

## Kültür çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarının fileto edilmesi sonucunda ortaya çıkan atıklardan protein hidrolizat eldesi, fonksiyonel ve antioksidant özellikleri ve depolamadaki kararlılığı

### Stability of fish protein hydrolysate from processing wastes of gilthead seabream (*Sparus aurata*), European seabass (*Dicentrarchus labrax*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage

Kamil Emre Türkaslan<sup>1</sup> • Şükran Çaklı<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Bornova-İzmir, Türkiye  <https://orcid.org/0000-0001-5972-8942>

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Bornova-İzmir, Türkiye  <https://orcid.org/0000-0002-2419-9064>

\*Corresponding author: [sukrancakli@gmail.com](mailto:sukrancakli@gmail.com)

Received date: 10.04.2018

Accepted date: 27.07.2018

#### How to cite this paper:

Türkaslan, K. M. & Çaklı, Ş. (2018). Stability of fish protein hydrolysate from processing wastes of gilthead seabream (*Sparus aurata*), European seabass (*Dicentrarchus labrax*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(4), 397-406. DOI:10.12714/egejfas.2018.35.4.05

**Öz:** Bu çalışmada kültür çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarının fileto edilmesi sonucunda ortaya çıkan atıklardan protein hidrolizat üretilmiştir. Hidrolizat iki farklı enzim kullanılarak üretilmiştir. Alkalaz ve flavur enzimleri kullanılarak üretilen hidrolizatlarda; emülsiyon, renk, köpürme gibi fonksiyonel özelliklerin tespiti ve antioksidant özellikler ve amino asit kompozisyonu tespiti yapılmıştır. Ayrıca farklı iki enzim kullanılarak üretilen hidrolizatlarının 18°C de 6 ay süre ile depolanarak, depolama zamanına bağlı bazı değişimleri saptanmıştır. Sonuç olarak, alkalaz enzimiyle üretilen toz protein hidrolizatının flavur enzimine göre daha yüksek seviyelerde fonksiyonel ve antioksidatif özellik gösterdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Hidrolizat, balık atıkları, kalite kontrol

**Abstract:** In this study, protein hydrolysate was produced from the wastes resulting from the filling of culture sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Hydrolysates were developed by employing the alcalase and flavor enzyme. In addition, the functional properties of hydrolysates were characterized such as emulsion, color, rage and antioxidant as well as amino acid compositions. Also, the effects of storage time on the hydrolysates which was developed by using the two different enzymes and stored at 18°C on 6 months were determined. As a result, it was found that hydrolysate protein powder made by alcalase was showed higher level of functional and antioxidant properties compared to the flavor enzyme.

**Keywords:** Hydrolysate, fish wastes, quality control

## GİRİŞ

2016 senesinde ülkemizde aquakültür üretimi 253.395 ton dur. Çipura balığı 58.254 ton, levrek 80.847 ton olarak yetiştirilmiş ve ülkemizin toplam su ürünleri ihracatı yaklaşık 2,4 milyar Türk lirası değerindedir (ANONİM, 2018). Balık işleme yan ürünleri; balık işleme işleminden arta kalmış olan ürünlerdir. Balık işleme süresince üretilen yan ürünlerin oranı, ilk başlangıçtaki materyalin ağırlık olarak %50 sini oluşturabilmektedir ve bu atıklardan kurtulmak maliyetlidir. Bu olay sadece maliyeti ile değil aynı zamanda çevreye olan zararları ile de sıkıntı oluşturmaktadır. İşleme atıklarından para harçayarak kurtulmak yerine firmalar hayvan yemi, balık yemi ve gübre üreterek para kazanma yoluna gitmektedir. Fakat bunun kazancı düşüktür. Bu da firmaları değeri daha yüksek olan ürünlere yöneltmiştir. Balık toz protein hidrolizatları, proteinin enzimatik hidrolizinden oluşan ürünlerdir. Balıkta bulunan proteinin, enzim yardımı ile aminoasitlere parçalanmasıyla üretilmektedir. Elde edilen protein hidrolizatları gıda sanayiinde bir katkı maddesi olarak kullanıldığından işlevi çok fazladır. Proteolizi hızlandırmak için bazı enzimler ve mikrobiyal starterler eklenir. Toz protein hidrolizati üretmek ve elde edilmek istenen özellikleri yakalamak için; sıcaklık, pH ve zaman gibi parametreler oldukça iyi bir şekilde takip edilmek zorundadır. Toz protein hidrolizatları, lezzet arttırıcı, fonksiyonel gıda maddeleri ve protein bakımından düşük içerikli gıdalarda besleyici bileşen takviyesi olarak kullanılabilir. Protein ilavesi olarak; sağlık alanında, eczacılık takviye ürünlerinde ve beslenme ve diyetlerde kullanıldıkları bilinmektedir (Çaklı, 2008).

Bu araştırma da "Türkiye'de kültürü yapılan çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarının fileto edilmesi sonucunda ortaya çıkan işleme atıklarından flavur ve alkalaz enzimi yardımıyla; protein hidrolizat eldesi ve bazı fonksiyonel ve antioksidant özelliklerinin bulgulanması ve dondurarak depolama süresindeki kararlılığın belirlenmesi" hedeflenmiştir. Ayrıca farklı iki enzim kullanarak üretilen hidrolizatlarının 18°C de 6 ay süre ile depolanarak, depolama zamanına bağlı bazı kalite değişimleri değerlendirilmiştir.

## MATERYAL METOT

### Ham Materyal

Çalışma materyali olan balık işleme atıkları çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarının fileto edilmesinde ortaya çıkan atıklardır (baş bölgesi ve sindirim sistemi ve diğer organların bulunmadığı, omurga üzerine bağlı olarak bulunan kas dokusu). Dondurarak muhafaza edilen işleme atıkları, planlanan protein hidrolizat miktarına göre +4°C' de çözündürülerek üretime alınmıştır. Her bir balık türündeki işleme atıklarından, iki farklı enzim (flavur ve alkalaz)

kullanılarak hidrolizatlar elde edilmiştir. Tüm analizler üç tekrar ile yapılmıştır.

### Metot

#### Balık İşleme atıklarından Hidrolizat Üretimi

Çipura ve levrek işleme atıklarından hidrolizat üretimi Bougatef vd., 2010'a göre yapılmıştır. Çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarının fileto edilmesinde ortaya çıkan atıklar (baş bölgesi ve sindirim sistemi ve diğer organların bulunmadığı, omurga üzerine bağlı olarak bulunan kas dokusu) blendr ile karıştırılarak omurga üstündeki proteinin suya geçmesi veya çözünen fraksiyonun (peptidler, serbest amino asitler, di peptit ve oligopeptitlerin) suya geçişi sağlanmıştır. İki farklı enzim kullanılarak (flavur ve alkalaz) protein hidrolizat üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen protein hidrolizatları toz halinde, depolamadaki kararlılığını tespit amacıyla -18°C de polietilen ambalajlar içerisinde 6 ay depolanmıştır. Depolama süresi sonunda hidrolizatların antioksidant ve aminoasit kompozisyonundaki değişimler tespit edilmiştir.

#### Analiz Metotları

##### Protein miktarı ve çözünürlüğü (%)

Protein, Lowry vd. (1951) ve bovin serum albumin standart metodu kullanılarak tespit edilmiştir. Çözünürlük aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Çözünürlük (\%)} = \frac{\text{sıvı kısmın protein miktarı}}{\text{Örneğin toplam protein miktarı}} \times 100$$

##### Hidroliz derecesinin ölçülmesi (%)

Hidroliz derecesinin ölçülmesinde Benjakul ve Morrissey (1997) metodu kullanılmış, hidroliz derecesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{HD (\%)} = \frac{[Lt - Lo]}{[Lmax - Lo]} \times 100$$

Lt: zamana bağlı kaybolan  $\alpha$ -amino asit miktarı

Lo: ham maddenin sahip olduğu  $\alpha$ -amino asit miktarı

Lmax: maximum  $\alpha$ -amino asit miktarı

##### Antioksidatif Özellikler

##### Serbest radikali giderme kapasitesi (DPPH)

DPPH tespiti için Wu (1999) metodu kullanılmıştır.

##### Metal şelatlama

Metal şelatlama Chung vd. (2002) yöntemi ile tespit edilmiş ve aşağıdaki verilen formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Şelatlama Kabiliyeti (\%)} = [1 - (\text{Absorbans örnek} / \text{Absorbans kontrol})] \times 100.$$

##### Antioksidatif aktivite

Antioksidatif aktivite tespiti Chen vd. (1995)'e göre yapılmıştır.

**Fonksiyonel Özellikler****Emülsiyon özellikleri**

Pearce ve Kinsella (1978) yöntemi kullanılarak; emülsiyon aktivite indeksi (EAI, m<sup>2</sup>/g) ve Emülsiyon Stabilite indeksi (ESI, DK) olarak tespit edilmiştir.

**Köpürme özellikleri**

Köpürme miktarı (FE) ve köpürme stabilitesi (FS) Shahidi vd. (1995) yöntemi ile saptanmıştır.

**Su tutma kapasitesi (WHC) (g protein/mL su)**

Eide vd. (1982) metodu kullanılarak su tutma kapasitesi belirlenmiştir.

**Yağ tutma kapasitesi (OHC) (g protein/mL su)**

Haque ve Mozaffar, 1992'in metodu ile yağ tutma kapasitesi tespit edilmiştir.

**Renk özellikleri**

Spektropen (Hach-Lange GmbH & Co., Dusseldorf, Germany) renk ölçüm cihazı ile 10 tekrarlı olarak Schubring, (2002) yöntemi ile hidrolizatların renk özellikleri belirlenmiştir.

**Amimo asit kompozisyonu**

TÜBİTAK-MAM'dan hizmet alınarak (D.05.G105, işletme içi metot- HPLC UV) yapılmıştır.

**İstatistiksel Değerlendirme**

SPSS for Windows 9.0 programı kullanılarak, karşılaştırmalar için parametrik varsayımların gerçekleştiği verilerde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Post-hoc Tukey HSD ve Duncan testleri ile farklılığın nereden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

**Tablo 2.** Hidroliz derecesi\***Table 2.** Degree of hydrolysis\*

Zaman / %	Çipura		Levrek	
	Alkalaz	Flavur enzim	Alkalaz	Flavur enzim
60 dakika	25,41±2,86 <sup>a</sup>	20,34±2,47 <sup>a</sup>	16,21±2,65 <sup>a</sup>	14,26±2,71 <sup>a</sup>
90 dakika	29,27±3,45 <sup>a</sup>	24,49±3,11 <sup>a</sup>	24,31±2,35 <sup>b</sup>	19,91±2,06 <sup>a</sup>
120 dakika	31,08±4,34 <sup>a</sup>	27,43±4,40 <sup>b</sup>	28,89±1,46 <sup>b</sup>	23,52±2,78 <sup>b</sup>

\* Aynı sütundaki harfler istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

**4.3.1. Serbest radikali giderme kapasitesi**

Depolama zamanı serbest radikali giderme kapasitesinde anlamlı bir fark yaratmamıştır ( $p < 0,05$ ). Protein hidrolizatları gruplarında depolama süresine

**BULGULAR****Protein Çözünürlüğü**

Tablo 1'de gruplarda elde edilen protein çözünürlüğü değerleri verilmiştir. Alkalaz enzimi kullanılan gruplarda en yüksek protein çözünürlüğü saptanmıştır. Flavur enzim kullanılan gruplarda daha düşük değerler vardır. Alkalaz ve flavur enzimi arasında ki elde edilen protein çözünürlüğü farkları bir anlam teşkil etmemektedir.

**Tablo 1.** Protein çözünürlüğü\***Table 1.** Protein solubility\*

	Çipura hidrolizatı	Levrek hidrolizatı
Alkalaz	98,24±4,47 <sup>a1</sup>	98,59±3,12 <sup>a1</sup>
Flavur	98,51±5,04 <sup>a1</sup>	96,17±5,58 <sup>a1</sup>

\* Aynı sütundaki farklı harfler ve aynı satırdaki farklı sayılar istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

**4.2. Hidroliz Derecesi**

Tablo 2'de gruplar da tespit edilen hidroliz dereceleri görülmektedir. Hidroliz derecesi (H.D.) 60 dk'dan başlamak üzere çipura ve levrek den elde edilen gruplarda 90 ve 120 dk'larda saptanmıştır. Tüm zamanlarda örneklerde anlamlı fark bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Bütün örneklerde hidroliz derecesi, süreye bağlı olarak artmıştır. Alkalaz enzimi uygulanan gruplarda daha yüksek değerler elde edilmiştir.

**4.3. Antioksidatif Özellikler**

Tüm örneklerde ki Serbest radikali giderme kapasitesi, Metal şelatlama ve Antioksidatif aktivite değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 3-5).

bağlı düşüş tespit edilmiştir. Alkalaz enzimi kullanılarak elde edilen çipura örneklerinde en yüksek DPPH değerleri saptanmıştır.

**Tablo 3.** Serbest radikali giderme kapasitesi \*  
**Table 3:** Free radical scavenging capacity\*

Zaman/%	Çipura		Levrek	
	Alkalaz	Flavur	Alkalaz	Flavur
0. Gün	90,58±0,11 <sup>a1</sup>	91,82±0,17 <sup>b1</sup>	90,38±0,38 <sup>x1</sup>	93,24±0,22 <sup>y1</sup>
6. Ay	72,65±0,69 <sup>a2</sup>	70,54±1,11 <sup>b2</sup>	68,48±2,50 <sup>x2</sup>	70,49±1,05 <sup>y2</sup>

\*Aynı satırdaki farklı harfler (çipura için a,b; levrek için x,y) istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ), aynı sütundaki farklı sayılar istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

### Metal şelatlama

Depolamanın başlangıcında metal şelatlama değerleri alkalaz enzimi ile üretilen levrek hidrolizatlarında bulgulanmasına rağmen, depolama

sonunda bu değerler en yüksek çipura hidrolizatlarında saptanmıştır. Buna karşın, depolama zamanı serbest metal şelatlama değerlerinde anlamlı bir fark yaratmamıştır ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 4.** Metal şelatlama\*  
**Table 4.** Metal chelating\*

	Çipura		Levrek	
	Alkalaz	Flavur enzim	Alkalaz	Flavur enzim
0. Gün	83,91±8,98 <sup>a1</sup>	73,16±3,56 <sup>a1</sup>	95,95±14,69 <sup>x1</sup>	57,26±3,92 <sup>y1</sup>
6. Ay	72,58±1,17 <sup>a1</sup>	67,57±0,92 <sup>b1</sup>	68,68±0,37 <sup>x2</sup>	43,40±1,23 <sup>y2</sup>

\*Aynı satırdaki farklı harfler (çipura için a,b; levrek için x,y) istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ), aynı sütundaki farklı sayılar istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

### Antioksidatif aktivite

Tüm gruplar da; bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) ve kontrol grubuna karşı aktiviteleri yorumlanmıştır. Depolamanın başlangıcında; alkalaz ile üretilen çipura örneklerinde en az antioksidatif değerler bütillenmiş

hidroksi anisol de saptanmıştır. Fakat tüm gruptaki bulgularan değişimler anlamlı değildir. Depolama sonunda ise; bütillenmiş hidroksi anisol değeri en az çipura hidrolizatlarında bulgulanmış ve kontrol grubuyla birlikte çipura ve levrek hidrolizatlarında antioksidatif aktivite tespit edilememiştir.

**Tablo 5.** Antioksidatif aktivitedeki \*  
**Table 5.** Antioxidative activity\*

	Çipura		Levrek		BHA	Kontrol
	Alkalaz	Flavur	Alkalaz	Flavur		
0.gün	0,13±0,0014 <sup>a1</sup>	0,13±0,01 <sup>a1</sup>	0,14±0,007 <sup>x1</sup>	0,15±0,01 <sup>x1</sup>	0,11±0,009	0,12±0,01
6.ay	2,03±0,78 <sup>a2</sup>	2,11±0,90 <sup>a2</sup>	2,44±0,84 <sup>x2</sup>	2,49±0,89 <sup>x2</sup>	0,12±0,02	2,51±0,03

\*Aynı satırdaki farklı harfler (çipura için a,b; levrek için x,y) istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ), aynı sütundaki farklı sayılar istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

### Fonksiyonel Özellikler

#### Su Tutma kapasitesi

Su ürünleri atıklarından elde edilen protein hidrolizatlarının iyi bir su tutma kapasitesinin olduğu günümüze kadar yapılan çalışma sonuçları göstermiştir.

Kıyma temelli ürünlere eklendiği zaman pişirme verimini de arttırdığı bilinmektedir (Wasswa vd. 2007). Burada verilen bulgular, her bir ml suyu bağlayan 1 gr protein dir. En yüksek su tutma kapasitesi flavor enzim ile üretilen grupta elde edilmiş olmasına karşın, tüm gruptaki fark anlamlı değildir (Tablo 6).

**Tablo 6.** Su tutma kapasitesi\***Table 6.** Water binding capacity\*

	Çipura	Levrek
<b>Alkalaz</b>	18,50±0,50 <sup>a1</sup>	17,66±0,28 <sup>a1</sup>
<b>Flavur</b>	18,83±0,28 <sup>a1</sup>	17,50±0,50 <sup>b1</sup>

\*Aynı satırdaki harfler istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ), aynı sütundaki sayılar istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

### Yağ tutma kapasitesi

Alkalaz ve flavur enzim kullanılarak elde edilen balık protein hidrolizlerinin yağ tutma kapasitesi Tablo 7'de verilmiştir. Farklı enzim kullanmanın yağ tutma kapasitesi üzerinde; çipura ve levrek işleme atıklarını kullanarak üretilen balık protein hidrolizatlarında bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

**Tablo 7.** Yağ tutma kapasitesi\***Table 7.** Oil binding capacity\*

	Çipura	Levrek
<b>Alkalaz</b>	8,40±0,17 <sup>a1</sup>	8,06±0,15 <sup>a1</sup>
<b>Flavur</b>	8,53±0,20 <sup>a1</sup>	8,16±0,15 <sup>a1</sup>

\*Aynı satırdaki harfler istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ), aynı sütundaki sayılar istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

### Emülsiyon aktivite indeksi

Tüm gruplarda yoğunluklara ve kullanılan enzim türüne bağlı olarak farklı değerler elde edilmiştir (Tablo 8).

**Tablo 8.** Emülsiyon Aktivite İndeksi (EAI) (m<sup>2</sup>/g)\***Table 8.** Emulsion Activity Index (EAI) (m<sup>2</sup>/g)\*

	Çipura		Levrek	
	Alkalaz	Flavur	Alkalaz	Flavur
<b>%0,1</b>	0,39±0,04 <sup>aA1</sup>	0,36±0,01 <sup>aX1</sup>	0,42±0,01 <sup>xA1</sup>	0,46±0,05 <sup>xY1</sup>
<b>%0,5</b>	0,24±0,0 <sup>aA2</sup>	0,19±0,01 <sup>bX2</sup>	0,30±0,03 <sup>xB2</sup>	0,27±0,02 <sup>yY2</sup>
<b>%1</b>	0,19±0,0 <sup>aA3</sup>	0,23±0,0 <sup>bX3</sup>	0,23±0,01 <sup>xB3</sup>	0,27±0,02 <sup>yY2</sup>
<b>%3</b>	0,16±0,0 <sup>aA4</sup>	0,44±0,0 <sup>bX4</sup>	0,17±0,0 <sup>xB4</sup>	0,37±0,01 <sup>yY3</sup>

\*Aynı satırdaki farklı harfler (çipura için a,b; levrek için x,y; alkalaz için A,B; flavur için X,Y) istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ), aynı sütundaki farklı sayılar istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

### Emülsiyon stabilite indeksi

Tüm gruplarda yoğunluklarına ve kullanılan enzim türüne bağlı olarak farklı değerler elde edilmiştir (Tablo 9).

**Tablo 9.** Emülsiyon Stabilite İndeksi (ESI)\***Table 9.** Emulsion Stability Index (ESI)\*

Yoğunluk/dk	Çipura		Levrek	
	Alkalaz	Flavur enzim	Alkalaz	Flavur enzim
<b>%0,1</b>	1,69±0,85	20,21±104,17	0,95±0,28	0,99±0,05
<b>%0,5</b>	0,93±0,20	7,06±8,36	3,05±5,59	0,77±0,22
<b>%1</b>	0,90±0,23	1,49±0,86	2,43±2,28	0,56±0,16
<b>%3</b>	0,76±0,35	0,20±0,11	4,38±1,28	0,46±0,06

Her iki türde alkalaz enzimi ile üretilen hidrolizat gruplarında enzim konsantrasyonu yükseldikçe EAI'nın ve

ESI'nin düştüğü saptanmıştır. Buna karşın her iki türde flavur ile üretilen hidrolizat gruplarında enzim konsantrasyonu artışına bağlı olarak ESI'da doğrusal bir azalma tespit edilmiştir. Enzim konsantrasyonu yükseldikçe yalnızca ESI'nin düştüğü saptanmıştır.

Köpürme miktarının yüksek olması proteininin proteinin elastiki olmasını artırır ve yüzey gerilimini düşürür. Peptidler iyi bir molekül kütlelerine sahip olduğunda köpürme kapasitesi artar (Klompong vd. 2007). Gruplarda bulguların değerler Tablo 10'da verilmiştir.

### Köpürme miktarı (%)

Table 10. Foaming amounts\*

Yoğunluk/mm	Çipura		Levrek	
	Alkalaz	Flavur enzim	Alkalaz	Flavur enzim
%0,5	105,66±1,15 <sup>a1</sup>	104,66±0,58 <sup>a1</sup>	104,66±0,58 <sup>x1</sup>	104,33±0,58 <sup>x1</sup>
%1	112,0±1,0 <sup>a2</sup>	110,33±1,52 <sup>a2</sup>	112,33±0,58 <sup>x2</sup>	110,33±0,58 <sup>y2</sup>
%3	118,33±1,53 <sup>a3</sup>	112,66±0,58 <sup>b2</sup>	124,67±3,51 <sup>x3</sup>	111,67±1,53 <sup>y2</sup>

\*Aynı satırdaki farklı harfler (çipura için a,b; levrek için x,y) istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ), aynı sütundaki farklı sayılar istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

Tablo 10. Köpürme miktarı\*

### Köpürme stabilitesi

En iyi köpürme stabilitesi başlangıçta levrek hidrolizatında tespit edilmiştir. Zaman arttıkça stabilite azalmıştır (Tablo 11).

Table 11. Köpürme stabilitesi \*

Table 11. Foaming stability\*

Zaman/mm	Çipura		Levrek	
	Alkalaz	Flavur enzim	Alkalaz	Flavur enzim
0	4,41±0,22	4,81±0,56	29,43±0,18	35,67±1,48
5	2,33±0,27	4,1±0,15	17,33±1,46	25,67±0,08
10	2,08±0,11	3,26±0,12	16,66±0,85	15,66±0,01
40	0,53±0,02	3,03±0,5	13,66±0,1	5,13±0,12
60	0,21±0,2	2,33±0,26	11,33±0,14	4,33±0,13

### Renk özellikleri

L\*, a\* ve b\* değerleri ölçülerek renk değerlendirmesi gruplarda yapılmıştır. Başlangıçta en iyi parlaklık (L\*) çipuradan ve flavur enzim ile üretilen grupta elde edilmiş olup, gruplar arasında farklar anlamlı olarak bulgulanmamıştır. Örneklerin a\* değerleri yeşile dönük

yükselmekte ve negatif değerler olarak tespit edilmiştir. En iyi a\* değeri levrek alkalaz grubunda saptanmıştır. ( $p > 0,05$  tüm gruplarda). b\* değeri tüm örneklerde sarıya yakın (+) olarak ve en iyib\* değeri levrek flavur enzim de saptanmıştır. (Tablo 12).

Table 12. Renk \*

Table 12. Colour \*

Renk parametresi	Çipura		Levrek	
	Alkalaz	Flavur	Alkalaz	Flavur
L*	89,51±2,39 <sup>aA</sup>	91,24±2,33 <sup>aX</sup>	82,78±2,03 <sup>bB</sup>	89,12±2,01 <sup>yX</sup>
a*	-1,69±0,11 <sup>aA</sup>	-1,78±0,21 <sup>aX</sup>	-0,73±0,36 <sup>bB</sup>	-0,8±0,35 <sup>yY</sup>
b*	18,21±0,63 <sup>aA</sup>	22,15±0,91 <sup>bX</sup>	26,19±1,31 <sup>bB</sup>	29,43±0,89 <sup>yY</sup>

\*Aynı satırdaki farklı harfler (çipura için a,b; levrek için x,y; alkalaz için A,B; flavur için X,Y) istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

**Aminoasit kompozisyonu**

Tüm gruplardaki protein oranları ve amino asit kompozisyonları Tablo 13, 14 ve 15'de görülmektedir. Üretimden sonra 0.gün ve 6.ay sonuçlarına göre

alkalazdan elde edilen verim daha yüksektir. 6. ay sonunda çok düşük miktarlarda içerikte düşüş gözlenmiştir. Herhangi bir istatistiki fark gözlemlenmemiştir ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 13.** Protein  
**Table13.** Protein

% Protein	0.Gün	6.Ay
Çipura- Alkalaz	81,22±0,25 <sup>a</sup>	80,38±0,41 <sup>b</sup>
Çipura – Flavur enzim	75,19±0,34 <sup>a</sup>	74,44±0,29 <sup>b</sup>
Levrek- Alkalaz	80,94±0,14 <sup>a</sup>	80,66±0,37 <sup>a</sup>
Levrek – Flavur enzim	78,78±0,19 <sup>a</sup>	78,31±0,33 <sup>a</sup>

\*Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel önemi ( $p < 0,05$ ) belirtir.

**Tablo 14.** Çipura kaynaklı balık protein hidrolizatlarının aminoasit kompozisyonları\*  
**Table14.** Amino acid compositions of fish protein hydrolysates based on seabream\*

	Alkalaz		Flavur	
	0.Gün	6.Ay	0.Gün	6.Ay
L-Alanin (Ala)	5047,5±334,46 <sup>a</sup>	8310±172,53 <sup>b</sup>	5357,5±103,94 <sup>x</sup>	7151±1128,54 <sup>y</sup>
L-Aspartik asit (Asp)	5855,5±164,75 <sup>a</sup>	3811,5±26,16 <sup>b</sup>	5075±12,72 <sup>x</sup>	3429±91,92 <sup>y</sup>
L-Metionin (Met)	2812,5±27,57 <sup>a</sup>	2957,5±13,43 <sup>b</sup>	2683±12,72 <sup>x</sup>	2227±24,04 <sup>y</sup>
L-Glutamik asit (Glu)	5805±147,07 <sup>a</sup>	4484±15,55 <sup>b</sup>	6429±14,14 <sup>x</sup>	4368,5±34,64 <sup>y</sup>
L-Fenilalanin (Phe)	3891±31,11 <sup>a</sup>	4494,5±27,57 <sup>b</sup>	3492±18,38 <sup>x</sup>	3574,5±96,19 <sup>y</sup>
L-Lizin (Lys)	4739,5±289,20 <sup>a</sup>	2915±9,89 <sup>b</sup>	5461±21,21 <sup>x</sup>	2881,5±23,33 <sup>y</sup>
L-Histidin (His)	2464±39,59 <sup>a</sup>	1815,5±12,02 <sup>b</sup>	2635,5±23,33 <sup>x</sup>	1777±21,21 <sup>y</sup>
L-Tirozin (Tyr)	3309±7,07 <sup>a</sup>	3694±18,38 <sup>b</sup>	2776,5±14,84 <sup>x</sup>	2723,5±37,47 <sup>y</sup>
L-Glisin (Gly)	8893±73,53 <sup>a</sup>	10306±66,46 <sup>b</sup>	9209±46,66 <sup>x</sup>	10281,5±139,9 <sup>y</sup>
L-Valin (Val)	3681,5±37,47 <sup>a</sup>	4116±19,79 <sup>b</sup>	3521±18,38 <sup>x</sup>	3788,5±44,54 <sup>y</sup>
L-Lösin (Leu)	7086±60,81 <sup>a</sup>	8327±24,04 <sup>b</sup>	6777,5±34,64 <sup>x</sup>	7111,5±84,14 <sup>y</sup>
L-İsolösin (Ile)	4528±39,59 <sup>a</sup>	5696,5±24,74 <sup>b</sup>	4229±19,79 <sup>x</sup>	5346±69,29 <sup>y</sup>
L-Treonin (Thr)	6866,5±12,02 <sup>a</sup>	7668±42,42 <sup>b</sup>	6189±21,21 <sup>x</sup>	6659,5±71,41 <sup>y</sup>
L-Serin (Ser)	4249,5±41,71 <sup>a</sup>	3377,5±17,67 <sup>b</sup>	4193±19,79 <sup>x</sup>	3098,5±33,23 <sup>y</sup>
L-Prolin (Pro)	6005,5±10,60 <sup>a</sup>	7151±185,26 <sup>b</sup>	6067±97,58 <sup>x</sup>	7217±608,11 <sup>y</sup>
L-Arjinin (Arg)	1056,5±12,02 <sup>a</sup>	531±1,41 <sup>b</sup>	1009,5±10,60 <sup>x</sup>	369,5±2,12 <sup>y</sup>

\*Aynı satırdaki farklı harfler (alkalaz için a,b; flavur için x,y) depolama zamanları arasındaki farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 15.** Levrek kaynaklı balık protein hidrolizatlarının aminoasit kompozisyonları\*  
**Table15.** Amino acid compositions of fish protein hydrolysates based on seabass\*

	Alkalaz		Flavur	
	0.Gün	6.Ay	0.Gün	6.Ay
<b>L-Alanin (Ala)</b>	5344±28,28 <sup>a</sup>	6956±337,96 <sup>b</sup>	5710±11,31 <sup>x</sup>	11951±115,25 <sup>y</sup>
<b>L-Aspartik asit (Asp)</b>	4534,5±20,50 <sup>a</sup>	3368±8,48 <sup>b</sup>	5937±41,01 <sup>x</sup>	4035±8,48 <sup>y</sup>
<b>L-Metionin (Met)</b>	3036,5±21,92 <sup>a</sup>	2636±1,41 <sup>b</sup>	2732,5±31,81 <sup>x</sup>	2298±26,87 <sup>y</sup>
<b>L-Glutamik asit (Glu)</b>	5001±91,92 <sup>a</sup>	4566,5±7,77 <sup>b</sup>	5970±50,91 <sup>x</sup>	4980±14,14 <sup>y</sup>
<b>L-Fenilalanin (Phe)</b>	4478,5±24,74 <sup>a</sup>	4464±20,11 <sup>b</sup>	3861,5±48,79 <sup>x</sup>	3873±33,23 <sup>y</sup>
<b>L-Lizin (Lys)</b>	2639,5±14,84 <sup>a</sup>	3584±36,76 <sup>b</sup>	3666,5±55,86 <sup>x</sup>	2483±37,47 <sup>y</sup>
<b>L-Histidin (His)</b>	2008,5±10,60 <sup>a</sup>	1599,5±81,31 <sup>b</sup>	1625±18,38 <sup>x</sup>	1582±57,27 <sup>y</sup>
<b>L-Tirozin (Tyr)</b>	3738±14,14 <sup>a</sup>	3398±4,24 <sup>b</sup>	2878,5±41,71 <sup>x</sup>	2581±23,33 <sup>y</sup>
<b>L-Glisin (Gly)</b>	10936±56,56 <sup>a</sup>	11170,5±17,67 <sup>b</sup>	11023,5±133,64 <sup>x</sup>	12047±119,50 <sup>y</sup>
<b>L-Valin (Val)</b>	3899,5±14,84 <sup>a</sup>	3845,5±0,70 <sup>b</sup>	3491±36,76 <sup>x</sup>	3754±24,74 <sup>y</sup>
<b>L-Lösin (Leu)</b>	7627,5±34,64 <sup>a</sup>	7876±1,41 <sup>b</sup>	7089,5±85,55 <sup>x</sup>	7267±58,68 <sup>y</sup>
<b>L-İsolösin (Ile)</b>	5058,5±19,09 <sup>a</sup>	5312±7,07 <sup>b</sup>	4530±50,91 <sup>x</sup>	5389±44,54 <sup>y</sup>
<b>L-Treonin (Thr)</b>	7321±25,45 <sup>a</sup>	7834±63,63 <sup>b</sup>	6801,5±65,76 <sup>x</sup>	7022±49,49 <sup>y</sup>
<b>L-Serin (Ser)</b>	4015,5±19,09 <sup>a</sup>	3529±7,07 <sup>b</sup>	3964±41,01 <sup>x</sup>	3387±21,92 <sup>y</sup>
<b>L-Prolin (Pro)</b>	9504,5±58,68 <sup>a</sup>	8351,5±60,51 <sup>b</sup>	8355±67,88 <sup>x</sup>	5393±16,26 <sup>y</sup>
<b>L-Arjinin (Arg)</b>	747,5±0,70 <sup>a</sup>	552±7,07 <sup>b</sup>	846,5±10,60 <sup>x</sup>	370±1,41 <sup>y</sup>

\*Aynı satırdaki farklı harfler (alkalaz için a,b; flavur için x,y) depolama zamanları arasındaki farklılıkları göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

Amino asitler tüm gruplarda, alkalaz enzimi ile üretilen protein hidrolizatlar da depolamanın başlangıcı ve sonunda flavur enzim kullanılarak üretilen protein hidrolizatından daha yüksek değerlerde genellikle saptanmıştır. Elde edilen protein değerleri, her iki türden elde edilen protein hidrolizatlarında iyi bir protein geri kazanımı sağlandığı tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcı ve sonunda örnekler ve örneklerin kendi içlerinde anlamlı farklar saptanmıştır. ( $p < 0,05$ ). Tüm gruplarının aminoasit kompozisyonlarının genel olarak benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Balık protein hidrolizatları aminoasit kompozisyonlarının 0.gün verileri karşılaştırıldığında treonin, lösin, tirozin, valin ve serin aminoasitleri için alkalaz grupları; flavur enzim gruplarından daha verimli görülmüştür ( $p > 0,05$ ). Treonin, lösin, tirozin, valin ve serin amino asidi dışında kalan tüm aminoasitlerinin 0.gün ve 6. ay verileri karşılaştırıldığında çipura, levrek grupları arasında anlamlı fark saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Genel anlamda aminoasit kompozisyonlarında benzerlik olmakla birlikte bazı aminoasitler de türe, enzime bağlı artış ve azalışlar tespit edilmiştir. Örneğin bazı gruplar da fenilalanin ve histidin daha yüksek iken, bazı gruplarda prolin ve glisin daha yüksek bulunmuştur.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Balıkçılık yan ürünlerinden elde edilen protein hidrolizatları diğer hidrolize edilmemiş balık proteini ile ya da diğer satım amaçlı aynı fonksiyona sahip gıda niteliğindeki ürünlerle karşılaştırıldığında üstün fizikokimyasal nitelikler göstermiştir (Muzaifa vd. 2012). Emülsifikasyon ve jelleme gibi nitelikler için iyi çözünürlük gereklidir. Balık protein hidrolizatları için en önemli gelişme çözünürlükteki artıştır. Bu çalışmada da protein çözünürlüğü değerleri hidroliz derecesiyle çipura ve levrek işleme atıklarından elde edilen toz protein hidrolizatında her iki türde ve enzimde yaklaşık değerler göstermektedir. Alkalaz enziminde, flavur enzime oranla daha fazla verim alınmıştır. İstatistiki olarak bir fark gözlemlenmemiştir ( $p > 0,05$ ). Hidroliz boyunca tüm yan ürünler, kahverengi tonlarında sıvıya dönüşmektedir. Hidroliz süresinin artması ile hidroliz derecesi de doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Özellikle çipura üzerinde kullanılan alkalaz enziminde hidroliz derecesi en iyi sonucu vermiştir. En düşük hidroliz derecesi flavur enzim kullanılan levrek örneklerinde gözlemlenmiştir. Hidroliz işlemi başlangıcında hızlı bir şekilde parçalanmış ürün, ilerleyen



süre boyunca hidroliz işleminin yavaşlamasıyla optimal seviyede kararlı bir yapıya ulaşmıştır. DPPH antioksidatif özelliğın tespitinde kullanılan yöntemlerden birisidir. Depolama sonrası yapılan analizlerde çipura ve levrek de her iki enzim için DPPH'ın bir miktar azaldığı görülmüştür. Çipura, alkalaz enziminde azalma flavur enzime göre daha az gözlemlenmiştir ( $p>0,05$ ). Metal şelatlama hidroliz derecesi süresi ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Alkalaz enziminin her iki türde de flavur enzim ile kıyaslandığında lipid oksidasyonu konusunda daha fazla verim gösterdiği görülmektedir. Alkalaz ile elde edilen levrek hidrolizatlarında metal şelatlama aktivitesi en iyi değerlerdedir. Depolama süresi boyunca şelatlama etkisinde tüm gruplarda azalma saptanmıştır. Lipit oksidasyonu, gıdanın rengini, lezzetini, kokusunu ve içerik kalitesini etkilemektedir. En yüksek antioksidatif aktivite levrek balığından alkalaz ve flavur enzim ile elde edilen hidrolizatta tespit edilmiştir. En düşük bulgular çipura da ve sentetik antioksidan BHA da saptanmıştır. Kullanılan tüm enzimler her iki türde de sentetik antioksidant olan BHA dan iyi sonuçlar vermiştir. Hidroliz derecesi yükseldikçe hidrolizatların su tutma kapasitesinin de yükseldiği bilinmektedir (Wasswa vd. (2007)). Bulgular da en iyi değerlerin hidroliz derecesinin en fazla olduğu çipura gruplarında elde edildiği görülmektedir. Yağ tutma kapasitesi et ve tatlı ürünlerinde kullanılan önemli bir fonksiyondur. Tüm gruplar yağ bağlama kapasiteleri ile kıyaslandığında; elde edilen sonuçlar birbirinden çok farklı değildir. Farklı enzim kullanımının yağ tutma kapasitesi üzerinde büyük bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Hidroliz derecesinin artması ile birlikte; emülsiyon stabilitesinde daha az etki gösteren peptidlerin oluşmasından dolayı emülsiyon özelliklerinde düşme görülmektedir. Buna göre düşük hidroliz yoğunluğunda daha kuvvetli emülsiyon özelliği gözlemlenmiştir. Çipura gruplarında yüksek oranda hidroliz nedeni ile, EAI ve ESI'inde düşme tespit edilmiştir. Levrekte ise çipuraya göre daha az azalma gözlemlenmiştir. Sentetik maddeler stabil köpük

## KAYNAKÇA

ANONİM, (2018). Su ürünleri istatistikleri. T.C Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, ANKARA.

Benjakul S. & Morrissey, M.T. (1997). Protein hydrolysates from Pacific whiting solid wastes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(9), 3423–3430. DOI: [10.1021/jf970294g](https://doi.org/10.1021/jf970294g)

Bougatef A., Nedjar-Arroume N., Manni L., Ravallec R., Barkia A. Guillochon D. & Nasri M. (2010). Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of sardinelle (*Sardinella aurita*) by-products proteins, *Food Chemistry*, 118(3), 559–565. DOI: [10.1016/j.foodchem.2009.05.021](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.021)

Chen H.M. ,Muramoto K. & Yamaguchi F. (1995). Structural analysis of antioxidative peptides from soybean beta-conglycinin,

oluşturma için tam işlevsel görülmemektedir. Yapılan çalışmada görülen hidroliz derecesinin ve zamanın artmasıyla köpürme stabilitesi azalmaktadır. 0. dakika analizinde köpürme miktarının en yüksek olduğu zamandır. Tüm gruplarda hidroliz derecesindeki artış ile köpürme miktarında artış gözlemlenmiştir. Rakamsal verilere göre levrek alkalazın levrek flavur ve çipura flavurdan çok farklı olmadığı gözükmemektedir. Duyusal olarak beğeni en fazla etkileyen parametrelerden biri renk dir (Wasswa vd. 2007). Çalışmada elde edilen tüm toz protein ürünleri sarının yumuşak tonlarında, mısır ununa yakın renk sergilemektedir. Bulgularda 'b' değeriyle ifade edilen sarılık değerinin bütün örneklerde (+) olduğu ve en yüksek sarı rengi levrekten üretilen hidrolizatlarda tespit edilmiştir. Enzim olarak aynı tür içinde bakıldığında flavur enzim, alkalaz enzimine göre daha fazla renklenme sağlamıştır. Prolin amino asiti balık protein hidrolizatlarındaki acı tadın nedeni olabilir (Thiansilakul vd., 2007; Tanuja vd., 2012; Demirtas vd., 2017). Diğer yandan, elde edilen protein hidrolizatları lezzet artırıcı aspartik asit, glutamik asit, glisin ve alanini yüksek oranda içermektedir. Alanin, glutamik asit ve glisinin deniz ürünlerinde tat ve lezzetten sorumlu olduğu bildirilmiştir (Deraz, 2015). Bu bilgiler doğrultusunda elde edilen sonuçlarda flavur enzimin, alkalaz enzimine göre tür gözetmeksizin tat ve lezzet konusunda daha iyi olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, yapılan çalışma doğrultusunda alkalaz enzimiyle üretilen toz protein hidrolizatının flavur enzimine göre daha yüksek seviyelerde fonksiyonel ve antioksidatif özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Bulgular doğrultusunda alkalaz, çipura ve levrekten üretilen toz protein hidrolizatın gıdalar üzerinde besleyici ve takviye edici doğal katkı maddesi olarak kullanımını mümkündür. Lezzet ve tat kısmında flavur enzim, alkalaza oranla daha iyi sonuçlar vermiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi Rektörlüğü 14-SÜF-015 no lu proje tarafından desteklenmiştir.

*Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(3), 574–578. DOI: [10.1021/jf00051a004](https://doi.org/10.1021/jf00051a004)

Chung Y.C. ,Chang C.T. ,Chao W.W., Lin C.F. & Chou, S.T. (2002). Antioxidative activity and safety of the 50% ethanolic extract from red bean fermented by *Bacillus subtilis* IMR-NK1. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2454–2458. DOI: [10.1021/jf011369q](https://doi.org/10.1021/jf011369q)

Çaklı, Ş. (2008). Su ürünleri işleme teknolojisi 2. 77, İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.

Demirtas, N., Erdem, Ö.A. & Cakli, Ş. (2017). Stability of fish protein hydrolysate from heads of gilthead sea bream (*Sparus aurata*), european sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage. *Su Ürünleri Dergisi*, 34(3), 327–336, DOI: [10.12714/egejfas.2017.34.3.12](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.3.12)

- Deraz S. (2015). Protein hydrolysate from visceral waste proteins of Bolti fish (*Tilapia nilotica*): Chemical and nutritional variations as affected by processing pHs and time of hydrolysis. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 24(6), DOI: [10.1080/10498850.2013.797534](https://doi.org/10.1080/10498850.2013.797534)
- Eide, O., Borresen, T. & Strom, T. (1982). Minced fish production from capelin (*Mallotus villosus*). A new method of gutting, skinning and removal of fat from small fatty fish species. *Journal of Food Science*, 47 (1982), 354. DOI: [10.1111/j.1365-2621.1982.tb10078.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb10078.x)
- Haque, Z.U. & Mozaffer, Z. (1992). Casein hydrolysate. II. Functional properties of peptides. *Food Hydrocolloids*, 5(6), 559-571.
- Klompong, V., Benjakul, S., Kantachote, D. & Shahidi S. (2007). Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*) as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type. *Food Chemistry*, 102, 1317–1327. DOI: [10.1016/j.foodchem.2006.07.016](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.016)
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. & Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193(1), 265–275.
- Muzaifa, M., Safriani N. & Zakaria F. (2012). Production of protein hydrolysates from fish by-product prepared by enzymatic hydrolysis. *International Journal of the Bioflux Society*, 5(1), 36-39.
- Pearce, K.N. & Kinsella J.E. (1978). Emulsifying properties of proteins: Evaluation of a turbidimetric technique. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26 (3) ,716-723. DOI: [10.1021/jf60217a041](https://doi.org/10.1021/jf60217a041)
- Schubring, R. (2002). Influence of freezing/thawing and frozen storage on the texture and colour of brown shrimp (*Crangon crangon*). *Archiv für Lebensmittel Hygiene*, 53, 25-48.
- Shahidi, F., Han X.-Q. & Synowiecki J. (1995). Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chemistry*, 53(3), 285–293. DOI: [10.1016/0308-8146\(95\)93934-J](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)93934-J)
- Tanuja, S., Viji, P., Zynudheen, A.A. & Joshy, C.G. (2012). Composition, functional properties and antioxidative activity of hydrolysates prepared from the frame meat of Striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Egyptian Journal of Biology*, 14, 27-35. DOI: [10.4314/ejb.v14i1.3](https://doi.org/10.4314/ejb.v14i1.3)
- Thiansilakul, Y., Benjakul, B. & Shahidi, F. (2007). Compositions, functional properties and antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from round scad (*Decapterus maruadsi*). *Food Chemistry*, 103, 1385–1394. DOI: [10.1016/j.foodchem.2006.10.055](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.055)
- Yen, G.C. & Wu J.Y. (1999). Antioxidant and radical properties of extracts from *Ganoderma tsugae*. *Food Chemistry* 65(3), 375–379. DOI: [10.1016/S0308-8146\(98\)00239-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00239-8)
- Wasswa, J., Tang J, Gub X. & Yuan X. (2007). Influence of the extent of enzymatic hydrolysis on the functional properties of protein hydrolysate from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) skin. *Food Chemistry*, 104, 1698–1704. DOI: [10.1016/j.foodchem.2007.03.044](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.03.044) *Alium conictu que verei*