



BALIK ATIKLARINDAN PROTEİN HİDROLİZAT ÜRETİM ÇALIŞMALARI

İrem Ceren KIZILKÖY^{1*}

¹Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, 40100, Kırşehir, Türkiye

Özet: Balıklardan elde edilen biyoaktif peptidler, yan ürün protein hidrolizatı, fonksiyonel gıda bileşenleri olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Biyoaktif peptidler genellikle enzimatik hidroliz yöntemiyle hazırlanır. Yüksek seçiciliğe, elde edilen üründe daha az kimyasal kalıntı içermesine sahip olması ve genellikle hafif koşullarda işlem görmesinden dolayı en çok tercih edilen uygulamadır. Proteazlar gibi çeşitli enzimlerin kullanımı sektöründe yayın olarak uygulanmaktadır. Alkalaz, flavour, pepsin, papain, bromelain gibi çeşitli enzimler kullanılarak, antimikrobiyal, antihipertansif ve antioksidan özellikteki biyoaktivitelere sahip yeni peptidler üretilmektedir. Biyoaktif peptitlerin işlevselliğini ve karakterizasyonunu daha iyi anlamak için birçok çalışmalar yapılmakta olup balık atıklarından elde edilen peptitlerin biyoaktivitesi ve sürdürülebilirliği nedeniyle yan ürünlerin kullanımı her geçen gün daha fazla ilgi görmektedir.

Anahtar kelimeler: Enzimatik hidroliz, Atık, Biyoaktif peptit

Protein Hydrolysate Production Studies from Fish Waste

Abstract: Bioactive peptides derived from fish, including by-product protein hydrolysate, have great potential as functional food ingredients. Bioactive peptides are generally prepared by enzymatic hydrolysis. This is the most preferred method due to its high selectivity, reduced chemical residue content, and generally mild processing conditions. The use of various enzymes, such as proteases, is widely used in the industry. New peptides with antimicrobial, antihypertensive, and antioxidant bioactivities are being produced using enzymes such as alcalase, flavor, pepsin, papain, and bromelain. Numerous studies are being conducted to better understand the functionality and characterization of bioactive peptides, and the use of by-products derived from fish waste is gaining increasing interest due to their bioactivity and sustainability.

Keywords: Enzymatic hydrolysis, Waste, Bioactive peptide

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, 40100, Kırşehir, Türkiye

E mail: iremcerenkizilkoy@gmail.com (İ. C. KIZILKÖY)

İrem Ceren KIZILKÖY  <https://orcid.org/0000-0002-1142-3864>

Gönderi: 02 Ekim2025

Kabul: 24 Ekim 2025

Yayınlanma: 15 Kasım 2025

Received: October 02, 2025

Accepted: October 24, 2025

Published: November 15, 2025

Cite as: Kizilköy İC. 2025. Protein hydrolysate production studies from fish waste. BSJ Eng Sci, 8(6): 2035-2041.

1. Giriş

Balık insan beslenmesinde önemli bir protein kaynağı olup, dünya nüfusunun artışıyla birlikte bu kaynağın sürdürülebilirliği daha da önem kazanmaktadır. Atık ürünü yüksek olan ürünlerden biri de balıktır. Ülkemizde balık işleme yan ürünleri; balık işleme sürecinde oluşan atıkların tamamını kapsar ve bu süreçte oluşan yan ürünlerin oranı, başlangıçtaki balığın ağırlık olarak %50'sini oluşturabilmektedir. Açığa çıkan atıklar baş, iskelet, deri, pul ve iç organlar olup bu atıkları yok etmek oldukça maliyetlidir (Türktaş ve Çaklı, 2018). Bu durum yalnızca maliyet ile değil aynı zamanda atıkların etkili bir şekilde yönetilememesiyle de ilgilidir. Bu atıklar çevreye atılarak su, atmosfer ve toprağı kirletmekte ve bundan kaynaklı insan sağlığını ciddi anlamda tehdit etmektedir. Çevreye atılan bu atıklar protein, jelatin, kolajen, peptid, yağ, kitin, vitamin, mineral, enzim ve pigment gibi değerli birleşenlerin kaynağını oluşturmaktadır (Gündüz vd., 2018). Protein hidrolizatı olarak gübre eldesinde, iç organların hidrolizi ile peptonların üretiminde; biyoteknolojinin yardımıyla endüstri için büyük ve ucuz

kolajen kaynağı olarak başta deri, kemik, yüzgeç ve kıkırdak kısımlarından izolasyonunda, tendon ve bağ oluşumunda, kozmetik ve gıda alanında; ayrıca elde edilen kolajenler ısıl işleme tabi tutularak tutkal, mika ve jelatin yapımında kullanılmaktadır (Kılınç, 2007; Coppola vd., 2021). Balık atıklarından balık pulları da yüksek protein içeriğine sahip oldukları halde değerlendirilemediği takdirde atık olarak çevreyi ciddi anlamda kirletmektedir. Bu pulların geri dönüşüme kazandırılması için enzimatik hidroliz işlemiyle muamele sonucu hidrolize kolajen elde edilmesi alternatif bir yol olarak karşımıza çıkmaktadır. Elde edilen kolajenler doku mühendisliği gibi alanlarda biyomalzeme olarak kullanılabilir (Bozkurt ve Yüksel, 2019). Bağ doku yönünden diğer hayvansal temelli ürünlere göre daha kaliteli olduğu için jelatin, yoğunlaştırıcı olarak birçok üründe değerlendirilmektedir (Aksungur, 2007).

Balık yan ürünleri kuvvetli antihipertansif, antioksidatif ve antikanser aktiviteleri gösteren amino asit içeriği küçük olan biyoaktif peptidlerin üretimi için uygun olup protein hidrolizatlarının bu peptidlere dönüştürülmesi



mümkündür (Ishak ve Sarbon, 2018).

Balık işleme atıklarından çeşitli yöntemlerle enzimler elde edilmektedir. Özellikle enzim bakımından oldukça zengin olan balık iç organları, pepsin, tripsin ve kimotripsin içeren proteaz enzimlerin ticari üretiminde kullanılmaktadır. Elde edilen bu enzimler peynir üretiminde, besinlerde acılığın giderilmesinde, meyve suyunun berraklaştırılması gibi gıda sanayisinin çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. Ayrıca bu enzimler balık soslarının fermente edilmesinde kullanılmaktadır (Çolakoğlu ve Künili, 2016). Bu incelemeler, geleneksel ve gelişmekte olan teknolojileri kullanarak balık atıklarının yönetimi ve değerlendirilmesinde gelecek çalışmalara bilimsel altyapı sağlayacaktır.

2. Protein Hidrolizatlarının Üretim Yöntemleri

Temel protein molekülleri içerisinde biyoaktif peptidler inaktif haldedir. Biyoaktif peptidlerin aktif olması için temel protein öncüllerinden koparak serbest duruma geçmeleri gerekir. Serbest hale geçmeleri için çeşitli yöntemlerle kullanılmaktadır (Shahidi ve Zhong, 2008). Bu yöntemler: ısı ve yüksek basıncın kullanıldığı gıda işleme, mikrobiyal fermentasyon, çözücü ekstraksiyonu, rRNA aracılığı ile konak hücrelerdeki DNA dizisinin

protein yapılarına dönüştürülmesi (gen ekspresyonu), gastrointestinal sindirimi, asit veya alkali kullanımı içeren kimyasal hidroliz ve enzimler tarafından yapılan hidroliz prosesiyle gerçekleştirilmektedir. Uygulanan bu çeşitli yöntemlerle farklı uzunluk ve moleküler ağırlığa sahip, değişik aktiviteleri olan aminoasit zincirleri üretilmektedir (Tüysüz vd., 2019). Uygulanan yöntemlerden en yaygın olanı ise avantajları fazla olduğu için enzimler tarafından gerçekleştirilen üretimdir. Enzimatik hidroliz; öngörülebilirliğinin fazla olması, seçici ve özgün olması, aminoasitlere verdiği hasarın az olması, yüksek verim ve stabilite sağlaması, kimyasal hidrolizata göre parametrelerin kontrol edilmesinin kolay olması, mikrobiyal fermentasyon yöntemine göre analizlerinin kolay yapılması ve elde edilen son üründe kimyasal kalıntı bırakmamasından dolayı tercih edilmektedir (Korhonen ve Pihlanto, 2006). Enzimatik hidroliz işleminde kullanılan enzim türü peptid bağlarının parçalanma yapısını belirlediği için önemlidir. Proteinazlar, özellikle protamex, nötraz, tripsin, proteaz, pepsin, papain ve bromelain gibi endopeptidazların beraberinde alkalaz ve flavourzym gibi ticari proteazlar hidrolizat üretmek amacıyla kullanılan başlıca enzimlerdir (Albenzio vd., 2017). Balık atıklarından protein hidrolizatı üretimine yönelik çalışmalarda kullanılan bazı enzimler Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Balık atıklarından protein hidrolizatı üretimine yönelik çalışmalarda kullanılan bazı enzimler

Yan Ürün	Tür	Enzim	Hidroliz Koşulları
Deri	Kirpi balığı (<i>Takifugu flavoidus</i>)	Alkalaz Proteaz Pepsin	2000 U/g protein % E/S 5 h, pH 8, pH 7 ve pH 2 (Su vd., 2021)
İç organlar	Atlantik somon (<i>Salmo salar</i>)	Pepsin	%1 E/S pH 2, 8 h, 37° C (Wang vd., 2020)
Omurga	Somon balığı (bilimsel adı belirtilmemiş)	Coralase Protamex Papain Bromelain Tripsin	%1 E/S 50°C, 2 h (Slizyte vd., 2016)
Baş Çerçeve Kuyruk	Kırmızı Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Alkalaz	% 2.5 E/S 2 h, 60° C (Roslan vd., 2014)
Kas	Argentine croaker (<i>Umbrina canosai</i>)	Alkalaz Protamex	30U/g protein, pH 8, pH 7, 50° C (Da Rocha vd., 2018)
Yan ürünlerin tamamı	Midilli balığı, Uskumru, Sarı çizgili trevally	Papain Alkalaz	% 2, 4 ve 6 E/S 40° C, 60° C ve 80° C, 5 h (Wisuthiphaet vd., 2015)
Kas	Red lionfish	Alkalaz	30, 60 ve 90 dk 50° C, pH 8 (Chel-Guerrero vd., 2020)

Tablo 1. Balık atıklarından protein hidrolizatı üretimine yönelik çalışmalarda kullanılan bazı enzimler (devam ediyor)

Yan Ürün	Tür	Enzim	Hidroliz Koşulları
Baş Çerçeve İç organ	Kalkan balığı (<i>Scophthalmus maximus</i>)	Alkalaz	pH 8,5, 3 h, 60° C, %0,2 (w/v) (Vázquez vd., 2020)
Baş Yüzgeç Omurga	Bigeye ton balığı (<i>Thunnus obesus</i>)	Pepsin	%2 enzim, %0,5 (w/v) 37° C, 5 h (Abd El-Rady vd., 2023)
Et	Yayın balığı (<i>Pangasius hypothalamus</i>)	Bromelain Papain Nötraz	55° C, pH 6,5 55° C, pH 7,5 50° C, pH 6,5 (Ha vd., 2017)
Yumurta	Rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Alkalaz Pepsin	57° C, pH 8 37° C, pH 2 2 h, %1, %2 ve %3 enzim. (Golpaigani vd., 2023)
Kas	Kültür çipura (<i>Sparus aurata</i>), Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Alkalaz Flavour.	2 h (Türkaskan ve Çaklı, 2018)
Çerçeve	Somon	Papain	%1 enzim, 40° C (Sharma vd., 2023)
Yüzgeç	Kolyoz (<i>Scomber japonicus</i>)	Pepsin Papain Tripsin Alkalaz	pH 2,5 pH 6,5 pH 7,5 pH 6,5 37° C, 0, 3, 6, 9, 12 ve 24 h %1 enzim (Ediriweera vd., 2019)
Kas	Kertenkele balığı (<i>Saurida tumbil</i>)	Alkalaz	%2 ve %4 enzim 1,5 ve 2 h (Bahram vd., 2020)
Kemik Et Deri	Gümüş sazan (<i>Hipophthalmichthys molitrix</i>)	Flavour Alkalaz Papain	pH 7, 4,5 g/ml pH 8, 4,5 g/ml pH 6, 7,5 g/ml (Agnes vd., 2022)

3. Protein Hidrolizatlarının Kullanım Alanları

Protein hidrolizatları, sahip oldukları fonksiyonel ve biyoaktif özelliklerinden dolayı gıda, eczacılık, tıp, tekstil, diş sağlığı olmak üzere birçok farklı alanda kullanıma sunulmaktadır. Bu proteinler antioksidan, anti-kanserojen, anti-inflamatuvar, anti-diyabetik, anti-mikrobiyal, anti-hipertansif, anti-viral, immünomodülatör ve mineral bağlayıcı etkisinden dolayı sağlığa faydalı özellikler sergilemektedir. Bu nedenle farmasötik olmayan ilaçlara artan ilgi de gıda-ilaç sürekliliği açısından büyük önem arz etmekte olup nutrasötik alanda kullanılmaktadır (Chakrabarti vd., 2018). Protein hidrolizatı kolajen olarak derinin su tutma potansiyelini artırdığı, cilt kusurlarında iyileşme ve esneklik sağladığı, fibroblast hücrelerinin büyümesini hızlandırdığı, tırnak ve saç beslediği için kozmetikte, diş oluşumuna etkisinden dolayı diş sağlığında, dokulara dayanıklılık ve direnç kazandırdığı için doku ve malzeme mühendisliğinde kullanılmaktadır (Bilek ve Bayram, 2015). Tıp, kozmetik ve mühendisliğin yanı sıra jelatin, tutkal ve mika yapımında kullanılmakta olup jelatin olarak tatlılar ve

marşmellow gibi şekerli yiyeceklerde, jel oluşumu, parlaklık sağlama, köpük oluşumu ve ağızda erime amacıyla; süt ürünlerinde, esneklik kazandırma, kıvam artırma, emülsiyon oluşturma ve su tutma gibi fonksiyonel özelliklerinden dolayı yapısal dayanıklılığı sağlamak; meyve suyu ve şarapta filtrasyon ile durultmak; unlu mamüllerinde dolgu materyallerinin yapısını korumak; et ve balık ürünlerinde protein bazlı geri dönüşümlü ambalaj olarak ve görünüşü iyileştirmek; ayrıca gıdalarda renk koruyucu, tatlandırıcı, lezzet artırma ve asidik düzenleyici olarak; ilaç kapsülleri ve vitamin ürünlerinde oksijen, karbondioksit gibi gazlar için bariyer görevi görmek ve ışığın zararlı etkisinden koruyarak raf ömrünü uzatmak, kalite kayıplarını önlemek; fotoğraf ürünlerinde film geliştirilmesi, grafik film ve renkli fotoğraf kâğıdı üretiminin yanı sıra renklerin parlak ve düzgün çıkması için; kağıttan yapılan ürünlerde suya olan direnci artırmak ve laboratuvarlarda besiyeri üretimi amacıyla kullanılmaktadır (Tekle, 2022). Tutkal olarak ise boya, deri, dokuma ve ciltçilik alanlarında değerlendirilmektedir (Arslan, 2016).

4. Balık Protein Hidrolizatlarının Biyoaktif Özellikleri

Biyoaktif peptid; biyolojik ve fizyolojik olumlu fonksiyonu olan, doğal olarak bulunan ya da üretilen gıda kaynaklı protein parçalarıdır (Koç, 2016). Biyoaktif peptidler 2-20 aminoasit uzunluğundadır yani en az 2 aminoasiti bir peptid bağı bağlar. Biyolojik açıdan olumlu fonksiyonu, biyoaktif peptidlere bağlanan bu aminoasitlerin dizisi ve bileşimi ile ilgilidir (Korcze vd., 2018). Bu protein parçaları bitkisel, hayvansal, bakteriyel ve fungal kaynaklı olabilmektedir. Farklı protein kaynaklarından üretilen biyoaktif peptidlerin çoğu antihipertansif, antioksidan, antitrombotik, antimikrobiyal, antikanser, probiyotik ve immün sistem düzenleyicisi olarak çeşitli etkilere sahiptir (Kocazorbaz vd., 2020). Balıklarda bulunan biyoaktif peptidler kimyasal veya enzimatik yollarla ya da gastrointestinal proteazlar aracılığı ile elde edilir (Mora vd., 2017).

4.1. Antioksidan Özellikleri

Antioksidan bileşikler, oksidan moleküllerin aşırı miktarda üretilmesi durumunda organizmaların doğal savunma sistemleri devreye girerek canlıyı bu durumdan kurtarmak için antioksidan bileşikler üretir. Antioksidanlar özellikle bulundukları ortamdan başlatıcıları veya radikal ara maddeleri çıkararak oksidasyon zincir reaksiyonlarını sonlandırırlar. Böylelikle birçok kronik hastalığın oluşumunda rol oynayan oksidatif stresle başa çıkmada önemli rol oynarlar. Antioksidanlar bu işleviyle insan sağlığını yönetebilen, hastalıkları önleyebilen ve tedavi edebilen doğal olarak üretilmiş biyoaktif bileşik olarak kullanılırlar. Diğer önemli rolü ise toksik bileşiklerin ve istenmeyen koku ve aromanın oluşumunu engellemek için gıdalarda oluşan lipid oksidasyonunu önlemek ve gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için fonksiyonel bileşenler olarak kullanılmasıdır (Azizi vd., 2021).

Antioksidan bileşikler doğal (katalaz, bilirubin, E vitamini, flavonoid gibi) ve sentetik (bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), bütillenmiş hidroksianisol (BHA)) gibi olarak sınıflandırılır. Doğal antioksidanlar; sentetik antioksidanlar toksisite gösterebileceği, yüksek maliyet gerektirdiği, yan etkilerinin olması ve etkisinin az olmasından dolayı daha çok tercih edilmektedir (Yavaşer, 2011). Doğal antioksidanlar bitki ve hayvanlardan elde edilmekte olup bu amaçla balık atıkları da kullanılabilir. Bu amaçla balık atıklarından üretilen hidrolizatlardan elde edilen antioksidanlar ilaç, sağlıklı yiyecek, gıda işleme ve muhafaza sanayisi için sentetik antioksidanların yerini almaktadır (Babji vd., 2019). Hidrolizatlar in vivo ve in vitro olarak güçlü antioksidan aktivitesi göstermektedir. Yapılan bir çalışmada Tilapia atıklarından pepsin enzim kullanılarak protein hidrolizatı elde edilmiştir. Hidrolizatın 0,5- 2,5 mg DPPH değeri %29,48- 73,62, 20- 40 mg/ ml FRAP değeri 0,7-55,49 olarak tespit edilmiştir (Tejpal vd., 2017). Başka bir çalışmada ise Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) balığının baş ve derisinden alkalaz ve flavour enzim

kullanılarak peptidler hazırlanmıştır. Hazırlanan peptidlerin DPPH değeri %30,43-90,42, FRAP değeri ise 0,17-0,37 olarak gözlenmiştir (Hasani vd., 2022).

4.2. Antimikrobiyal Özellikleri

Antimikrobiyal özellik gösteren peptidler, çoğunlukla kısa zincirli katyonik peptidler olarak bilinen çok boyutlu özelliklere sahip çeşitli biyolojik olarak aktif moleküller grubudur. Antimikrobiyal bileşikler; bakteriler (gram negatif ve gram pozitif), funguslar veya virüsler gibi mikroorganizmaları öldüren ya da gelişmesini yavaşlatan dolayısıyla gıdaların raf ömürlerini uzatan moleküllerdir. Antimikrobiyal ilaçlar, insanlarda veya hayvanlarda mikroorganizmaların sebep olduğu hastalıkları tedavi etmek ya da önlemek için kullanılmakta olup salgınların ve pandeminin ortaya çıkışıyla bu antimikrobiyal peptidlere duyulan ilgi her geçen gün artmaktadır. Özellikle bu bileşikler birçok hayvan türünün konak savunma sisteminin ilk hattında önemli yer tutmaktadır (Chandran vd., 2009). Antimikrobiyal bileşikler konak savunma sisteminin ilk hattında etki mekanizmalarını, nükleik asit ve bakteriyel hücre çeperi oluşumunu inhibe ederek ve otolitik enzim sistemini teşvik ederek göstermektedir (Şimşek ve Kılıç, 2016). Bu mekanizmanın birincil en önemli adımı, antimikrobiyal peptidlerin hedef hücrel membranları tanımasıdır. Bu peptidlerin katyonik bir yüke sahip olmaları ve hidrofobikliği sayesinde; anyonik lipidlerle, hedef hücrel membranda bulunan lipopolisakkarit ve teikoik asitler elektrostatik çekimi kolaylaştırır (Akbal ve Öner, 2021). Antimikrobiyal peptidlerin büyük bir kısmının antikanserojenik, mitojenik, bağışıklık modülatörü ve sinyal molekülü olarak etki gösterdiği görülmektedir (Pushpanathan vd., 2013). Fakat antimikrobiyal bileşenlerin bu önemli savunma mekanizmalarına rağmen, mikrobik direncin artması antimikrobiyal ilaçların etkinliği azalmaktadır. Birçok araştırmacı, daha az yan etki ile farmasötik ilaçlar geliştirmek için biyoaktif doğal ürünlerin araştırılmasına odaklanmıştır (Durgun, 2018). Doğal antimikrobiyal peptidler; bitki, hayvan ve mikroorganizmalar gibi farklı kaynaklardan elde edilmektedir. Özellikle balıklardan elde edilen antimikrobiyal peptidler; antitümör, konak savunma sistemi, bağışıklık sistemi ve adjuvanlar gibi az bilinen özelliklere sahip olduğu ve ekstrem koşullara (düşük sıcaklık, yüksek basınç, tuzluluk ve patojen bakımından zengin) daha uyumlu oldukları için balık antimikrobiyal peptidleri umut verici bir potansiyel teşkil etmektedir (Valero vd., 2020; Erdem Büyükkiraz ve Kesmen, 2022). Yapılan bir çalışmada Gökkuşluğu alabalığından pepsin enzimi kullanılarak elde edilen hidrolizatın en yüksek antibakteriyel aktivitesi *Flavobacterium psychrophilum* ve *Renibacterium salmoninarum*'a karşı olduğu tespit edilmiştir (Wald vd., 2016). Yapılan bir diğer çalışmada ise Atlantik somon (*Salmo salar*) balığının karaciğer, bağırsak ve mide asidinden antimikrobiyal peptid elde edilmiştir. Elde edilen bu peptidlerin, yaygın olan *E.coli* bakterisinin yüzeyi ile etkileşime girerek hasara uğrattığı gözlenmiştir (Richards vd., 2001). Karabalıktan (*Clarias gariepin*)

pepsin, tripsin ve proteaz enzimi kullanılarak üretilen hidrolizatların *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas sobria* ve *Aeromonas hydrophila* bakterilerine karşı antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Li vd., 2017).

4.3. Antihipertansif Özellikleri

Yüksek kan basıncı, atardamar adı verilen küçük kan damarlarının daralması sonucu kanın damar duvarına daha fazla basınç yapmasıyla oluşur. Daralan damardan kanın geçebilmesi için kalp daha fazla çalışır ve genellikle kalp yetmezliği sorunu ortaya çıkar. Yüksek kan basıncı kalp dışında birçok organa da zarar vermektedir. Kısacası yüksek tansiyon birçok hastalığı beraberinde getirmektedir (Eroğlu, 2016). Günümüzde yüksek tansiyonunun tedavisinde anjiyotensin-dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörleri, beta-blokörleri ve kalsiyum kanalı bloke edicileri gibi birçok ilaç bulunmaktadır. Fakat bu ilaçların oldukça fazla yan etkileri olup hastanın yaşam kalitesini düşürmektedir (Batibay, 2020). Bu yüzden doğal ilaç ya da etken madde üzerine yapılan çalışmalar artmıştır. Doğal olarak antihipertansif etkene sahip madde; süt ve süt ürünlerinden, soya, bezelye, mercimek gibi bitkisel proteinlerden, alglerden ve balık atıklarından elde edilmektedir. Balık atıklarından elde edilen peptidler çok farklı şekilde etkileşime girerken, ilaçlar ACE'nin etkisine müdahale ederek ayırım yapmaksızın ACE'yi bloke eder. Bu yüzden balık peptidleri daha çok tercih edilmektedir (Ishak ve Sarbon, 2018). Kırmızı Tilapia (*Oreochromis niloticus*) balığı üzerine yapılan bir çalışmada alkalaz ve termolizin enzimleri kullanılarak protein hidrolizat üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen peptidlerin düşük molekül ağırlığında olduğu ve ACE inhibitör aktivitesine önemli derecede katkı sağlayacağı dizilere sahip olduğu tespit edilmiştir (Daud vd., 2015). Yapılan diğer bir çalışmada Kızıl orkinos (*Katsuwana pelamis*) havyarından alkalaz kullanılarak hidrolizat üretimi gerçekleştirilmiştir. Hidrolizatın ACE (IC50) değeri 2497,31µg /mL tespit edilmiştir. En yüksek ACE inhibitör aktivitenin hekzapeptid (Met-Leu-Val-Phe-Ala-Val) olan peptide ait olduğunu tespit etmiş ve bu peptidin inhibitör aktivitesi, yapay olanlara kıyasla düşük olsa da antihipertansif fonksiyonel bileşen olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Intarasirisawat vd., 2013). Pangasius yayın balığı (*Pangasius sutchi*) derisinden alkalaz kullanılarak üretilen hidrolizatın ACE (IC50) değeri ise 1680 µg /mL olarak gözlenmiştir (Mahmoodani vd., 2014).

5. Sonuç

Dünyada genelinde balık üretimi her geçen yıl artış göstermekte dolayısıyla balık işleme süreçlerinden kaynaklanan atık miktarı da artmaktadır. Balık işleme atıkları, içerdiği peptidler sayesinde biyoaktif bileşenler üretiminde kullanılacak bir hammadde olarak değerlendirilmesi gerektiği ön plana çıkmaktadır. Bu amaçla farklı enzim ve proses koşullarının denenmesi ile optimizasyon çalışmalarının yapılması büyük önem arz etmektedir. Mevcut inceleme, ticari enzimler kullanılarak

hidrolize edilen balık atıklarından elde edilebilecek yeni biyoaktif peptidlerin, takviye edici gıdalar kapsamında potansiyel bileşenler olarak değerlendirilebileceğine dair bilgiler sunmaktadır.

Katkı Oranı Beyanı

Yazarın katkı yüzdeleri aşağıda verilmiştir. Yazar makaleyi incelemiş ve onaylamıştır.

	İ.C.K.
K	100
T	100
Y	100
VTI	100
VAY	100
KT	100
YZ	100
KI	100
GR	100

K= kavram, T= tasarım, Y= yönetim, VTI= veri toplama ve/veya işleme, VAY= veri analizi ve/veya yorumlama, KT= kaynak tarama, YZ= Yazım, KI= kritik inceleme, GR= gönderim ve revizyon.

Çatışma Beyanı

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Abd El-Rady TK, Tahoun AAM, Abdin M, Amin HF. 2023. Effect of different hydrolysis methods on composition and functional properties of fish protein hydrolysate obtained from bigeye tuna waste. *Int J Food Sci Technol*, 58(12): 6552-6562.
- Agnes T, Oana C, Lucia M, Teodora C, Rodica T, Daniela I, Elena M, Simona S, Catalina S, Oancea A. 2022. Enzymatic extraction, characterization and biological properties of protein hydrolysates from freshwater fish waste. *Rom Biotechnol Lett*, 27: 3362-3367.
- Akbal S, Öner Z. 2021. Süt ve süt ürünlerinden elde edilen peptidlerin patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisi. *Kırklareli Üniv Müh Fen Bil Derg*, 7(2): 305-322.
- Aksungur M. 2007. Atık su ürünleri ve kullanımı. *Aquacult Stud*, 7(2): 1-3.
- Albenzio M, Santillo A, Caroprese M, Della Malva A, Marino R. 2017. Bioactive peptides in animal food products. *Foods*, 6(5): 35.
- Arslan E. 2016. Alabalık atıklarından elde edilen toz protein hidrolizatı ile kaplanmış alabalık filetoalarının soğukta depolanması esnasındaki bazı kalite değişimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, ss: 80.
- Azizi M, Sharifan A, Hoseini E, Ghavami A. 2021. Enzymatic hydrolysis of whitefish viscera of caspian sea (Caspian kutum) and evaluation of antioxidant properties of hydrolyzed protein. *Iranian J Biosyst Eng*, 52(3): 379-390.
- Babji AS, Daud N, Najafian L. 2019. Anti-oxidative, Anti-inflammatory, Anti-diabetic and Anti-ACE hydrolysates derived from fish protein: A review of multifunctional peptides. *EC Nutrition*, 14(8): 580-587.
- Bahram S, Khezri M, Javadian SR. 2020. Evaluation of antioxidant

- and antimicrobial properties of hydrolyzed protein of *Saurida tumbil*. *Exp Anim Biol*, 9(2): 23-35.
- Batibay H. 2020. In vitro ve In vivo şartlarda yetiştirilen bittım (*Pistacia khinjuk* Stocks.) türünün etanol ekstraktlarının sitotoksik ve antihipertansif etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman, Türkiye, ss: 63.
- Bilek SE, Bayram SK. 2015. Kolajen hidrolizatının fonksiyonel bir bileşen olarak gıda endüstrisinde kullanılması. *Akad Gıda*, 13(4): 327-334.
- Bozkurt R, Yüksel AY. 2019. Günümüzde balık atıklarının helal sektördeki bazı kullanım alanları. *Türk Doğa Fen Derg*, 8(2): 10-16.
- Chakrabarti S, Guha S, Majumder K. 2018. Food-derived bioactive peptides in human health: Challenges and opportunities. *Nutrients*, 10(11): 1738.
- Chandran B, Rameshkumar G, Ravichandran S. 2009. Antimicrobial activity from the gill extraction of *Perna viridis* (Linnaeus, 1758). *Glob J Biotech Biochem*, 4(2): 88-92.
- Chel-Guerrero L, Estrella-Millán Y, Betancur-Ancona D, Aranda-González I, Castellanos-Ruelas A, Gallegos-Tintoré S. 2020. Antioxidant, chelating, and angiotensin-converting enzyme inhibitory activities of peptide fractions from red lionfish (*Pterois volitans* L.) muscle protein hydrolysates. *Int Food Res J*, 27(2): 224-233.
- Coppola D, Lauritano C, Palma Esposito F, Riccio G, Rizzo C, de Pascale D. 2021. Fish waste: From problem to valuable resource. *Marine Drugs*, 19(2): 116.
- Çolakoglu FA, Künili İ. 2016. Su ürünleri atıkları ve değerlendirme olanakları. *Dünya Gıda Derg*, 1: 58-64.
- Da Rocha M, Alemán A, Baccan GC, López-Caballero ME, Gómez-Guillén C, Montero P, Prentice C. 2018. Anti-inflammatory, antioxidant, and antimicrobial effects of underutilized fish protein hydrolysate. *J Aquatic Food Prod Technol*, 27(5): 592-608.
- Daud NA, Babji AS, Yusop SM. 2015. Effects of enzymatic hydrolysis on the antioxidative and antihypertensive activities from red tilapia fish protein. *J Nutrit Food Sci*, 5(4): 387.
- Durgun ME. 2018. *Cladophora fracta* (Müller ex Vahl) Kützting alg türünden elde edilen ekstraktın antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin in vitro ortamda belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye, ss: 72.
- Ediriweera T, Aruppala A, Abeyrathne E. 2019. Analysis of bioactive properties of fish protein hydrolysates from *Scomber japonicus* fin wastes. *J Technol Value Addit*, 1(1): 31-45.
- Erdem Büyükkiraz M, Kesmen Z. 2022. Antimicrobial peptides (AMPs): A promising class of antimicrobial compounds. *J Appl Microbiol*, 132(3): 1573-1596.
- Eroğlu EÇ. 2016. Fındık protein hidrolizatlarının antihipertansif etkisinin (ACE inhibisyon aktivitesinin) belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, Türkiye, ss: 63.
- Golpaigani MH, Ariaii P, Ahmadi M, Safari R. 2023. Preservation effect of protein hydrolysate of rainbow trout roe with a composite coating on the quality of fresh meat during storage at 4±1° C. *J Food Measur Char*, 17(3): 2416-2428.
- Gündüz H, Öztürk F, Hamzaçebi S, Akpınar MD. 2018. Su Ürünleri işleme atıklarının değerlendirilmesi. *Aquat Sci Eng*, 33(1): 1-5.
- Ha NC, Hien DM, Thuy NT, Nguyen LT, Devkota L. 2017. Enzymatic hydrolysis of catfish (*Pangasius hypophthalmus*) by-product: kinetic analysis of key process parameters and characteristics of the hydrolysates obtained. *J Aquatic Food Prod Technol*, 26(9): 1070-1082.
- Hasani K, Ariaii P, Ahmadi M. 2022. Antimicrobial, antioxidant and anti-cancer properties of protein hydrolysates from Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) waste prepared using commercial enzyme. *Int J Peptide Res Ther*, 28(3): 86.
- Intarasirisawat R, Benjakul S, Wu J, Visessanguan W. 2013. Isolation of antioxidative and ACE inhibitory peptides from protein hydrolysate of skipjack (*Katsuwana pelamis*) roe. *J Functional Foods*, 5(4): 1854-1862.
- Ishak N, Sarbon N. 2018. A review of protein hydrolysates and bioactive peptides deriving from wastes generated by fish processing. *Food Bioproc Technol*, 11: 2-16.
- Kılınc B. 2007. Balık atıklarının değerlendirilmesi. *Su Ürün Derg*, 24(3): 315-319.
- Kocazorbaz EK, Kanatsızoglu M, Çeker HT, Menfaatli E. 2020. Vatoz (*Dasyatis pastinaca*) balığı kas dokusunun enzimatik hidrolizi ve hidrolizatların antioksidan ve bakır şelatlama aktivitelerinin değerlendirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniv Fen Bil Derg*, 7(2): 680-687.
- Koç S. 2016. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve işleme atıklarından elde edilen protein hidrolizatlarının besleyici, fonksiyonel ve biyoaktif özelliklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye, ss: 138.
- Korczyk K, Tkaczewska J, Migdał W. 2018. Antioxidant and antihypertensive protein hydrolysates in fish products—a review. *Czech J Food Sci*, 36(3): 195-207.
- Korhonen H, Pihlanto A. 2006. Bioactive peptides: Production and functionality. *Int Dairy J*, 16(9): 945-960.
- Li T, Wang X, Wang Y, Fan T, Xu Y, Fan Z. 2017. Characterization of antimicrobial peptides isolated from the processing by-products of African Catfish *Clarias gariepinus*. *Int J Peptide Res Ther*, 23(2): 227-233.
- Mahmoodani F, Ghassem M, Babji AS, Yusop SM, Khosrokhavar R. 2014. ACE inhibitory activity of pangasius catfish (*Pangasius sutchi*) skin and bone gelatin hydrolysate. *J Food Sci Technol*, 51(9): 1847-1856.
- Mora L, Gallego M, Reig M, Toldrá F. 2017. Challenges in the quantitation of naturally generated bioactive peptides in processed meats. *Trends Food Sci Technol*, 69: 306-314.
- Pushpanathan M, Gunasekaran P, Rajendhran J. 2013. Antimicrobial peptides: versatile biological properties. *Int J Peptides*, 2013(1): 675391.
- Richards RC, O'Neil DB, Thibault P, Ewart KV. 2001. Histone H1: an antimicrobial protein of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Biochem Biophysical Res Commun*, 284(3): 549-555.
- Roslan J, Yunus KFM, Abdullah N, Kamal SMM. 2014. Characterization of fish protein hydrolysate from tilapia (*Oreochromis niloticus*) by-product. *Agricult Agri Sci Procedia*, 2: 312-319.
- Shahidi F, Zhong Y. 2008. Bioactive peptides. *JAOC Int*, 91(4): 914-931.
- Sharma K, Nilsuwan K, Ma L, Benjakul S. 2023. Effect of liposomal encapsulation and ultrasonication on debittering of protein hydrolysate and plastein from salmon frame. *Foods*, 12(4): 761.
- Slizyte R, Rommi K, Mozuraityte R, Eck P, Five K, Rustad T. 2016. Bioactivities of fish protein hydrolysates from defatted salmon backbones. *Biotechnol Rep*, 11: 99-109.
- Su Y, Chen S, Cai S, Liu S, Pan N, Su J, Qiao K, Xu M, Chen B, Yang S. 2021. A novel angiotensin-I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptide from *Takifugu flavidus*. *Marine Drugs*, 19(12): 651.
- Şimşek A, Kılınc B. 2016. Et kaynaklı biyoaktif peptitler ve fonksiyonel özellikleri. *Gıda*, 41(4): 267-274.
- Tejpal C, Vijayagopal P, Elavarasan K, Linga Prabu D, Lekshmi R, Asha K, Anandan R, Chatterjee N, Mathew S. 2017. Antioxidant, functional properties and amino acid composition of pepsin-

- derived protein hydrolysates from whole tilapia waste as influenced by pre-processing ice storage. *J Food Sci Technol*, 54(13): 4257-4267.
- Tekle Ş. 2022. Yapı, İşlev, kullanım ve helallik tartışmalarıyla kollajen ve jelatin. *J Interdis Food Stud*, 2(1): 41-50.
- Türktaş KE, Çaklı Ş. 2018. 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. *Ege J Fish Aquatic Sci*, 35(4): 397-406.
- Tüysüz B, Cakir O, Sahin E. 2019. Bioactive peptides: formation and impact mechanisms. *The 3rd International Conference on Advanced Engineering Technologies*, 19-21 Eylül, Bayburt, Türkiye, ss: 736-743.
- Valero Y, Saraiva-Fraga M, Costas B, Guardiola FA. 2020. Antimicrobial peptides from fish: beyond the fight against pathogens. *Rev Aquacult*, 12(1): 224-253.
- Vázquez JA, Rodríguez-Amado I, Sotelo CG, Sanz N, Pérez-Martín RI, Valcárcel J. 2020. Production, characterization, and bioactivity of fish protein hydrolysates from aquaculture turbot (*Scophthalmus maximus*) wastes. *Biomolecules*, 10(2): 310.
- Wald M, Schwarz K, Rehbein H, Bußmann B, Beermann C. 2016. Detection of antibacterial activity of an enzymatic hydrolysate generated by processing rainbow trout by-products with trout pepsin. *Food Chem*, 205: 221-228.
- Wang K, Siddanakoppalu PN, Ahmed I, Pavase TR, Lin H, Li Z. 2020. Purification and identification of anti-allergic peptide from Atlantic Salmon (*Salmo salar*) byproduct enzymatic hydrolysates. *J Functional Foods*, 72: 104084.
- Wisuthiphaet N, Kongruang S, Chamcheun C. 2015. Production of fish protein hydrolysates by acid and enzymatic hydrolysis. *J Medic Bioeng*, 4(6): 466-470.
- Yavaşer R. 2011. Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye, ss: 124.