

Sürdürülebilir ürün gelişim modellemesi: Gıda sanayinde gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) fileto atıklarından sos eldesi

Tuba FİDANCİ AKBEY^{1*}, Ayşe KARA², Gonca ALAK³

¹Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, 25240 Erzurum-Türkiye

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojileri Bölümü, 53100 Rize-Türkiye

³Atatürk Üniversitesi, Su ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojileri Bölümü, 25240 Erzurum-Türkiye

Geliş Tarihi (Received Date): 13.02.2025

Kabul Tarihi (Accepted Date): 02.06.2025

Öz

Atık yönetimi ve kaynak geri kazanımı gibi entegre faydalarından dolayı endüstriyel balık atıklarının değerlendirilmesi işleme teknolojisi alanında ilgi görmektedir. Biyolojik olarak kolay parçalanabilen organik maddelere sahip olan bu atıklar farklı endüstriyel kullanımlar için uygun ve umut verici bir hammadde olmaya başlamıştır. Bu çalışmada, su ürünleri işleme atıklarından (proses sonucu oluşan balık fileto kırpıntı ve kas dokuları) baharatlar ve çeşitli sebzeler eşliğinde alternatif bir ezme oluşturarak tüketicinin beğenisine sunmanın yanı sıra sürdürülebilirlik ve yeşil ürün hedefleri kapsamında fileto atıklarının katma değerli ürünler olarak geri kazandırılması amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda ilk aşamada, elde edilen fileto kırpıntıları farklı soslarla zenginleştirilerek homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Cam kavanozlara alınan soslar konserve edilerek 120 gün süresince mikrobiyolojik, kimyasal ve duyu analizlerle takip edilmiştir. Elde edilen bulgulara kimyasal parametrelerle fermentasyon süresi arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları dikkate alındığında bu tarz ürünlerin kabul edilir bir albenisinin olduğu, yöresel dokunuşlarla geniş bir yelpazede tüketim potansiyeli taşıdığı sonucu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yan ürün, sos, alabalık, işleme atık

*Tuba FİDANCİ AKBEY, t.fidanci@hotmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-5632-4109>

Ayşe KARA, ayse.karal@erdogan.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-8448-2144>

Gonca ALAK, galak@atauni.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-7539-1152>

Sustainable product development modelling: Obtaining sauce from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet waste in the food industry

Abstract

Due to their integrated benefits in waste management and resource recovery, the utilization of industrial fish waste in processing technology is gaining interest. These wastes, which are biologically easily degradable, have become promising raw materials for various industrial uses. This study aims to present an alternative paste made from seafood processing waste (fillet scraps and muscle tissues) combined with spices and vegetables. By transforming fillet waste into value-added products, this paste will contribute to sustainability and green product goals. Initially, the fillet scraps were homogenously mixed with sauce. The sauces, stored in glass jars, were canned and monitored for 120 days through microbiological, chemical, and sensory analyses. The results showed a positive correlation between chemical parameters and fermentation time. Sensory evaluation results indicated that such products have an acceptable appeal and the potential for widespread consumption with regional touches.

Keywords: Byproduct, sauces, trout, process waste

1. Giriş

Gıda endüstrisi et, balık, şeker, süt, meyve ve sebzelerin işlenmesinden yan ürünler üretir. Yan ürün, ana ürünün üretimi sırasında ortaya çıkan diğer herhangi bir üründür. Bu hedef dışı ürünler bir piyasa değerine sahip olabilir veya olmayabilir. Bunlar fiziksel durumlarına bağlı olarak katı, sıvı ve karışık yan ürünler olarak gruplandırılmaktadır. Balıkların işlenmesinden elde edilen yan ürünler proteinler, yağlar, mineraller ve vitaminler açısından oldukça zengin olup balık canlı ağırlığının %70' ini oluşturur ve kullanılmayan büyük miktarda ham maddeyi (kafa, yüzgeç, fileto kırpıntıları, iskelet, deri, pullar, iç organlar) temsil eder [1].

Son yıllarda tüketiciler az düzeyde işlem görmüş, doğal ürünleri tercih etmektedir. Yöresel ve bölgesel olarak değişiklik gösterebilen ve genellikle fermantasyon sonucu oluşan ürünlerden olan [2] balık sosları artan talepler doğrultusunda kaliteli gıda tüketimi, gıdaların korunması için yeni teknolojilerin araştırılması, fonksiyonel gıdalar için atıklar ve sürdürülebilir kaynaklardan yeni teknolojileri üretebilme fikri ile ortaya çıkmıştır [3-6].

Fermantasyon yolu ile yapılan bu balık sosları, iç organların çok yüksek tuz konsantrasyonunda hidrolize edilerek üretilmektedir [7]. Tablo 1'de gösterildiği gibi deniz balıklarının yanı sıra tatlı su balıkları, karides ve midye gibi kabukluların atıkları ile de bu soslar hazırlanmaktadır [8]. Tablo 1 incelendiğinde, çalışmamızda tatlı su balığı kullanılması ve fileto kırpıntılarının değerlendirilmesi geleneksel (klasik fermentasyon, ev tipi) yaklaşımın kullanılması açısından farklıdır.

Tablo 1. Farklı balık atıklarından elde edilen soslara ait bazı çalışmalar

Balık Türü	Çalışma Konusu	Referanslar
<i>Gadus morhua</i> , <i>Gadus macrocephalus</i>	Tuzlu balık endüstrisinden çıkan atıkların fermante balık sosu üretiminde kullanımı	[9]
<i>Sprattus sprattus</i>	Azaltılmış tuz ve laktik asit bakterileri eklemenin balık sosunun kalitesine etkisi	[10]
<i>Tunnus thynnus</i> <i>Scomber scombrus</i>	"Garum" adlı Roma balık sosunun hazırlanmasında hücre dışı enzimlerin kullanımı	[11]
<i>Merluccius productus</i>	Pasifik alabalığı ve surimi yan ürünlerinden yapılan balık sosu	[12]
<i>Merluccius productus</i>	Pasifik alabalığından yapılan balık sosunun tüketici kabulü	[13]
<i>Kastuwonus pelamis</i>	Balık iç organlarının balık sosunda meydana gelen kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik değişimler	[14]

Su ürünleri endüstrisi, hem gıda temini hem de gelir kaynağı olmasının yanı sıra sahip oldukları karbonhidrat, protein, yağ, mineral maddeler ve vitaminler sayesinde dengeli beslenmede günden güne gıda sanayisinde de daha öncelik kazanan bir sektör halini almıştır. Yüksek değerli proteinlerin içeriği, uzun zincirli ω -3 yağ asitleri ve mikro elementlerin kaynağı sayesinde, beslenmemizde temel besin kaynağıdır. Son yıllarda balık üreticileri, su kaynaklarının azalması, artan alan kullanım verimliliği ve gelir gibi çeşitli nedenlerle yoğun ve süper yoğun gökkuşağı alabalığı yetiştirme sistemlerine yönelmişlerdir [15].

Yüksek besin değeri ile gökkuşağı alabalığı, önemli bir soğuk su balığı olup dünya çapında ve ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bir türdür. Su ürünleri istatistik verilerine göre; Türkiye, 814 bin tonluk gökkuşağı alabalığı üretimi ile dünya toplamının %14,06'sını karşılayarak dünyanın en büyük üreticisi konumundadır [16 -17]. Son on yılda, küresel balık üretimi ve tüketiminin büyük ölçüde artması, balık endüstrisinin herhangi bir geri kazanım girişimi olmadan sıklıkla atılan veya düşük katma değerli ürünlerde yetersiz kullanılan yan ürünlerin miktarlarının artmasına neden olmuştur [18]. Bu çalışma da yukarıda belirtilen süreç ve tüketici eğilimleri dikkate alınarak su ürünleri orjinli atıkların katma değerli ürünler olarak gıda sanayine kazandırılması ve gıdanın kalitesine olan etkisi gibi konularda literatüre katkı sağlayacak bir model çalışma olması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve metot

2.1. Gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) işleme atıklarının temini ve kas doku tasnifi

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi bünyesinde bulunan İçsu Balıkları Uygulama ve Araştırma Merkezi işleme ünitesinden temin edilen işleme prosesi olarak bilinen fileto çıkarma atıklarından kılçık üzerinde kalan kas dokular ayrılarak musluk suyuyla birkaç kez yıkanmıştır. Elde edilen fileto kırpıntı kas dokuları süzülerek aşağıda belirtilen prosedürle (Tablo 2) marine edilmiştir.

Tablo 2. Sos yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzeme	Miktar
Fileto kırpıntısı (kılçık)	150 g
Köy biberi	400 g (6 adet)
Şili biberi	200 g (7 adet)
Kapya biber	800 g (6 adet)
Domates (Kabukları soyulmuş)	10 adet
Maydanoz	1 bağ
Sarımsak	1 adet (baş)
Kaya tuzu	7 yemek kaşığı
Limon tuzu	4 yemek kaşığı
Sıvı yağ	180 mL (2 çay bardağı)
Üzüm sirkesi	270 mL (3 çay bardağı)

Cam bir kap içerisine ufak parçalar haline getirilen sebzeler ve fileto atıkları homojen bir şekilde karıştırıldı. İçerisine reyhan (*Ocimum basilicum* L.), sıvı yağ, sirke, kaya tuzu, limon tuzu katılarak tatlandırılma işlemi yapıldı. Karışım 330 ml cam kavanozlara eşit bir şekilde paylaştırıldı. Kapaklar aşağıda kalacak şekilde ters bir durumda soğuk su dolu bir tekneye yerleştirilerek kaynatma işlemi gerçekleştirildi. Vakumlama işlemi, kapaklara ısı yoluyla basınç uygulanmasıyla gerçekleştirildi, ardından numuneler soğumaya bırakılarak süreç tamamlandı. Hazırlanan soslar (Şekil 1) 2 aylık depolama süresinde kimyasal, duyu ve mikrobiyolojik olarak izlenmiştir.



Şekil 1. Balık sosu

3. Kimyasal analizler

Bozulma esnasında balık kasında meydana gelen kimyasal değişimlerin takibinde kısa sürede sonuç veren ve yaygın olarak kullanılan aşağıdaki parametreler dikkate alınmıştır.

3.1. Ham kül ve kuru madde

Ham kül ve kuru madde miktarının belirlenmesine yönelik analizler Gökalp [19]'e göre yapılmıştır.

3.2.Soslara ait renk yoğunluklarının ölçümü

Sosa ait L*, a* ve b* renk ölçümü Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japon) marka kolorimetre cihazı ile yapılmıştır. Analiz neticesinde koyuluk/açıklık değerini, L*, kırmızı/yeşil değerini, a*, ve sarı/mavi değerini ise b* temsil etmektedir [20-21].

3.3.Asitlik miktarı tayini

Sos örneğinden 2 gram alınarak, distile su ile 100 ml'ye tamamlandıktan sonra kaynayıncaya dek ısıya maruz bırakılmıştır. Oda sıcaklığına gelinceye dek birkaç damla fenolfitaleyn eklenip 0,1 N NaOH ile titre edilerek formülle hesaplanmıştır [22].

3.4.Tuz miktarı tayini

Sos örneğinden 5 g alınarak erlen aktarılmış saf su ile 250 mL' e tamamlanmıştır. Elde edilen karışımdan 10 mL alınıp 5 damla fenolfitaleyn eklenmiştir. Akabinde nötralize işlemi için 0,1 N NaOH (pembemsi renk gözleninceye kadar) ilave edilmiştir. Nötralize işleminin ardından 5 damla K₂CrO₄ (%5'lik) eklenerek 0,1 N AgNO₃ ile titre edilmiştir. Titrasyon sonucu kırmızı-kahverengi renk oluşumu gözlendikten sonra tuz miktarı hesaplanmıştır [22].

3.5. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı analizi

TVB-N analizinde homojen haline getirilen 40 gr sos 80 mL TCA çözeltisi ile IKA WerkTp marka Ultra Turrax'da 5 dk boyunca homojenize edilmiştir [23]. Ardından filtre kağıdından geçirildikten sonra çözeltiden 25 ml alınıp akabinde 5 ml NaOH (%10) eklenmiştir. Distilasyona tabii tutulan karışım pembemsi renk gözleninceye dek titre edilmiş ve formülasyonla TVB-N değeri mg/100 g olarak hesaplanmıştır [24].

3.6. Tiyobarbitürik Asit (TBA) tayini miktarı analizi

Bu analiz Tarladgis [25]'e yöntemine göre yapılmıştır. Elde edilen homojen karışım Kjeldahal balonuna aktarıldıktan sonra 2,5 ml 4 N hidroklorik asit (HCl), 47,5 mL saf su ve silikon yağı ilave edilmiştir. Destilasyon işlemine tabii tutulan örneklerin üzerine 0,02 M tiyobarbitürik asit standart çözeltiden ilave edilerek su banyosuna aktarılmıştır. Ardından inkübasyondan (95-100°C'de 35 dk) sonra örnekler soğutulularak köre karşı 538 nm dalga boyunda okunmuş ve mg/kgMDA olarak belirlenmiştir [26].

3.7.pH ölçümü

Sos örneğinden 1:10 oranında saf su ile Ultra Turrax ile homojenize edildikten sonra oda sıcaklığından (25 ± 2 °C) HACH TitraLab AT1000 marka pH metre ile ölçülmüştür [27].

4. Duyusal analiz

Bu analizler yedi panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Balık sosu örneklerinin duyusal özellikleri yaklaşık yüzde altmış erkek, yüzde kırk kadın olan bir panelist grubu tarafından belirlenmiştir. Değerlendirmede koku, yağlılık, tuzluluk, acılık, sululuk, aroma, görünüm, genel kabul gibi kriterler temel alındı. Her özellik için 0-100 puanlık bir grafik ölçeği kullanılmıştır [28].

5. Mikrobiyolojik analizler

Depolanan soslarda maya-küf, psikrotrofik, toplam aerobik mezofilik, laktik asit ve Enterobacteriaceae bakterileri için mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Steril şartlarda

gerçekleştirilecek analizler için 25 g örnek alınarak 225 mL serum fizyolojik suda Stomacher’de homojen hale getirilmiştir. Hazırlanan bu homojenattan uygun dilüsyonlar hazırlanarak her bakteri türü için özel besi yerleri ve inkübasyon şartları dikkate alınarak analizler yapılmıştır (Tablo 3) [5, 6, 20, 29, 30].

Tablo 3. Bakteri grupları ve inkübasyon ortamları

Bakteri grubu	Besi yeri	İnkübasyon şartları
Toplam aerobik mezofilik bakteri	Plate Count Agar (PCA, Merck)	37 °C’de 2 gün aerobik koşullarda
Psikrotrof bakteri sayımı	Plate Count Agar (PCA, Merck)	10 °C’de 7 gün aerobik koşullarda
Laktik asit bakteri sayımı	De Man Ragoose Sharpe Agar (MRS, Merck)	30 °C’de 2 gün anaerobik koşullarda
Enterobacteriaceae sayımı	Violet Red Bile Dekstrose Agar (VRBD. Merck)	30 °C’de 2 gün anaerobik koşullarda
Maya-küf	Potato dextrose agar (PDA)	22±1 °C’de 5 gün anaerobik koşullarda

6. Bulgular

Çalışmada depolama süresi boyunca balık sosuna ait pH, TVB-N, TBA, kuru madde, kül, tuzluluk, asitlik miktarı ve renk (L^* , a^* ve b^*) gibi kimyasal analiz bulguları (Tablo 4)’de, duyu analizi sonucuna ait değerler ise (Şekil 2)’de verilmiştir. Depolama zamanı dikkate alındığında balık sosuna ait pH değeri başlangıçta $4,42 \pm 0,10$ iken 2. ayda $3,31 \pm 0,04$ olarak asitlik miktarının artışıyla uyumlu bir değer tespit edilmiştir. TVB-N ve TBA değeri ise 2. ayda sırasıyla $16,19 \pm 1,00$ mg/100g ve $0,556 \pm 0,03$ mg/kgMDA olarak bulunmuştur. Renk değerlerini temsil eden L^* , a^* ve b^* değerleri ise başlangıç değerlerine göre 2. ayda azalış gösterdiği tespit edilmiştir.

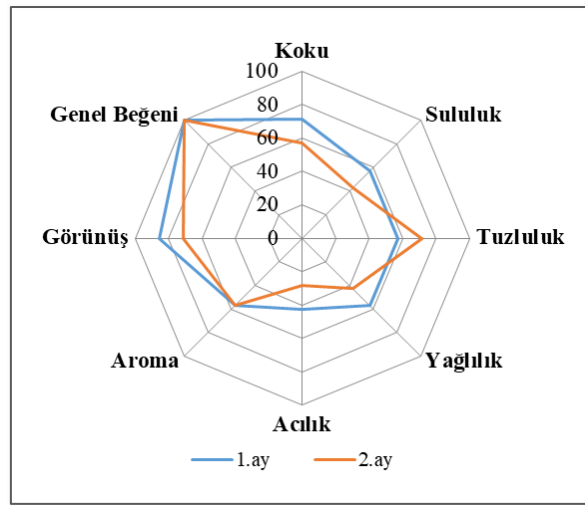
Tablo 4. Depolama süresi boyunca balık sosuna ait kimyasal analiz sonuçları

Parametreler	Depolama Süresi	
	1. Ay	2. Ay
pH	$4,42 \pm 0,10$	$3,31 \pm 0,04$
TVB-N(mg/100g)	$14,08 \pm 1,99$	$16,19 \pm 1,00$
TBA(mg/kgMDA)	$0,263 \pm 0,01$	$0,556 \pm 0,03$
Kuru Madde (%)	$16,92 \pm 0,36$	$18,91 \pm 0,34$
Kül (%)	$4,68 \pm 0,02$	$4,28 \pm 0,00$
Tuzluluk	$7,17 \pm 0,21$	$7,46 \pm 1,03$

Tablo 4 (devamı)

Asitlik Miktarı	1,50±0,05	5,50±2,06
L*	17,04±4,88	13,47±1,10
a*	13,34±2,82	10,65±0,49
b*	19,19±3,67	15,22±1,13

Bununla birlikte yapılan mikrobiyolojik analizlerde ise toplam aerobik mezofilik, psikrotrof, laktik asit, Enterobacteriaceae bakterileri ve maya-küf popülasyonları saptanabilir sınırın altında belirlenmiştir ($<2 \log \text{ kob g}^{-1}$). İstatistiksel analizlerde zamanın kimyasal parametrelerde (pH, TVB-N, TBA, kuru madde, kül, asitlik, L*, a* ve b* değerlerinde) $p<0,05$ seviyesinde etkili olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Depolama süresi boyunca balık sosuna ait duyuşsal analiz sonuçlarının radar grafikte gösterimi

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda modül başına puanlar ortalama $\pm$ standart sapma olarak analiz edildi. Analiz parametreleri ile zaman arasındaki karşılaştırma daha sonra student-t testi kullanılarak istatistiksel olarak ($p < 0,05$) test edildi.

7. Tartışma ve sonuç

Bu çalışma doktora ders çıktısı olarak üretilmiş ve bu tarz çalışmalar için bir modelleme ve motivasyon çalışması olarak sunulmuştur. Balık sosları ile yapılan çalışmaların (raf ömrü, tüketici beğenisi, kalite) sınırlı araştırma bulguları nedeniyle bu bölümde kısıtlı bilgi verilmiştir. Bu bilgilerde bir modelleme çalışması olarak kurgulanmış ve gelecek çalışmalara referans olma potansiyelini yerine getirecek şekilde değerlendirmeler yapılmıştır.

Balık atıkları ve balık işleme yan ürünleri, işleme endüstrisinden kolayca toplanabilmelerine ve ekonomik olarak rekabetçi ve değerli yan ürünlere dönüştürülme konusunda büyük bir potansiyele sahip olmalarına rağmen, beklenen ilgiyi hala görmemektedir [31].

Mikrobiyal aktivite, balık kalitesinde sınırlayıcı bir faktördür ve toplam aerob mezofilik bakteri sayısı da aynı kabul edilebilirliğin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Elde edilen bulgularda mikrobiyolojik ekim sonuçlarında koloni oluşturulan birim sayısının tespit edilir sınır altında ($<2 \log \text{ kob g}^{-1}$) olması sos içeriği ve yapılan konserveleme işlemi ile açıklanabilir. Tat ve aroma amaçlı kullanılan ve özellikle de antiseptik özelliği ile bilinen sarımsak, kükürt içeren organik bileşiklere sahip olup çok düşük konsantrasyonlarda bile bakterilere karşı geniş antimikrobiyal özelliklere sahiptir. Bu özellik sülfür bileşikler olan allisin veya diyalil disülfürden kaynaklanmaktadır [32]. Bilinen bir durum olarak allisinin serbest bırakılmasında düşük pH önemli etkiye sahiptir [33].

Zamanla fermentasyon uzadıkça pH değeri düşerek laktik asit bakterileri için uygun bir ortam sağlanır. Fermentasyonun ilerleyen aşamalarında balık sosundaki çözünmüş oksijen tükendikçe mikroorganizmaların çeşitliliği ve miktarı azalır [34].

Mikrobiyolojik bulguların paralelinde TVB-N sonuçlarında depolama süresince düşük TVB-N değerleri söz konusu ürünlerdeki bakteriyel aktivitenin inhibisyonu ile açıklanabilir ve mikrobiyolojik çıktılarla uyumludur. Depolama zamanına paralel olarak pH değeri azalan bir eğilim göstermiş olsa da TVB-N daha yüksek belirlenmiştir. Araştırma bulgularımız, depolama süresi boyunca tüm gruplarda TBA değerinin arttığını ortaya koymuştur. Bu eğilimin, ikincil ürünlerden aldehitler gibi hidroperoksitlerin üretiminden kaynaklı kaslardaki serbest demir ve diğer peroksitlerin artışından kaynaklanabileceği düşünülmektedir [3]. Benzer değişimler [35], TBA değerleri ve mikrobiyal değişimlerin et ürünlerinin bozulma oranını etkileyen biyoaktif bileşenlerle ilgili olabileceğini bildirmişlerdir.

Asitleştirme, balığın fermentasyonunda kritik bir süreçtir. Çalışmamızda başlangıç maddeleri eklenmiş gökkuşağı alabalığı fileto kırpıntıları ile hazırlanan sosun pH'sı 4,42'den yaklaşık 3,31'e düştü; bu değişiklik, dikkat çekicidir çünkü daha düşük bir pH değeri, fermente balıklarda daha iyi gıda güvenliği ile ilişkilendirilir. Balık ürünlerinin çiğ tüketimi için pH'nın 4,4'ün altında olduğu ürünler güvenli kabul edilir [34].

Tazelik, tüketicinin görünüm, doku ve tat algılarıyla doğrudan bağlantılı olduğundan balık kalitesinin en önemli yönlerinden biridir [30]. Renk gıda materyallerinin kabul edilebilirliği ve tüketilebilirliği noktasında nemli rol oynayan bir kalite parametresidir [36]. Ürünün istenen yüzey rengi çoğu zaman albeniyi artırmanın yanı sıra gıda matrisinde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar hakkında da fikir sahibi olmayı sağlamaktadır [37]. L^* değerinin azalması balık sosunda küçük peptitler ve serbest amino asitlerin varlığını, benzer olarak b^* değerlerinde tespit edilen azalış, fermentasyon aktivitesinden ve Millard reaksiyonundan kaynaklanan moleküllerin varlığı veya yokluğundan kaynaklanabilir [38]. Balık sosu ile yapılan farklı çalışma bulguları mevcut renk verilerimizle uyumludur [39, 40]. Fermentasyon sırasında balık sosu renk değişikliklerini kontrol edilmesi kadar duyuusal verilerde önemlidir.

Elde edilen organoleptik sonuçlarda hazırlanan sosun genel beğenisinin yüksek ve tercih edileceğini göstermiştir. Bu eğilim proteinin yeterli hidrolizinden, serbest amino asitlerin oluşmasından ve fermentasyon sırasında aroma maddelerinin oluşmasından kaynaklanabilir [38]. Soslarda belirlenen fiziko-kimyasal değişime bağlı olarak organik asitlerin birikmesi fermente gıdalara önemli faydalar sağlar. Bu sadece bozulmayı ve patojen mikroorganizmaların büyümesini engellemekle kalmaz, aynı zamanda gıdanın

lezzetini ve dokusunu geliştirmede önemli bir rol oynar. Bu nedenle organik asit birikim oranının arttırılması, fermente gıdaların kalitesinin arttırılmasına yönelik olumlu bir süreçtir. Tuz, fermente balık üretiminde en yaygın kullanılan hammaddelerden biri olup, bozulmaya neden olan mikroorganizmaların ve patojenlerin inhibisyonunda etkilidir. Bu antimikrobiyal etkinin yanı sıra, fermente balığın kendine özgü lezzetinin gelişmesine önemli ölçüde katkıda bulunarak tadını da arttırır [34].

Mevcut çalışma “FBSUÇ618 kodlu Akuakültürde Atıklar ve Atık Yönetimi” başlıklı doktora dersi kapsamında *motivasyon* ve *modelleme* çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgularda, fileto kırpıntıları kullanılarak hazırlanan balık soslarında duyu analizi verilerinin farklı kombinasyonlarla entegre edildiğinde ürün çeşitliliğine ve tüketici beğenisine olumlu etki gösterebileceği, alım/tüketim potansiyelinin olduğu ortaya konulmuştur.

Raf ömrünün dikkate alınması nedeniyle daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu ve bu çalışmalarda özellikle tuz ve acı değerlerinin düşük konsantrasyonların denenmesi önerisi çalışma verimiz olarak sunulabilir. Bununla birlikte etkinliğinin ortaya konulması adına farklı konsantrasyon ve entegrasyonlarla farklı baharat, sebze ve teknolojilerin (işlenmiş-işlenmemiş) çalışılması gerekmektedir. Yine bu yaklaşım, beraberinde artan çevre bilinci, doğal maddeler kullanılarak üretilen katma değerli ürünlere yönelik ilgiyi beslerken, bu yaklaşım sayesinde çevre kirliliğinin önüne geçilmesi ve atık miktarının azaltılması sağlanacaktır.

Teşekkürler

Mevcut çalışmanın planlanıp, sürdürülmesinde katkı ve desteklerini esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı ile Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğretim üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Esat Mahmut Kocaman’a ve Su Ürünleri Fakültesi İçsu Balıkları Uygulama ve Araştırma Merkezi çalışanlarına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Dissanayake K, Rifky M, Nurmukhamedov K, Makhmayorov J, Abdullayev B, Farmanov J, Samadiy M. 2024. A comparative analysis of traditional meat processing methods. In E3S Web of Conferences (Vol. 494, p. 04023). **EDP Sciences**.
- [2] Alak, G., Guler, K., Uçar, A., Parlak, V., Kocaman, EM., Yanık, T. ve Atamanalp, M., 2019. Quinoa as polymer in edible films with essential oil: Effects on rainbow trout fillets shelf life. **Journal of food processing and preservation**, 43(12), e14268.
- [3] Yumuk H, Alak G, Yanık T. 2019. Effects of chitosan with vegetable oil on shelf life of brown trout (*Salmo trutta fario*) fillets fed on prebiotics. **Journal of food safety**, 39(5), e12684.
- [4] Güler K, Yanık T, Alak G. 2024. Investigations on the shelf life of rainbow trout fillets covered by quinoa biofilms enriched with different essential oils (*Nigella sativa* and *Mentha piperita*). **Food Science and Technology International**, 30(3), 251-259.

- [5] Alak, G., Uçar, A., Parlak, V., Türkez, H., Kocaman, EM. ve Atamanalp, M., Abd El-Aty AM. 2023. Effect of coating with chitosan enriched with different borates on the shelf life of fish fillet. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 103(9), 4340-4350.
- [6] Beddows, CG., 1985. Fermented fish and fish products. Microbiology of Fermented Foods. Vol.2, Brian J.B. Wood, Ed. **Elsevier Applied Science Publishers LTD**, England, ISBN: 0-85334-333-0.
- [7] Van Veen AG. 1965. Fermented and dried seafood products in South-east Asia. In: Fish as Food Vol. 3. ed. G. Borgstrom, p. 227-250. **London, Academic Press**.
- [8] Pedersen, G, Skjerdal, T. 2000. Utilisation of waste from the salt fish industry in production of fermented fish sauce and other possible products. In: Proceedings of Journal Of Aquatic Food Product Technology 29th Wefta Meeting. S.A. Georgakis (Ed.) pp. 392-394. **Greek Soc. of Food Hygienists and Technologists**, Thessaloniki
- [9] Gildberg, A, Thongthai, C. 2001. The effect of reduced salt content and addition of halo-philic lactic acid bacteria on quality and composition of fish sauce made from sprat. **J. Aquatic Food Product Technol.** 10: 77-88.
- [10] Aquerreta, Y, Astiasaran, I, Bello, J. 2002. Use of exogenous enzymes to elaborate the Roman fish sauce “garum.” **J. Sci. Food Agric.** 82: 107-112.
- [11] Lopetcharat, K, Park, JW. 2002. Characteristics of fish sauce made from Pacific whiting and surimi by-products during fermentation stage. **Food Chem. Toxicol.** 67: 511-516.
- [12] Tungkawachara S, Park, JW, Choi, YJ. 2003. Biochemical properties and consumer acceptance of Pacific whiting fish sauce. **J. Food Sci.** 68: 855-860.
- [13] Dissaraphong, S, Benjakul, S, Visessanguan, W, Kishimura, H. 2006. The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on the chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation. **Bioresource technology**, 97(16), 2032-2040.
- [14] Yousefi A, Guo H, Dev S, Liko B, Lafrance S. 2022. Effects of ammonia energy fraction and diesel injection timing on combustion and emissions of an ammonia/diesel dual-fuel engine. **Fuel**, 314, 122723.
- [15] TÜİK. 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri 2019. <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=su%20%C3%BCr%C3%BCnleri&dil=1> Erişim tarihi: 25 Mayıs 2024
- [16] Öz M, Şahin D, Karlı Z, Aral O, Bahtiyar M. 2021. Investigation of the use of zeolite (Clinoptilolite) as aquarium filtration material for electric blue hap (*Sciaenochromis ahli*). **Marine Science and Technology Bulletin**, 10(2), 207-212.
- [17] Vásquez P, Sepúlveda CT, Zapata JE. 2022. Functional properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) viscera protein hydrolysates. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, 39, 102268
- [18] Gökalp HY, Kaya M, Tülek Y, Zorba Ö. 2001. **Et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu (4. Baskı)**. Atatürk Üniv. Yayın No:751, Zir. Fak. Yay. No:318, Ders Kitapları Serisi No:69, Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- [19] Atamanalp, M., Uçar, A., Kocaman, EM. ve Alak, G., 2021. Evaluation of brown trout (*Salmo trutta fario*) filets' shelf life: Fed with a humic supplemented diet. **Food Packaging and Shelf Life**, 29, 100675.
- [20] Kara A, Akköse A, Gelen SU, Uçar A, Parlak V, Kocaman EM, Alak G. 2024. A solution for fillet quality: Slaughter age's effect on protein mechanism and oxidation. **Heliyon**, 10(10).

- [21] Dericioğlu BN, Alak G, Atamanalp M. 2019. Determining protein denaturation of sardine (*Sardina pilchardus*) marinates before and after the maturation. **Journal of Food Processing and Preservation**, 43(9), e14059.
- [22] Malle P, Tao SH. 1987. Rapid quantitative determination of trimethylamine using steam distillation. **Journal of Food Protection**. 50(9). 756-760.
- [23] Alak, G., Kara, A., Akköse, A., Gelen, SU., Tanas, ŞT., Uçar, A. ve Atamanalp, M., 2024. Effect of climate change on fillet quality and shelf-life of *Oncorhynchus mykiss* under controlled conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 104(3), 1511-1520
- [24] Tarladgis BG, Watts BM, Younathan MT, Dugan L. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemists Society**, 37, 44-48.
- [25] Smith CA, Mitchinson MJ, Aruoma OI & Halliwell B. 1992. Stimulation of lipid peroxidation and hydroxyl-radical generation by the contents of human atherosclerotic lesions. **Biochemical Journal**, 286(3), 901-905.
- [26] Işık A, Atamanalp M, Alak G. 2020. Evaluation of antioxidant level and protein oxidation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during rigor and post-rigor. **Journal of Food Safety**, 40(1), e12746.
- [27] Altug, T. ve Elmacı, Y., 2005. Duyusal Analiz Teknikleri. **Meta Basım**, İzmir. 150s.
- [28] Korkmaz F, Parlak V, Kaynar Ö, Uçar A, Alak G, Atamanalp M. 2019. Effect of natural preservatives on protein degradation, microbiological and chemical alterations in rainbow trout fillets. **Pakistan J. Zool.**, 51(2), 405-412
- [29] Ceylan Z, İnanlı AG, Basahel A, Karaboğa D, Yılmaz MT. 2024. Determination of microbiological quality of boiled crayfish samples treated with chitosan. **Annals of Animal Science**. DOI: 10.2478/aoas-2024-0002
- [30] Duta L, Dorcioman G, Grumezescu V. 2021. A review on biphasic calcium phosphate materials derived from fish discards. **Nanomaterials**, 11(11), 2856.
- [31] Amerian, M., Khoramivafa, M., Palangi, A., Gohari, G. ve Ntatsi G. 2024. Antioxidant and Antimicrobial Properties of Garlic as Affected by Nitrogen and Selenium Concentrations. **Journal of Medicinal plants and By-Products**.
- [32] Bhattacharya ,S., DasChowdhury, S., 2024. Entrapment of bioactive organosulfur allicin from garlic in polyoxyethylene based micelle carrier system for enhanced shelf-life: in vitro release kinetics and in silico analysis.
- [33] Cai, H., Tao, L., Zhou, X., Liu, Y., Sun, D., Ma, Q. ve Jiang, W., 2024. Lactic Acid Bacteria in Fermented Fish: Enhancing Flavor and Ensuring Safety. **Journal of Agriculture and Food Research**, 101206.
- [34] Dua S, Bhat ZF, Kumar S. 2015. Effect of lemon peel extract on the oxidative stability and storage quality of Tabak-Maz, traditional fried mutton ribs. **Nutrition & Food Science**, 45(5), 662-676
- [35] El-Gendy NM, Amer A, Ibrahim HA. 2024. Physico-Chemical and Sensory Assessment of Local and Imported Catfish Fillets. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, 80(1).
- [36] Akça, EE. ve Beylikçi, SC., 2022. "Bireysel Hızlı Dondurma (IQF) İşleminin Kırmızı Eriklerde Fiziksel Kalite Parametrelerine Etkisi. **Meyve Bilimi**, 9.2: 23-28.
- [37] Ghayoomi H, Edalatian Dovom MR, Habibi Najafi MB, Pourfarzad A. 2024. The principal component analysis of key and significant features of the safety and nutritional value of Mahyaveh sauce. **Food Science & Nutrition**, 12(4), 2896-2907.

- [38] Dissaraphong S, Benjakul S, Visessanguan W, Kishimura H. 2006. The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on the chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation. **Bioresource technology**, 97(16), 2032-2040.
- [39] Klomklao S, Benjakul S, Visessanguan W, Kishimura H, Simpson BK. 2006. Effects of the addition of spleen of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) on the liquefaction and characteristics of fish sauce made from sardine (*Sardinella gibbosa*). **Food Chemistry**, 98(3), 440-452.