

Araştırma Makalesi

Karadeniz’de (Sinop Yarımadası Civarı) Avlanan İzmarit Balığı, *Spicara smaris* (Linnaeus, 1758), Etinin LC-MS/MS Kullanarak Amino Asit İçeriğinin Tespiti ve Ağırlık-Boy İlişkisi

Özlem BİLGİN^{1*}, Uğur ÇARLI¹, Selahattin ERDOĞAN¹, Murat Emrah MAVİŞ², Gökçe GÖKSU GÜRSU², Muhittin YILMAZ³

¹Sinop Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (SÜBİTAM), 57000, Sinop, Türkiye

²Barbaros Mahallesi Temmuz Sokak, No:6, 34746, Ataşehir, 34000, İstanbul, Türkiye

³Sinop Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 57000, Sinop, Türkiye

*Sorumlu yazar: ozlmbilgin28@gmail.com

Geliş Tarihi: 17.05.2018

Düzeltilme Geliş Tarihi: 13.02.2018

Kabul Tarihi: 15.02.2019

Özet

Bu çalışmada Karadeniz’de Sinop yarımadası civarında yakalanan izmarit balığı (*Spicara smaris*) etinin amino asit içeriği ve bu balığın boy ağırlık ilişkisi belirlenmiştir. Amino asit içeriğinin belirlenmesinde; bir karışımdaki istenen maddeyi ileri düzeyde ayırıp tanımlayabilir ve ölçülebilir özellikteki LC-MS / MS (Sıvı Kromatografi Kütle Spektrometresi) cihazı kullanılmış ve bu yöntemle izmarit balıkları için sonuçlar ilk kez rapor edilmiştir. Bu çalışmada esansiyel (EAA) ve esansiyel olmayan (NEAA) toplam 19 adet amino asit tespit edilmiştir. Esansiyel amino asitler toplam amino asit miktarının %52,44’ünü oluşturmuştur. İzmarit etinde en yüksek oranda tespit edilen EAA miktarları sırasıyla lysin (2,10±0,215 g/100 g), leucine (1,68±0,115 g/100 g), arginine (1,18±0,030 g/100 g) ve valine (1,09±0,070 g/100 g) şeklindedir. İzmarit etinde en yüksek oranda tespit edilen NEAA miktarları ise sırasıyla glutamic asit (2,88±0,010 g/100 g), aspartik asit (2,16±0,280 g/100 g), alanine (1,32±0,000 g/100 g) ve glycine (1,05±0,060 g/100 g) şeklindedir. Araştırmada incelenen balıkların ağırlık - boy ilişkisi $W = 0,0044TL^{3,3423}$, $R^2 = 0,990$, $N = 45$, $P < 0,05$ şeklinde hesaplanmıştır. Ağırlık boy - ilişkisi (WLR) denkleminin korelasyon katsayısı (r) istatistiksel olarak sıfırdan farklı ($P < 0,05$), b değeri ise istatistiksel olarak $b = 3$ den (izometrik büyüme) farklı bulunmuştur (Pauly t test $P < 0,05$). Bu sonuçlar Karadeniz’de uzatma ağırlarıyla avlanan izmarit balıklarının AA bakımından zengin ve pozitif allometrik büyüme özelliği gösterdiğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: İzmarit balığı, *Spicara smaris*, amino asit, büyüme, Karadeniz.

Determination of Amino Acid Content of Picarel (*Spicara smaris*) Caught in the Black Sea (Around Sinop Peninsula) Using LC-MS / MS and Its Weight-Length Relationship

Abstract

In this study, the amino acid content and the weight - length relationship (WLR) of the picarel (*Spicara smaris*) caught off Sinop peninsula in the Black Sea were determined. Determination of amino acid content of picarel; the LC-MS / MS (Liquid Chromatography Mass Spectrometry) devices was used and the results obtained from this method were reported for the first time for picarel. A total of 19 amino acids were identified as essential (EAA) and non-essential amino acids (NEAA). The EAAs composed for 52.44% of the total values of amino acids. The highest amounts of EAA detected in the meat of picarel were lysine (2.10 ± 0.215 g / 100 g), leucine (1.68 ± 0.115 g / 100 g), arginine (1.18 ± 0.030 g and valine (1.09 ± 0.070 g / 100 g), respectively. The highest amounts of NEAA in the meat of picarel were determined as glutamic acid (2.88 ± 0.010 g / 100 g), aspartic acid (2.16 ± 0.280 g / 100 g), alanine (1.32 ± 0.000 g / 100 g) and glycine (1.05 ± 0.060 g / 100 g), respectively. The weight – length relationship (WLR) of

the fish was calculated as $W = 0.0044TL^{3.3423}$, $R^2 = 0.990$, $N = 45$, $P < 0.05$. The correlation coefficient (r) of the WLR equation was statistically different from zero ($P < 0.05$) and also b value was statistically different from $b = 3$ (isometric growth) (Pauly t test $P < 0.05$). These results show that the picarel caught in the Black Sea have rich AA contents and show positive allometric growth.

Key words: Picarel, *Spicara smaris*, amino acid, growth, Black Sea.

Giriş

Türkiye denizlerinde izmarit balıklarının içinde yer aldığı Centracanthidae familyasına ait üç balık türü [*Centracanthus cirrus* Rafinesque, 1810; *Spicara maena* (Linnaeus, 1758) ve *Spicara smaris* (Linnaeus, 1758)] yaşamakta olup, bu balık türlerinden *C. cirrus* hariç diğer türlerin Karadeniz’de yaşadığı rapor edilmiştir (Bilecenoğlu ve ark., 2014; Froese ve Pauly, 2018). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) su ürünleri istatistiklerine göre ülkemiz denizlerinde avlanan bu üç türün, son on yıldaki (2007 - 2016 arası) av miktarı tür ayrımı yapılmaksızın 332 – 1243 ton (ortalama: 770,2±106,02 ton) olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2017).

Balıkların en çok tüketilen ve en lezzetli bölümleri kas dokusudur, ayrıca kas dokusunda bol miktarda lezzet veren bileşikler bulunmaktadır. Aminoasitler insan sağlığı açısından son derece önemli olup dokuların iyileşmesini ve büyümesini sağlamaktadır. Aminoasitlerin biyolojik önemi açısından esansiyel (EAA) ve esansiyel olmayan (NEAA) olmak üzere ikiye ayrılır. Esansiyel aminoasitler vücutta sentezlenemezler, zorunlu olarak besinlerle dışarıdan alınması gerekmektedir. Balık etinin yapısında bulunan çoklu doymamış yağ asitleri, esansiyel aminoasitler, mineral maddeler ve vitaminler, sağlıklı ve dengeli beslenmede deniz balıklarına olan ilgiyi artırmaktadır (Fidanbaş ve ark., 2015). Balık türleri de dahil olmak üzere deniz ürünleri, zengin protein, amino asit, yağ asidi ve vitamin bileşenleri nedeniyle değerli besin kaynağıdır. Ayrıca, balık etinin tadı, biyokimyasal bileşimle yakından ilişkilidir, özellikle protein içeriği ve balık etinin biyokimyasal bileşimi, çevresel faktörlerden etkilenebilir (Doğan ve Ertan, 2017). Bununla beraber, farklı balık türlerinin kimyasal bileşiminin mevsim, cinsel olgunluk, üreme zamanı ve besin döngüsü gibi farklı değişkenlere bağlı olduğu da bildirilmiştir (Özden ve Erkan, 2011; Doğan ve Ertan, 2017).

Balık etini, hem insan hem de hayvanların beslenmesi açısından en çok kullanılan protein kaynaklarından biri olarak kabul edilir. Çünkü balık eti vücut tarafından sentezlenemeyen arginine, cystine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tyrosine ve valine gibi

esansiyel amino asitleri içerirler. Bu yüzden balık etinde bulunan amino asit miktarının belirlenmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Karadeniz’de ekonomik olarak avlanan ve yıllık av miktarı su ürünleri istatistiklerinde de yer alan, ekonomik değere sahip izmarit balığı (*Spicara smaris*) etinin amino asit içeriğinin tespit edilmesi ile bu balığın ağırlık boy (WLR) ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Daha önce balıklar üzerine yapılan amino asit içeriği belirleme çalışmaları genel olarak Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) cihazı kullanılarak yürütülmüş çalışmalardır. Bu çalışmada ise HPLC yöntemine göre daha gelişmiş, istenen maddeyi bir karışımda ileri düzeyde ayırıp tanımlayabilir ve ölçülebilir özellikteki LC-MS/MS (Sıvı Kromatografi Kütle Spektrometresi) cihazı, izmarit balığı eti amino asit analizine uygun yöntemle ilk kez kullanılmış ve izmarit balıkları için sonuçlar ilk kez rapor edilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan izmarit (*Spicara smaris*) balıkları Şubat 2018 tarihinde Sinop civarında dip uzatma mezgit ağlarıyla (32, 36 ve 40 mm göz açıklığında) avcılık yapan balıkçılardan temin edilmiştir. İzmarit balıkları yakalandıktan hemen sonra buz içerisine yerleştirilerek Sinop Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezine (SÜBİTAM) götürülmüşlerdir.

Çalışmada balık eti örneklerinin amino asit analizi SÜBİTAM’da, Sıvı Kromatografisi-Kütle /Kütle Spektrometresi (LC-MS/MS) cihazı kullanılarak iki tekerrürlü olarak yapılmıştır. LC-MS/MS cihazında amino asit analizi için jasmone amino asit kitleri kullanılmıştır. LC-MS/MS cihazı, sıvı kromatografisinin (LC) çözünürlük gücü ile üçlü kuadropol kütle spektrometresinin hassas ölçüm kombinasyonunu içerir. Sıvı kromatografisi, karışımdaki bileşenleri ayırırken kütle spektroskopisi, her bir bileşenin yapısal olarak tanımlanmasında yardımcı olur.

Amino asit içeriğinin belirlenmesi

Numunelerin amino asit profillerinin tespitine yönelik amino asit konsantrasyon ölçümleri LC-MS/MS sistemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz kullanılarak izmarit balık etinin amino asit profilinin

belirlenmesinde uygulanan yöntem, Bilgin ve ark. (2018) tarafından hamsi balığı eti için rapor edilen yöntemdir. Söz konusu yöntem aşağıda açıklanmıştır. Beş farklı konsantrasyondaki standartları içeren kalibratör seti, kararlı izotop etiketli iç standart karışımı, mobil fazlar, reaktifler, kromatografik ayırım ve kütle dedeksiyon metod parametreleri ile, asidik hidroliz prosesinin dahil olduğu modifiye numune hazırlığının bulunduğu Jasem LC-MS/MS amino asit analiz kiti uygulanmıştır. Hedef amino asitlerin konsantrasyonu, elektrosprey iyonizasyonu (ESI) temelli çoklu reaksiyon izleme (MRM) modu kullanılarak belirlenmiştir.

İlk aşamada numuneler, hidroliz prosesi çerçevesince şu şekilde asidik hidrolize uğratılmıştır: 0,5 g numune vida kapaklı cam bir tüpe alınmış ve üstüne 4ml reaktif 2 eklenerek 110°C'de 24 saat boyunca hidroliz reaksiyonu gerçekleştirilmiştir. Hidrolizat oda sıcaklığına ulaştığında 4000 rpm'de 5 dakika süresince santrifüjlenmiştir. Daha sonra 100 µl süpernatant bir vialle aktarılıp destile suyla 1ml'ye tamamlanmıştır. Bu seyreltme prosedürü bir kez daha tekrarlanarak, numunenin 800 kat seyreltilmiş hidrolizatı elde edilmiştir. Hidroliz prosesini takiben kit numune hazırlığı şu şekilde uygulanmıştır: 50 µl seyreltilmiş hidrolizat bir numune vialine transfer

edilmiş ve üzerine sırasıyla, 50 µl kararlı izotop etiketli iç standart karışımı ile 700 µl reaktif-1 ilave edilmiştir. Daha sonra karışım 5 saniye boyunca vortekslenmiştir. Tüm numuneler yukarıda belirtilmiş prosedürler doğrultusunda hazırlanarak LC-MS/MS sistemine enjekte edilmiştir. Amino asitlerin miktarlandırılması için gerekli olan kalibrasyon eğrisi, beş nokta kalibrasyon setinin hidroliz prosesi olmaksızın kit numune hazırlığı gereğince hazırlanması ve LC-MS/MS sisteminde okutulmasıyla elde edilmiştir.

Agilent 1260 Infinity HPLC sistemi (Agilent Technologies, Santa Clara, USA) kullanılarak, 30°C'ye ayarlanmış Jasem amino asit analitik kolonuna, hazırlanmış numuneden 3 µl enjekte edilmiştir. Kromatografik ayırım, 0,7 mL/dk akışla gradient programlı mobil faz A ve B ile 7,5 dakikalık analiz süresinde tamamlanmıştır. Kütle spektrometrik dedeksiyon ise pozitif iyonlaşma modunda ESI donanımlı Agilent 6460 tandem kütle spektrometresi (Agilent Technologies) cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Kütle dedektörü parametreleri şu şekilde ayarlanmıştır: gaz sıcaklığı 150°C, gaz akışı 10L/dk, nebulizer basıncı 40 psi ve +2000 volt kapiler voltaj. Pozitif ESI modunda MRM kütle geçişleri ile fragmentör voltajları (FV) ve parçalanma enerjileri (CE) Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Hedef amino asitlerin MRM koşulları

Amino Asit	Öncül İyon (m/z)	Ürün İyon (m/z)	FV (v)	CE (v)
Taurine	126,1	44,3	110	14
Phenylalanine	166,1	120,1	80	6
Tyrosine	182,1	165	80	1
Methionine	150,1	104,1	80	4
Aspartic acid	134,1	74,1	90	10
Threonine	120,2	74,2	80	4
Serine	106,2	60,2	80	4
Alanine	90,2	44,2	80	4
Glycine	76,2	30,1	80	1
Proline	116,2	70,2	90	12
Cystine	241,1	74,2	100	24
Arginine	175,2	70,2	110	20
Histidine	156,1	110,1	100	8
Ornithine	133,2	70,3	80	14
Lysine	147,1	84,2	80	12
Glutamic acid	148,1	84,2	80	12
Leucine	132,2	43,3	100	24
Isoleucine	132,2	69,2	100	14
Valine	118,2	72,2	80	4

Ağırlık boy ilişkisi (WLRs)

Çalışmada kullanılan toplam 45 adet izmarit balığının toplam boyları 0,1 mm hassasiyetli ölçüm tahtasıyla ağırlıkları ise 0,01 g hassasiyetli terazide

tartılmıştır. Ağırlık boy ilişkisi (WLR) MS Excel'de aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$W = aL^b ;$$

b değerinin izometrik büyümeden ($b = 3$) farklı olup olmadığını belirlemek için Pauly'nin t testi (Pauly, 1984) aşağıdaki formüle göre uygulanmıştır.

$$t = \frac{Sd_{\log TL} |b - 3|}{Sd_{\log W} \sqrt{1 - r^2}} \sqrt{n - 2}$$

burada $Sd_{\log L}$ log L değerlerinin standart sapması, $Sd_{\log W}$ log W değerlerinin standart sapması, n hesaplamada kullanılan birey sayısı. Hesaplanan t değeri eğer n-2 serbeslik derecesindeki tablo t değerinden yüksek ise hesaplanan b değeri $b = 3$ değerinden (izometrik büyüme) istatistiksel olarak farklıdır (Pauly, 1984).

Korelasyon katsayısının sıfırdan farklı olup olmadığı Snedecor ve Cochran, (1989) tarafından önerilen aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır

$$t = \frac{r * \sqrt{(n - 2)}}{\sqrt{(1 - r^2)}} \quad \text{burada } n \text{ hesaplamada}$$

kullanılan balık sayısı, WLR denkleminde korelasyon katsayısıdır. Hesaplanan t değeri n-2 serbestlik derecesindeki tablo t değerinden yüksek ise hesaplanan r değeri istatistiksel olarak sıfırdan farklıdır (Snedecor ve Cochran, 1989).

Bulgular ve Tartışma

Amino asit içeriği

Bu çalışmada esansiyel ve esansiyel olmayan toplam 19 adet amino asit tespit edilmiştir (Çizelge 2, Şekil 1). Arginine, cystine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tyrosine ve valine esansiyel amino asitleri (EAA) oluşturmuştur. Bu esansiyel amino asitler toplam amino asit miktarının %52,44'ünü oluşturmuştur. Alanine, aspartic asit, glutamic asit, glycine, ornitine, proline, serine ve taurine ise esansiyel olmayan (NEAA) amino asitler olup toplam amino asit miktarının %47,56'sını oluşturmuşlardır.

İzmarit etinde en yüksek oranda tespit edilen EAA miktarının sırasıyla lysin ($2,10 \pm 0,215$ g/100 g), leucine ($1,68 \pm 0,115$ g/100 g), arginine ($1,18 \pm 0,030$ g/100 g) ve valine ($1,09 \pm 0,070$ g/100 g) şeklinde olduğu tespit edilmiştir. İzmarit etinde en yüksek oranda tespit edilen NEAA miktarının ise sırasıyla glutamic asit ($2,88 \pm 0,010$ g/100 g), aspartik asit ($2,16 \pm 0,280$ g/100 g), alanine ($1,32 \pm 0,000$ g/100 g) ve glycine ($1,05 \pm 0,060$ g/100 g) şeklinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2, Şekil 1).

Ağırlık boy ilişkisi (WLR)

Araştırmada incelenen 45 izmarit balığının toplam boyları 11,8 ile 17,6 cm arasında (ortalama: $14,2 \pm 0,20$ cm), ağırlıkları ise 17,4 ile 67,2 g (ortalama: $32,5 \pm 1,67$ g) arasında değişmiştir. İncelenen balıkların

ağırlık boy ilişkisi $W = 0,0044TL^{3,3423}$, $R^2 = 0,990$, $N = 45$, $P < 0,05$ şeklinde hesaplanmıştır. Ağırlık boy ilişkisi (WLR) denkleminin korelasyon katsayısı (r) istatistiksel olarak sıfırdan farklı ($P < 0,05$), b değeri ise istatistiksel olarak $b = 3$ den (izometrik büyüme) farklı bulunmuştur (Pauly t test $P < 0,05$). Bu sonuçlar Karadeniz'de uzatma ağlarıyla avlanan izmarit balıklarının pozitif allometrik büyüme özelliği gösterdiğini ortaya koymuştur.

Çizelge 2. İzmarit balığı etinde tespit edilen esansiyel amino asit (EAA) ve esansiyel olmayan amino asit (NEAA) miktarları (g / 100 g).

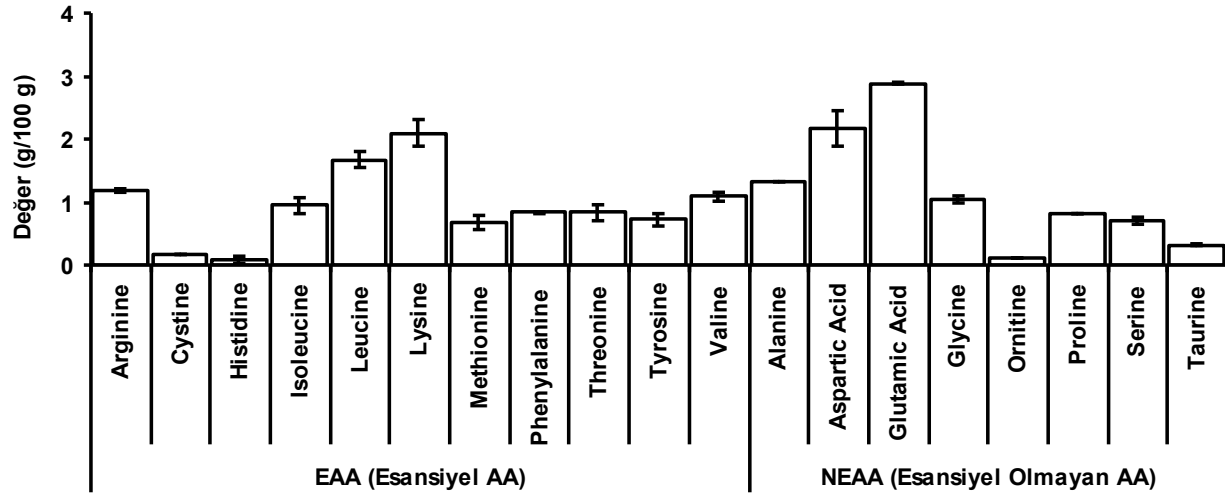
	Amino asit	Ortalama±SE
EAA	Arginine	1,18±0,030
	Cystine	0,17±0,010
	Histidine	0,09±0,050
	Isoleucine	0,95±0,125
	Leucine	1,68±0,115
	Lysine	2,10±0,215
	Methionine	0,68±0,115
	Phenylalanine	0,84±0,010
	Threonine	0,84±0,125
	Tyrosine	0,72±0,100
	Valine	1,09±0,070
	Toplam EAA	10,32
NEAA	Alanine	1,32±0,000
	Aspartic Acid*	2,16±0,280
	Glutamic Acid*	2,88±0,010
	Glycine	1,05±0,060
	Ornitine	0,11±0,010
	Proline	0,82±0,005
	Serine	0,71±0,045
	Taurine	0,32±0,010
	Toplam NEAA	9,36
	Toplam AA	19,68

*Asidik hidroliz koşullarında glutamin ve asparagin sırasıyla glutamik asit ve aspartik aside dönüşmektedir.

Bu çalışmada, LC-MS/MS cihazı ve aminosit analiz kiti, balık eti amino asit analizine uygun yöntemle izmarit balıkları için ilk kez uygulanmış ve sonuçlar ilk kez rapor edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, bu çalışmada izmarit balığı etinin amino asit profili, materyal ve metotta açıklanan işlemlerle bu balık türü için ilk kez tespit edilmiştir. Söz konusu metot, hamsi balığı etinin amino asit profilinin belirlenmesi için, aynı araştırmacılar tarafından başka bir çalışmada da uygulanmıştır (Bilgin ve ark., 2018).

Farklı bölgelerden örneklenmiş farklı balık türlerinin etinde tespit edilmiş en fazla miktarda bulunan beş amino asit miktarları Çizelge 3’de gösterilmiştir. İzmarit balığının amino asit içeriğiyle ilgili olarak kıyaslama yapabileceğimiz her hangi bir çalışmaya rastlanılmadığından dolayı Çizelge 3’de belirtilen çalışmalarla bu çalışmanın sonuçları kıyaslanmıştır. *Zues faber*, *Trigla lucerna*, *Scorpaena scrofa*, *Scorpaena porcus*, *Merluccius merluccius*, *Lophius piscotarius*, *Trachinus draco*, *Psetta maxima*, *Upeneus moluccensis*, *Engraulis encrasicolus*, *Pomatomus saltatrix*, *Sarda sarda*, *Murlus surmelutus*

ve *Merlangius merlangus* gibi balık türlerinin etinde en fazla miktarda tespit edilen amino asit çeşitleri glutamic asit, proline, lysine ve leucine şeklindedir (Erkan ve ark., 2010; Özden ve Erkan 2011; Doğan ve Ertan 2017) (Çizelge 3). Bu çalışmada ise izmarit balığı etinde en fazla miktarda sırasıyla, glutamic asit, aspartik asit, lysine ve leucine tespit edilmiştir. Bu çalışmada en fazla miktarda tespit edilen glutamic asit miktarı, *Z. faber*, *T. lucerna*, *S. scrofa* gibi balık türleri içinde en fazla miktarda tespit edilmiştir (Özden ve Erkan, 2011).



Şekil 1. İzmarit balığı etinde tespit edilen esansiyel amino asit (EAA) ve esansiyel olmayan amino asit (NEAA) miktarları. Dikey çubuklar standart hatayı (SE) ifade etmektedir.

Çizelge 3. Farklı bölgelerden örneklenmiş farklı balık türlerinin etinde tespit edilen en fazla beş amino asit miktarları. [1]: Özden ve Erkan (2011); [2]: Doğan ve Ertan (2017); [3]: Erkan ve ark. (2010).

Tür	Bölge	En fazla bulunan beş amino asit	Kaynak
<i>Zues faber</i>	Ege denizi	Glutamic asit > aspartic asit > lysine > leucine > alanine	1
<i>Trigla lucerna</i>	Marmara Denizi	Glutamic asit > phenylalanine > aspartic asit > lysine > alanine	1
<i>Scorpaena scrofa</i>	Marmara Denizi	Glutamic asit > lysine > aspartic asit > arginine > leucine	1
<i>Scorpaena porcus</i>	Marmara Denizi	Proline > phenylalanine > glutamic asit > lysine > leucine	1
<i>Merluccius merluccius</i>	Marmara Denizi	Proline > phenylalanine > glutamic asit > lysine > leucine	1
<i>Lophius piscotarius</i>	Marmara Denizi	Proline > glutamic asit > phenylalanine > lysine > leucine	1
<i>Trachinus draco</i>	Marmara Denizi	Proline > phenylalanine > glutamic asit > lysine > leucine	1
<i>Psetta maxima</i>	Karadeniz	Phenylalanine > glutamic asit > aspartic asit > lysine > leucine	1
<i>Upeneus moluccensis</i>	Akdeniz	Lysine > leucine > aspartic asit > glutamic asit > alanine	2
<i>Engraulis encrasicolus</i>	İstanbul Balık Hali	Lysine > leucine > arginine > glutamic asit > aspartic asit	3
<i>Pomatomus saltatrix</i>	İstanbul Balık Hali	Lysine > leucine > arginine > glutamic asit > aspartic asit	3
<i>Sarda sarda</i>	İstanbul Balık Hali	Lysine > leucine > arginine > glutamic asit > aspartic asit	3
<i>Murlus surmelutus</i>	İstanbul Balık Hali	Lysine > leucine > arginine > glutamic asit > aspartic asit	3
<i>Merlangius merlangus</i>	İstanbul Balık Hali	Lysine > leucine > arginine > glutamic asit > aspartic asit	3

Bu çalışmada izmarit balığı etinde tespit edilen esansiyel amino asitler toplam amino asit miktarının %52,44'ünü oluşturmuştur. Bu oran *Z. faber*, *T. lucerna*, *S. scrofa*, *S. porcus*, *M. merluccius*, *L. piscatorius*, *T. draco*, *P. maxima* ve *Esox lucius* gibi 9 balık türü için %42 – 57 arasında rapor edilmiştir (Özden ve Erkan, 2011). Buradan da görüleceği üzere Özden ve Erkan (2011) tarafından rapor edilen değer ile bu çalışmada izmarit balıkları için tespit edilen esansiyel amino asitlerin toplam amino asit miktarına oranı benzerdir.

Yukarıda da belirtildiği üzere farklı bölgelerden örneklenerek farklı balık türleri üzerinde yürütülen çalışmalarda, balık etindeki amino asit miktarının türlere göre ve bölgelere göre değişebileceği söylenebilir. Bunun yanında balık etindeki amino asit miktarını

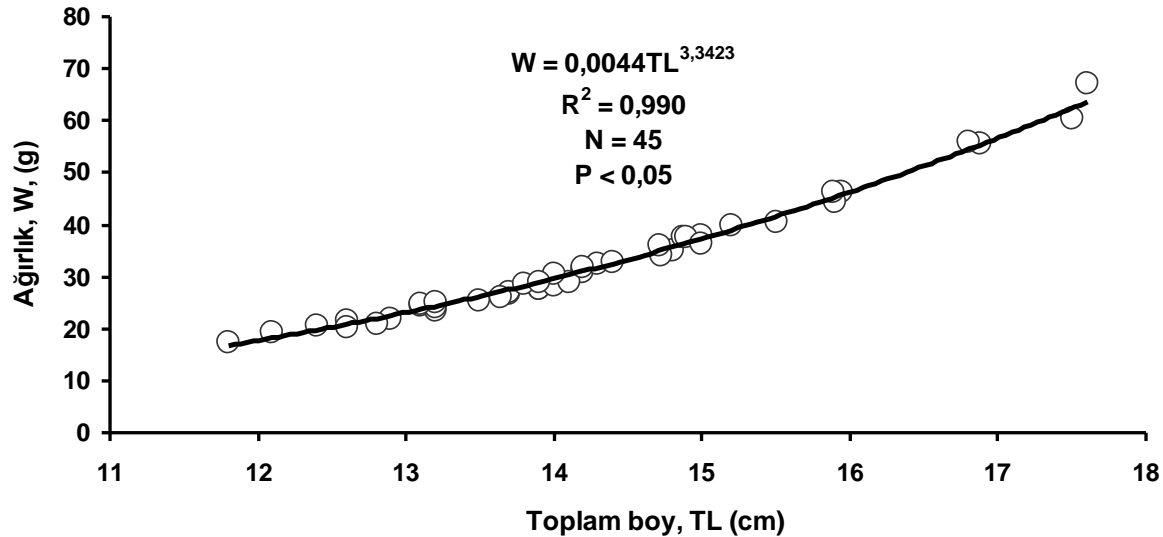
beslenme, mevsim, cinsiyet, cinsi olgunluk safhaları, çevresel şartlar ve ayrıca amino asit miktarının belirlenmesinde kullanılan metodunda etkili olabileceği rapor edilmiştir (Erkan ve ark., 2010; Özden ve Erkan 2011; Doğan ve Ertan 2017).

Bu çalışmada belirlenen boy ağırlık ilişkisiyle daha önce yapılmış çalışmaların sonuçlarını kıyaslamak için Çizelge 4 derlenmiştir. Bu çalışmada izmarit balıklarının pozitif allometrik büyüme gösterdiği ($b > 3$) ve bu sonuçların Karadeniz, Marmara ve Akdeniz'de izmarit balığı Ismen 1995; Yeldan ve ark., 2003; Kalaycı ve ark., 2007; Çiçek ve Avşar 2010; Bok ve ark., 2011) ve diğer balık türleri (Mazlum ve ark., 2015; Bilgin ve Köse, 2018) üzerine daha önce yürütülmüş çalışma sonuçlarıyla genelde benzer olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Farklı bölgelerden avlanan izmarit balığının (*Spicara smaris*) ağırlık – boy ilişkisi parametreleri

a	b	r^2	n	Bölge	Kaynak
0.0042	3.329	0.967	372	Karadeniz	Ismen (1995)*
0.0054	3.223	0.986	145	Karadeniz	Ismen (1995)**
0.005	3.255	0.975	517	Karadeniz	Ismen (1995)***
0.0063	3.1504	0.960	83	Karadeniz	Kalaycı ve ark. (2007)
0.0089	3.083	0.862	403	Marmara	Bok ve ark. (2011)
0.0159	2.767	0.998	326	Akdeniz	Yeldan ve ark. (2003)
0.0066	3.1879	0.991	210	Akdeniz	Çiçek ve Avşar (2010)

*: Eylül 1991'de alınan veri; **: Ekim 1992'de alınan veri; ***: Eylül 1991 ve Ekim 1992'de alınan veri



Şekil 2. İzmarit balığının ağırlık – boy ilişkisi.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak izmarit balığı etinin amino asit miktarı bakımından diğer balıklara benzer olduğu ve büyümesinin ise pozitif allometrik olduğu söylenebilir. Bu çalışmada bir karışımındaki istenen maddeyi

(örneğin amino asitleri) ileri düzeyde ayırıp tanımlayabilir ve ölçülebilir özellikteki LC-MS / MS (Sıvı Kromatografi Kütle Spektrometresi) cihazı izmarit balığı için ilk kez kullanılmış ve izmarit balığı etinin amino asit içeriği Karadeniz'de ilk kez rapor edilmiştir.

Kaynaklar

- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, B., Çiçek, E. 2014. An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 38: 901-929.
- Bilgin, Ö., Çarlı, U., Erdoğan, S., Maviş, M.E., Goksu-Gursu, G., Yılmaz, M. 2018. Karadeniz'de avlanan hamsi balığı, *Engraulis encrasicolus*, etinin amino asit içeriğinin LCMS/MS kullanılarak tespiti. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4): 465-470.
- Bilgin, S., Köse, Ö. 2018. Length-Weight Relationships (LWRs) of target fish turbot, *Scophthalmus maximus*(Pleuronectiformes: Scophthalmidae) and non-target fish thornback ray, *Raja clavata* (Rajiformes: Rajidae) caught by turbot gill net fishery in the Black Sea, Turkey. *Cahiers de Biologie Marine*, 59 : 615-622.
- Bok, T.D., Gokturk, D., Kahraman, A.E., Alilci, T.Z. 2011. Length – weight relationships of 34 fish species from the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10: 3037-3042.
- Çiçek, E., Avşar, D. 2010. Growth and mortality of *Spicara smaris* (Linnaeus, 1758) off Karatas coast (Iskenderun Bay). *Ecological Life Sciences*, 5: 126-134.
- Doğan, G., Ertan, Ö.O. 2017. Determination of amino acid and fatty acid composition of goldband goatfish [*Upeneus moluccensis* (Bleeker, 1855)] fishing from the Gulf of Antalya (Turkey). *International Aquatic Research*, 9: 313-327.
- Erkan, N., Özden, Ö., Selçuk, A. 2010. Effect of frying, grilling, and streaming on amino acid composition of marine fishes. *Journal of Medicinal Food*, 13(6): 1524-1531.
- Fidanbaş, Z.U.C., Bilgin, Ş., Ertan, Ö.O. 2015. Fatty acids - amino acid contents of some sea fish and importance in terms of nutrition. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 11(2): 45-59.
- Froese, R., Pauly, D. Editors. 2018. Fish Base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2018).
- Ismen, A. 1995. Growth, mortality and yield per recruit model of picarel (*Spicara smaris* L.) on the eastern Turkish Black Sea coast. *Fisheries Research*, 22: 299-308.
- Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S., Samsun, O. 2007. Length-weight relationships of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the middle Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 33-36.
- Mazlum, R.E., Turan, D., Bilgin, S. 2015. Length-weight relationships of nine Cyprinid species from inland waters of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15: 381-384.
- Özden, Ö., Erkan, N. 2011. A preliminary study of amino acid and mineral profiles of important and estimable 21 seafood species. *British Food Journal*, 113(4): 457-469.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical water: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Studies and Reviews* 1: 1-8.
- Snedecor, G.W., Cochran, W.G. 1989. *Statistical methods*, eighth edition, Iowa State University Press, Ames, Iowa, 803 pp.
- TÜİK, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri. Ankara.
- Yeldan, H., Avşar, D., Özütok, M., Çiçek, E. 2003. Growth and reproduction peculiarities of the picarel (*Spicare smaris* L., 1758) from the Babadillimanı Bigth (Silifke-İçel). *E.Ü. Journal of fisheries and Aquatic Sciences*, 20: 35-42.