.13 ^a	27.05 ^{ab}	26.75 ^b	26.03 ^c	0.0597	0.0001
Tireonin	30.83 ^a	30.73 ^a	30.35 ^b	29.57 ^c	0.0539	<.0001
Triptofan	8.10 ^a	8.03 ^{ab}	7.95 ^b	7.73 ^c	0.0173	<.0001
İzolösün	30.83 ^a	30.73 ^a	30.35 ^b	29.57 ^c	0.0539	<.0001
Arjinin	43.30 ^a	43.18 ^a	42.60 ^b	41.50 ^c	0.0890	<.0001
Fenilalanin	28.63	28.53	28.15	27.43	0.0539	<.0001
Histidin	19.10 ^a	19.03 ^a	18.75 ^b	18.27 ^c	0.0394	<.0001
Lözin	53.57 ^a	53.40 ^a	52.75 ^b	51.33 ^c	0.1030	<.0001
Tirozin	22.73 ^a	22.65 ^a	22.40 ^b	21.80 ^c	0.0427	<.0001
Valin	35.93 ^a	35.85 ^a	35.40 ^b	34.47 ^c	0.0665	<.0001
Alanin	46.23 ^a	46.08 ^a	45.50 ^b	44.30 ^c	0.0879	<.0001
Aspartik Asit	68.27 ^a	68.00 ^a	67.20 ^b	65.40 ^c	0.1362	<.0001
Glutamik Asit	95.43 ^a	95.08 ^a	93.90 ^b	91.47 ^c	0.1812	<.0001
Glisin	47.70 ^a	47.55 ^a	46.95 ^b	45.70 ^c	0.0996	<.0001
Prolin	32.33 ^a	32.15 ^{ab}	31.80 ^b	30.97 ^c	0.0666	<.0001
Serin	29.33 ^a	29.25 ^{ab}	28.90 ^b	28.13 ^c	0.0210	0.0002

SED: Ortalamalar arası farkın standart hatası (Standart error of difference between means)

*: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen grup ortalaması arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 2’de görüldüğü gibi, Karadeniz bölgesinin farklı balık unu fabrikalarından temin edilen balık unlarının sınırlayıcı aminoasit değerleri lizin (p<0.01), metiyonin (p<0.0001) ve triptofan (p<.0001) bakımından, fabrikalar arasında görülen farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Lizin, metiyonin ve triptofan esansiyel aminoasitleri için en düşük değerler sırasıyla 53.43, 19.70 ve 7.73 g kg⁻¹ ile D fabrikasında tespit edilmiştir. En yüksek değerler ise lizin için sırasıyla 56.43 ve 55.58 g kg⁻¹ ile A ve B fabrikalarında, metiyonin için sırasıyla 20.53, 20.45 ve 20.20 g kg⁻¹ ile A, B ve C fabrikalarında, triptofan için sırasıyla 8.10 ve 8.03 g kg⁻¹ ile A ve B fabrikalarında elde edilmiştir. Her üç esansiyel aminoasit bakımından da mevcut çalışmada tespit edilen değerler, Ween ve ark. (2017)’nin bildirmiş oldukları değerlerden (sırasıyla; 47.80, 17.40 ve 7.00 g kg⁻¹) daha yüksek bulunmuştur. Park ve Adeola (2022), Amerika Birleşik Devlet’inde yapmış olduğu çalışmada balık unlarının aminoasit içeriklerini lizin, metiyonin ve triptofan için değerleri sırasıyla 47.1, 16.9 ve 6.2 g kg⁻¹ belirlemişlerdir. Bu sonuçlar Türkiye’de Karadeniz bölgesinde üretilen balık unlarının sadece ham protein açısından değil, sınırlayıcı esansiyel amino asitler bakımından da üstün kaliteye sahip olduğunu göstermektedir. Bu esansiyel aminoasitlerin dışında metiyonin+sistin, tireonin, izolösün, arjinin, fenilalanin, histidin, lözin, alanin, aspartik asit, glutamik asit, glisin ve prolin içekleri bakımından da balık unlarının elde edildikleri bölgelere göre istatistiki açıdan önemli farklılık gösterdikleri belirlenmiştir (p<0.0001).

Karadeniz bölgesininin farklı balık unu fabrikalarında temin edilen balık unlarının sindirilebilir aminoasit içerikleri Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, gerek esansiyel aminoasitler gerekse diğer aminoasitler bakımından genel olarak en düşük değerlerin ise D fabrikasında tespit edildiği görülmektedir (p<0.0001).

Çizelge 3. Karadeniz Bölgesinde Dört Balık Unu Fabrikasından Temin Edilen Balık Unlarının Sindirilebilir Aminoasit İçerikleri

Sindirilebilir Aminoasit İçerikleri (g kg ⁻¹)	Balık Unu Çeşitleri					
	A	B	C	D	SED	P
d-Lizin	50.77 ^a	50.60 ^a	49.95 ^b	48.63 ^c	0.1030	<.0001
d-Metiyonin	19.13 ^a	19.05 ^{ab}	18.85 ^b	18.33 ^c	0.0372	<.0001
d-Sistin	5.90 ^a	5.88 ^a	5.75 ^b	5.60 ^c	0.0140	<.0001
d-Metiyonin +Sistin	25.00 ^a	24.93 ^a	24.60 ^b	23.97 ^c	0.0458	<.0001
d-Tireonin	25.90 ^a	25.83 ^a	25.50 ^b	24.83 ^c	0.0458	<.0001
d-Triptofan	7.10 ^a	7.10 ^a	7.00 ^a	6.80 ^b	0.0177	0.0002
d-İzolösin	26.53 ^a	26.43 ^a	26.10 ^b	25.43 ^c	0.0469	<.0001
d.Arjinin	39.83	39.68 ^{ab}	39.25 ^b	38.17 ^c	0.0796	<.0001
d-Fenilalanin	24.33 ^a	24.23 ^{ab}	23.95 ^b	23.33 ^c	0.3535	0.0002
d-Histidin	16.80 ^a	16.75 ^a	16.55 ^b	16.10 ^c	0.0342	<.0001
d-Lözin	48.23 ^a	48.05 ^a	47.45 ^b	46.20 ^c	0.0982	<.0001
d-Tirozin	19.80 ^a	19.73 ^{ab}	19.50 ^b	18.97 ^c	0.0458	0.0002
d-Valin	31.30 ^a	31.15 ^{ab}	30.80 ^b	29.97 ^c	0.0681	0.0001
d-Alanin	41.13 ^a	40.98 ^{ab}	40.50 ^b	39.47 ^c	0.0867	0.0001
d-Aspartik Asid	57.33 ^a	57.13 ^a	56.40 ^b	54.97 ^c	0.1160	<.0001
d-Glutamik Asid	85.87 ^a	85.55 ^a	84.55 ^b	82.27 ^c	0.1672	<.0001
d-Glisin	41.53 ^a	41.38 ^a	40.85 ^b	39.80 ^c	0.0809	<.0001
d-Prolin	27.77 ^a	27.68 ^a	27.35 ^b	26.63 ^c	0.0567	<.0001
d-Serin	24.07 ^a	23.98 ^{ab}	23.70 ^b	23.07 ^c	0.0501	<.0001

SED: Ortalamalar arası farkın standart hatası (Standart error of difference between means)

*: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen grup ortalaması arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 3’de görüldüğü üzere sindirilebilir lizin için, en yüksek değerler sırasıyla 50.77 ve 50.60 g kg⁻¹ ile A ve B, en düşük ise 48.63 g kg⁻¹ ile D fabrikasında bulunmuştur (P<0.0001). Sindirilebilir metiyoninde en yüksek değerler sırasıyla 19.13 ve 19.05 g kg⁻¹ ile A ve B, en düşük değer ise 18.33 g kg⁻¹ D fabrikasında tespit edilmiştir (P<0.0001). Sistin sindirilebilirliği ise en yüksek 5.90 ve 5.88 g kg⁻¹ A ve B, en düşük 5.60 g kg⁻¹ D fabrikasında tespit edilmiştir (P<0.0001). Sindirilebilir triptofan için ise en yüksek değerler sırasıyla 7.10, 7.10 ve 7.00 g kg⁻¹ ile A, B, C fabrikalarında gerçekleşirken en düşük değer ise 6.80 g kg⁻¹ D fabrikasında gerçekleşmiştir (P<0.001). Lizin, metiyonin, sistin ve triptofan sindirilebilirlikleri sırasıyla A fabrikasında; 50.77, 19.13, 5.90 ve 7.10 g kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Balık unlarının aminoasit içerikleri ve sindirilebilirlik değerleri dikkate alınarak % sindirilebilir değerleri hesaplandığında, bu sindirilebilirlikler yine sırasıyla; % 89.96, 93.18, 89.39 ve 87.65 olarak saptanmıştır. Lizin, metiyonin, sistin ve triptofan için sindirim değerleri en düşük D fabrikasında elde edilmiştir. Bu değerler sırasıyla; 48.63, 18.33, 5.60 ve 6.80 g kg⁻¹ olarak saptanmıştır. Balık unlarının aminoasit içerikleri ve sindirilebilirlik değerleri dikkate alınarak % sindirilebilir değerleri hesaplandığında ise, bu sindirilebilirlikler yine sırasıyla; % 91.01, 93.04, 88.88 ve 87.97 olarak hesaplanmıştır. Kim ve ark. (2012), etlik piliçlerde balık ununun sindirilebilirliği üzerine yapmış olduğu çalışmada lizin, metiyonin, sistin ve triptofan ileum sindirilebilirliklerini % olarak sırasıyla, 87.2, 87.7, 76.1 ve 84.6 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada esansiyel aminoasitlerin sindirilebilirliği üzerine bulunan değerler yukarıda bahsedilen araştırmaların sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur. Balık unlarının farklı hayvan türlerinde de sindirilebilirliği üzerine çalışmalar yapılmıştır. Ribeiro ve ark. (2012), Nil Tilapyası balık türünde balık ununun sindirilebilirliği üzerine yapmış olduğu çalışmada lizin, metiyonin ve sistin amino asitlerinin sindirilebilirliklerini % olarak sırasıyla; 72.34, 78.81 ve 84.81 olarak hesaplamışlardır. Park ve Adeola (2022), balık ununun domuzlarda sindirilebilirliği üzerine yapmış olduğu çalışmada lizin, metiyonin, sistin ve triptofan aminoasitlerinin sindirilebilirliklerini sırasıyla % olarak; 85.4, 88.9, 71.7 ve 90.5 olarak

hesaplamışlardır. Bu sonuçlarda, Türkiye’de Karadeniz Bölgesinde işlenen balık unlarının kalitesinin yüksek olduğunu, sindirilebilirlik açısından da desteklemektedir.

Karadeniz bölgesinde farklı fabrikalarında elde edilen balık unlarının yağ asidi içeriklerine ait değerler Çizelge 4’te verilmiştir. Esansiyel yağ asitlerinden linoleik ve linolenik yağ asitleri miktarları bakımından fabrikalar arasında istatistiksel bir farkın olmadığı görülmektedir ($p>0.01$). Aynı şekilde fabrikalar arasında stearik asit içeriğinde de sadece rakamsal farklılıklar tespit edilmiştir ($p>0.01$). Palmitik, palmitoleik ve oleik yağ asit değerleri açısından fabrikalar arasında görülen farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Balık unlarının palmitik asit içeriği en yüksek 14.47 ve 14.17 ile $g\ kg^{-1}$ A ve B fabrikasında, en düşük ise sırasıyla 13.80 ve 13.55 $g\ kg^{-1}$ ile A ve C fabrikasında belirlenmiştir. Palmitoleik asit içeriği ise sırasıyla en yüksek 6.33 ve 6.20 $g\ kg^{-1}$ ile B ve D fabrikalarında belirlenirken, en düşük değerler 6.00 ve 5.90 $g\ kg^{-1}$ ile A ve C fabrikalarında tespit edilmiştir. Balık unlarının en yüksek oleik asit içeriği sırasıyla 13.55 ve 13.28 $g\ kg^{-1}$ ile B ve D fabrikalarında, en düşük ise yine sırasıyla 12.90 ve 12.70 $g\ kg^{-1}$ ile A ve C fabrikalarında bulunmuştur.

Çizelge 4: Karadeniz Bölgesinde Dört Balık Unu Fabrikasından Temin Edilen Balık Unlarının Yağ Asit İçerikleri

Yağ Asit İçerikleri ($g\ kg^{-1}$)	Balık Unu Çeşitleri					
	A	B	C	D	SED	P
C16:0 (palmitik asit)	13.80 ^{bc}	14.47 ^a	13.55 ^c	14.17 ^{ab}	0.0847	0.007
C16:1 (palmitoleik asit)	6.00 ^b	6.33 ^a	5.90 ^b	6.20 ^a	0.0325	0.0021
C18:0 (stearik asit)	1.90	1.98	1.90	1.97	0.0149	0.1069
C18:1 (oleik asit)	12.90 ^{bc}	13.55 ^a	12.70 ^c	13.28 ^{ab}	0.0826	0.0095
C18:2 (linoleik asit)	0.90	0.90	0.85	0.90	0.0088	0.1631
C18:3 (linolenik asit)	0.90	0.90	0.85	0.90	0.0088	0.1631

SED: Ortalamalar arası farkın standart hatası (Standart error of difference between means)

*: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen grup ortalaması arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$)

Turan ve ark. (2007), Türkiye’de Karadeniz bölgesinde Sinop ilinde kasım, aralık ve ocak aylarında hamsiden üretilen balık unlarının yağ asit profillerini Gas Kromatografisi ile belirlemişlerdir. Palmitoleik asit içeriğini 5.04-5.60 $g\ kg^{-1}$ olarak bildirmişlerdir. Bu değer, araştırmamızda elde edilen değerden düşüktür. Turan ve ark. (2007), hamsiden elde edilen balık unlarının oleik asit içeriğini 12.28-13.44 ve linolenik asit içeriğini ise 0.93-1.05 $g\ kg^{-1}$ arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Oleik ve linolenik asit için elde edilen değerler, çalışmamızda elde edilen değerler ile uyum içerisinde olmuştur. Keleştemur ve Uslu (2017), balık beslemede yeni besin maddelerinin kullanımı isimli yapmış olduğu derleme çalışmasında, balık unundaki linolenik asit içeriğini 0.8 $g\ kg^{-1}$ olarak bildirmişlerdir. Yukarıda bahsedilen araştırmacıların balık ununun oleik ve linolenik yağ asit içeriklerine ait değerler, çalışmamızda bahsedilen yağ asitleriyle uyum içerisinde olmuştur.

Çalışmamızda elde edilen balık unlarının bazı yağ asit içeriğine ilişkin farklı bulgular da mevcuttur. Turan ve ark. (2007), Türkiye’de Karadeniz bölgesi Sinop ilinde yaptıkları çalışmada balık unlarının palmitik yağ asit içeriğini 19.95-20.66, stearik asit içeriğini 4.21-4.45 ve linoleik asit içeriğini 1.51-1.71 $g\ kg^{-1}$ arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı şekilde, Keleştemur ve Uslu (2017), balık unundaki yağ asidi miktarlarını palmitik asit için 19, palmitoleik asit için de 8.3, stearik asit için 2.9, oleik asit için 19.7 ve linoleik asit için 1.2 $g\ kg^{-1}$ olarak bildirmişlerdir. Bu değerler genel olarak çalışmamızda elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın nedeni ise balık türü, yağ asit analiz yöntemleri ve elde edildiği ayların/mevsimlerin farklı olmasına bağlanılabilir.

SONUÇ

Karadeniz bölgesinde dört farklı fabrikada üretilen balık unlarının hayvan besleme açısından ham besin madde içeriği, amino asit içeriği, yağ asit içeriği ve amino asit sindirilebilirliğinin araştırıldığı bu çalışmada kuru madde, ham kül ve ham protein içeriğinin sırasıyla %91.90-95.90, 10.70-17.20 ve

70.30-73.40 arasında olduğu tespit edilmiştir. Başta sınırlayıcı aminoasitlerden lizin, metiyonin ve triptofan olmak üzere neredeyse bütün amino asitler bakımından Karadeniz Bölgesinde üretilen balık unlarının zengin bir amino asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Balık unlarının lizin, metiyonin ve triptofan esansiyel amino asit içerikleri sırasıyla; 53.43-56.43; 19.70-20.53 ve 7.73-8.10 g kg⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır. Aynı şekilde sindirilebilir aminoasit miktarlarında da benzer bir durum gözlenmiştir. Balık unlarının yağ asit içerikleri ise; palmitik, palmitoleik ve oleik asit için yine sırasıyla 13.55-14.47, 5.90-6.33 ve 12.70-13.55 g kg⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür. Bu yağ asit içerikleri açısından işletmeler arasında önemli bir farkın olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak Karadeniz bölgesinde üretilen balık unlarının hayvan besleme açısından yüksek besleme değerine sahip olduğu ve fabrikalar arasında bir takım farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Küresel iklim değişiklikleri ve balık ununun fiyatının sürekli artma eğilimi, rasyon maliyetini daha da artırmaktadır. Ancak buna rağmen, Türkiye’de Karadeniz bölgesinde üretilen balık unları gerek iç, gerekse dış piyasada aranan bir yem hammaddesi olarak önemini korumaktadır. Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar da gerek ham besin madde olarak gerekse sindirilebilirlik olarak bu durumu desteklemektedir. Ancak, bu sonucun sahada da desteklenmesi için, hayvanlar üzerinde yapılacak performans sonuçları ve ürün kalitesini içeren yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2019. http://www.eryas.com.tr/uploads/file/yumurta_tavuk_rasyon_kriterleri.pdf (Erişim tarihi: 06.11.2019)
- Babu US, Wiesenfeld PL, Raybourne, R B, Myers MJ, Gaines D, 2005. Effect of Dietary Fish Meal on Cell Mediated Immune Response of Laying Hens. *International Journal of Poultry Science* 4, 652–656.
- Barlow SM, 2003. Fish Meal. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Second Edition, Academic Press, 2486-2491.
- Bayraklı B, Özdemir S, Duyar HA, 2019. Karadeniz’de Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Çaçı (*Sprattus sprattus*) Balıklarının Avcılığı ile Balık unu-yağı İşleme Teknolojisi Üzerine Bir Araştırma. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 5(2): 9-16.
- Bek Y, Efe E, 1988. Araştırma ve Deneme Metotları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Adana.
- Bilgüven M. Can G. 2018. Balık Yemlerinde Balık Unu Yerine Tavuk Ununun Kullanılma Olanakları. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Cilt 32, Sayı 2, 189-200. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/fish-meal> (Erişim tarihi:10.03.2020).
- Boyd CE, 2015. Overview of Aquaculture Feeds: Global Impacts of Ingredient Use. *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*. Springer Publishing, 1-23p. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/fish-meal> (Erişimtarihi:10.03.2020).
- Cho JH, Kim IH, 2011. Fish Meal-Nutritive Value. *Animal Physiology and Animal Nutrition*. 95: 685-692.
- Emir F, Karadağ ÖH, Ege F, Ceyhan V, 2012. Türkiyede Balık Unu ve Yağı Üretimi veTicaret: Mevcut Durum, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi. 5-7 Eylül 2012. Konya.
- Jassim JM, 2010. Effect of Using Local Fishmeal (Liza abu) as Protein Concentration in Broiler Diets. *International Journal of Poultry Science* 9 (12): 1097-1099.
- Keleştemur GT, Uslu A, 2017. Balık Beslemede Yeni Besin Maddelerinin Kullanımı. *International Journal of Innovative Engineering Applications* 1, 1,23-26.

- Kim EJ, Utterback PL, Parsons CM, 2012. Comparison of Amino Acid Digestibility Coefficients for Soybean Meal, Canola Meal, Fish Meal, and Meat and Bone Meal Among 3 Different Bioassays. *Poultry Science*, 91:1350-1355.
- Koning AJ, 2005. Properties of South African Fish Meal: A Review. *South African Journal of Science* 101, January/February.
- Kumar R, Karı DK, Kumarı D, Singh V, Sihag S, 2018. Effect of Rumen Protectal Amino Acit and Fish Meal on Feed Conversion Ratio of Murrah Buffalo Heifers. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(3):2587-2595.
- Lee HJ, Choi IH, Kim DH, Joo YH, Kim SC, 2017. Influence of Fermented Fish meal Supplementation on Growth Performance, Blood Metabolites and Fecal Mikroflora of Weaning Pigs. *Revista Brasileira de Zootecnica*, 46(5):433-437.
- Lopes JCO, 2022. Reducing Dependence on Fishmeal in Aquaculture - the Role of Insects as a Sustainable Alternative. Meeting CISAS 2022 Online Sustainability in Biosystems. <https://www.researchgate.net/publication/360561666> (Erişim Tarihi: 23.08.2022).
- Miles RD, Chapman FA, 2021. The Benefits of Fish Meal in Aquaculture Diets. UF/IFAS Extension University of Florida FA 122: 1-7. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf%5CFA%5CFA12200.pdf> (Erişim Tarihi: 23.08.2022).
- Montgomery, D.C., 2001. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & sons. Quinta Ediction. New York.
- Park CS, Adeola O, 2022. Digestibility of Amino Acids in Fish Meal and Blood-derived Protein Sources Fed to Pigs. *Animal Bioscience*. Vol. 35, No. 9:1418-1425.
- Peluesio NF, Bonaldo A, Gisbert E, Andree KB, Esteban MA, Dondi F, Sebatti MC, Gatta PP, Parma L, 2022. Different Fish Meal and Fish Oil Dietary Levels in European Sea Bass: Welfare Implications After Acute Confinement Stress. *Frontiers in Marine Science*, Volume 8, Article 779053.
- Rahim A, Abbas G, Naaem M, Ferrando S, Gallus L, Khan N, Rahman MH, Gaffar A, Mateen A, (2017). Fish meal: Production and Quality Assessment for Aqua Feed Formulation in Pakistan. *Pakistan Journal Zoology*, vol. 49(1), pp 337-344.
- Ribeiro FB, Lanna EAT, Bomfim MAD, Donzeles JL, Quadros M, Cunha PSL, Takishita SS, Vianna RA, 2012. Apparent and True Digestibility of Protein and Amino Acid in Feedstuffs Used in Nile Tilapia Feed as Determined by the Technique of Dissection. *Revista Brasileira de Zootecnica*, v.41, n.5, p. 1075-1081.
- SAS, 2015. SAS/STAT. Statistical Analysis System for Windows. Released Version 9.4. SAS Institute Incorporation, Carry, NC, USA.
- Silva AF, Guimaraes FG, Rufino JPF, Miller WMP, Flor NS, Assante RT, 2017. Fish By-product Meal in Diets for Commerical Laying Hens. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringa* , v. 39, n. 3, p. 273-279, July-Sept.
- Turan H, Kaya Y, Erkoyuncu İ, 2007. Protein and Lipid Content and Fatty Acid Composition of Anchovy Meal Produced in Turkey. *Turk Journal Veterinary Animimal Science* 31(2): 113-117.
- Ween O, Stangeland JK, Fylling T, Aas GH, 2017. Nutritional and Functional Properties of Fish Meal Produced From Fresh By-products of Cod(*Gradus morhua L.*) and Saithe(*Pollachius virens*). *Heliyon* 3, e00343.
- Windsor ML, 2001. Fish Meal, Department of Trade and Industry Torry Research Statio, Torry Advisory Note No.49, <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5926e/x5926e00.htm>, (Erişim Tarihi: 15.12.2011).
- Zinn KE, Hernot DC, Fastinger ND, Linnethal LKK, Bechtell PJ, Swanson KS, Fahey GC, 2009. Fish Protein Substrates can Substitute Effectively for Poultry By-productmeal When Incorporated in High Quality Senior Dog diets. *Journal of Animal Physiology Animal Nutrition*. Volume 93, Issue 4, p: 447-455.