

Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences

Journal homepage: www.dergipark.org.tr/ejbc



Balık sosu üretiminde kullanılan *Lactobacillus sakei* ve *Staphylococcus carnosus* bakterilerinin antioksidan aktivite kapasitesine etkisi

Fatma Çolakoglu¹ , Selin Özge Dinç^{2*} , Fatma Nur Ergün³ 

^{1,2*,3}Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye

*Corresponding author : selinozge.dinc@comu.edu.tr
Orcid No: <https://orcid.org/0000-0003-1597-1929>

Received : 25/09/2024
Accepted : 12/01/2025

To Cite / Atıf için: Çolakoglu F, Dinç, SÖ, Ergün FN. 2025. Balık sosu üretiminde kullanılan *Lactobacillus sakei* ve *Staphylococcus carnosus* bakterilerinin antioksidan aktivite kapasitesine etkisi. Eurasian J Bio Chem Sci, 8(1):1-7 <https://doi.org/10.46239/ejbc.1555588>

Özet: Balık sosu fermantasyon tekniği ile üretilen, nitelikli fonksiyonel bir üründür. Kehribar renginde lezzetli bir sıvı olan ürünün yapısal özellikleri ortamda bulunan mikroorganizma ve enzim faaliyetleri ile şekillenmektedir. Yapılan bu çalışmada, hamsiden (*Engraulis encrasicolus*) geleneksel yöntem ve starter kültürle; *Lactobacillus sakei* ve *Staphylococcus carnosus* (BFL-F06, Almanya), balık sosu üretimi gerçekleştirilmiştir. Starter kullanımı, üründe geleneksel üretimden farklı olarak hem tuz oranının düşük olmasını hem de lezzet gelişiminin iyileştirilmesini vaat eden bir üretim şeklidir. Çalışmada, geleneksel üretimde % 20 oranında, starter ilaveli üretimde ise % 3 oranında tuz kullanılmış, sonuçta elde edilen ürün grupları, kalite özellikleri açısından da değerlendirilmiştir. Sos gruplarında sırasıyla; ham protein oranı % 10,72-12,43, ham yağ içeriği ise % 3,21-2,17 olarak belirlenmiştir. Duyusal açıdan, starter grubunda ekşi tadın, geleneksel sos grubunda ise tuzlu ve balıksı tadın baskın olduğu belirlenmiştir. DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) temizleme aktivitesi açısından ise, geleneksel üretimle elde edilen sos grubunda daha güçlü antioksidan aktivite belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Engraulis encrasicolus*, balık sosu, *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus*, kalite, antioksidan aktivite

The effect of Lactobacillus sakei and Staphylococcus carnosus bacteria on the antioxidant activity capacity in fish sauce production

Abstract: Fish sauce is a high-quality functional product produced through fermentation techniques. The structural properties of this amber-colored, flavorful liquid are shaped by the microorganisms and enzyme activities present in the environment. In this study, fish sauce was produced using anchovy (*Engraulis encrasicolus*) with traditional methods and starter cultures of *Lactobacillus sakei* and *Staphylococcus carnosus* (BFL-F06, Germany). The use of starters represents a production method that promises both a lower salt content and improved flavor development compared to traditional production. In the study, 20 % salt was used in traditional production and 3% in starter-added production, and the resulting product groups were also evaluated in terms of quality characteristics. In the sauce groups, the crude protein content was determined as 10.72-12.43 % and the crude fat content as 3.21-2.17 %, respectively. Sensory evaluation revealed that the starter culture group had a sour taste, while the traditional sauce group had a salty and fishy taste. In terms of DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) scavenging activity, the traditional production method resulted in sauces with stronger antioxidant activity.

Keywords: *Engraulis encrasicolus*, fish sauce, *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus*, quality, antioxidant activity

© EJBCS. All rights reserved.

1. Giriş

Balık sosu, “kendine has karakteristik kokusu ile tuzlanmış balıkların açık kahverengi renkte sıvı hidrolizatları” olarak tanımlanan ve tarihi 2000 yıl öncesine dayanan değerli bir üründür. Sos, geleneksel olarak çeşitli balıkların yardımcı maddeler ve baharatlar ile hazırlanan ham karışımlarının

farklı (1:1-1:6) tuz konsantrasyonlarında fermente edilmesiyle üretilmektedir. Fermantasyon sürecinde balığın makromolekülleri, ortamdaki mikroorganizmalar tarafından ve ürettikleri eksojen enzimler ve/veya hammaddede var olan endojen (amilaz, proteaz ve lipaz gibi) enzimlerin aktivitesi ile parçalanmaktadır (Sun ve ark.

2016). Mikroorganizma ve enzimlerin aktiviteleri sonucu üründe gelişen biyoaktif özellikler, üretimde mikrobiyal aktiviteyi değerli kılmakta ve son yıllarda üretim konusunda yapılan çalışmalarda bu özellikler, ilgi çekmektedir (Lee ve ark. 2015; O'Bryan ve ark. 2015; Wang ve ark. 2018).

Fermentasyon ortamının kendine has florası ve bu flora ya bağlı olarak değişen parçalanma ürünleri ve metabolitler, balık sosu konusunda üzerinde durulması gereken önemli noktalar. Ancak üretimde kullanılan geleneksel yöntem, doğası gereği kontrolsüz ilerlemekte, ticari üretimde başta standardizasyon ve güvenlik parametreleri olmak üzere çeşitli olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle balık sosu üretiminde geleneksel yöntem alternatif olarak starter kültür kullanımı öngörülmekte, kontrollü gerçekleşen fermentasyon süreci ile istenilen kalitede ürünler üretilmektedir. Hatta belirli mikroorganizmaların ilavesi ile aroma ve tat oluşumu istenildiği gibi şekillendirilebilmekte, ayrıca son üründe biyoaktif özellikler geliştirilebilmektedir. Kore balık sosu ile yapılan bir çalışmada, fermentasyon süresince bakteri florasının yapısal özellikleri ve ortamdaki ana metabolitler incelenmiş, ortamda var olan amino asitler ve benzerlerinin yanı sıra antimikrobiyal ve antioksidan aktivite gösteren organik asit, etanol, hidrojen peroksit ve bakteriyosinler de üretildiği, bunların ürüne güvenlik özellikleri kattığı ifade edilmiştir (O'Bryan ve ark. 2015). Fermentasyon sürecinde, özellikle protein moleküllerinin kapsamlı bir şekilde parçalanması sonucu oluşan biyoaktif peptit ve diğer parçalanma ürünleri ürüne biyoaktif özellik kazandırmaktadır (Duan ve ark. 2016; Elegado ve ark. 2016; Lee ve ark. 2016; Wang ve ark. 2018). Yapılan çalışmalarda, parçalanma ile üretilen hidrofobik amino asitler, peptitler ile koenzim Q10 gibi vitamin benzeri bileşenlerin, ürüne antioksidan ve antimikrobiyal özellikler kattığı bildirilmektedir (Sørensen ve ark. 2004; Pyo ve Oh 2011; Aluko 2012; Hamzeh ve ark. 2020; Bu ve ark. 2021).

Bu çalışma kapsamında, ülkemiz denizlerinden en fazla üretimi yapılan hamsiden geleneksel yöntem ve starter kültür ilavesi ile balık sosu üretimi yapılmıştır. Starter kültür olarak ise fermente sucuk üretiminde kullanılan ticari starter kültür (*Lactobacillus sakei* ve *Staphylococcus carnosus* / BFL-F06, Almanya) karışımı tercih edilmiştir. Starter kullanımı, üründe geniş yelpazede parçalanma ürünleri oluşumunu destekleyebilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada elde edilen üründe, tat ve aroma çeşitliliği başta olmak üzere, antioksidan kapasitesi açısından da değerli bir ürün oluşumu beklenmiştir. Bu nedenle çalışmada, antioksidan aktivite kapasitesi fermentasyon süreci boyunca ölçülerek bakterilerin aktiviteye etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca elde edilen son üründe kalite özellikleri de duyuşal, fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan incelenmiş, geleneksel üretim ve starter kültür uygulaması ile üretilen ürün grupları arasındaki farklılık ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

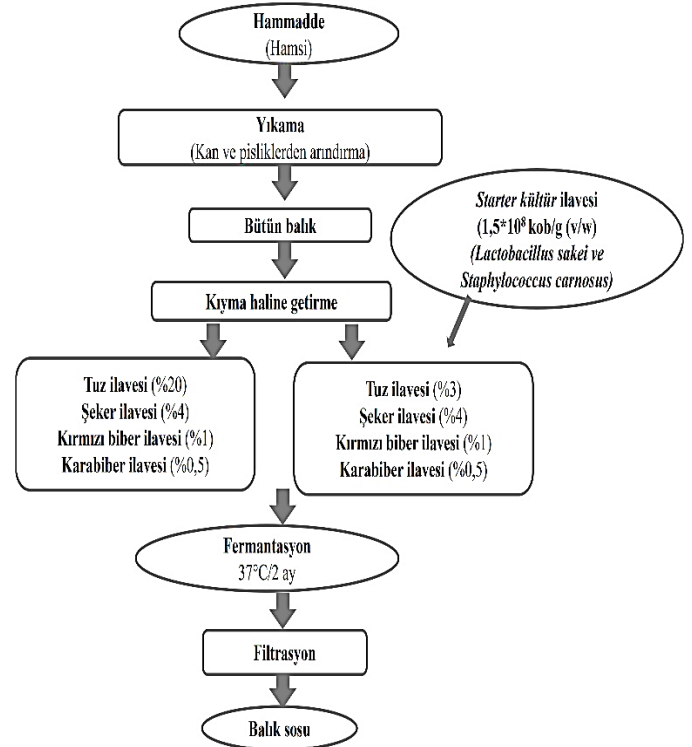
Araştırmada materyal olarak, Karadeniz'den avcılığı yapılan *Engraulis encrasicolus* (hamsi) kullanılmıştır.

Balıklar, balık halinden temin edilmiş ve strafor kutularda buzlanmış olarak laboratuvara getirilmiştir. Sos hazırlığında ilave edilen yardımcı maddelerden baharat, deniz tuzu, şeker ise marketten temin edilmiştir.

2.2. Metot

2.2.1. Geleneksel ve starter kültür kullanılarak balık sosu üretimi

Balık sosu üretimi Ormancı ve ark. (2018), Zang ve ark. (2018) ve Zeng ve ark. (2013)'ün bildirdiği yöntemlerin modifiye edilmesi ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Kısaca, hammadde kıyma haline getirilmiş olup, baharat ilavesi ile yoğurularak balık hamuru haline getirilmiştir. Fermentasyon sürecinin ardından numuneler, balık sosunun posadan ayrılması için aşamalı olarak kaba filtre kağıdından süzölmüştür. Berrak sıvı halde elde edilen soslar analizlere kadar buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Starter kültür ilavesi ile gerçekleştirilen sos üretiminde ise, sucuk üretiminde fermentasyon işlemi için kullanılan ticari mix kültür preparatından (*Lactobacillus sakei* ve *Staphylococcus carnosus* / BFL-F06, Almanya) yararlanılmıştır. Öncelikle hazır starter kültür, genel amaçlı bir sıvı besiyeri olan Nutrient Broth'a bir öze dolusu aktarılmış ve 35°C'de 18-24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Aynı işlemin tekrarlanması ardından, fermentasyon işleminde kullanılacak taze kültür elde edilmiştir. Hücre yoğunluğu McFarland yardımı ile steril saf su kullanılarak 10^6 - 10^8 kob/ml'ye ayarlanmıştır.



Şekil 1. Geleneksel yöntem ve starter kültür ilavesi ile balık sosu üretim şeması

2.2.2. Balık soslarında fiziko-kimyasal analizler

Numunelerin pH analizi; Ludorf ve Meyer (1973)'ün metoduna göre, tuz miktarı analizi ise Mohr metoduna göre

yapılmıştır (AOAC 2000). Renk analizi; Minolta Chromometer cihazında sıvı ölçümüne uygun küvetlerin kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm öncesi kalibrasyon beyaz standart plaka kullanımı ile gerçekleştirilmiş olup, örneklerin rengi L, a* ve b* değerleri ile belirlenmiştir. L değeri 0=siyah; 100=beyaz, b* değeri +değer=sarı; -değer=mavi ve a* değeri +değer=kırmızı; -değer=yeşil şeklinde ifade edilmektedir. Besin kompozisyonu analizleri; nem analizi AOAC (2000)'e göre, ham kül analizi yakma yöntemi ile (AOAC 2000), ham protein analizi ise Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (AOAC 2000). Ham yağ analizi, Bligh ve Dyer (1959)'un uyguladığı yöntem esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.3. Mikrobiyolojik analizler

Örnekler aseptik koşullarda tartımın ardından, örneğin 90 ml peptonlu su içerisinde homojenize edilerek analize hazırlanmıştır. Ardından homojenizattan 10⁻³'e kadar onluk seyreltilimler hazırlanmış ve ekimler gerçekleştirilmiştir (Anonim 1998). Analizlerde kültür ve sayım yöntemleri olarak yayma plak ve dökme plak yöntemleri kullanılmıştır. Analiz edilen bakteri grupları ise toplam aerobik bakteri, halofilik bakteri, *Enterococcus* subsp., *Staphylococcus* subsp., laktik asit bakterileri, *Bacillus* subsp., toplam maya ve küf olarak belirlenmiştir (Anonim 1998; Anonim 2001). Toplam aerobik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA), halofilik bakteri sayımı için % 7 NaCl ilaveli Plate Count Agar, *Enterococcus* subsp. sayımı; D-Coccosel Agar, *Staphylococcus* subsp. sayımı için BP (Baird-Parker) Agar, laktik asit bakteri sayımı için MRS (de Man, Rogosa Sharpe) Agar, *Bacillus* subsp. sayımı için *Bacillus cereus* Selective Supplement bulunan MYP (mannitol egg yolk polymyxine) Agar ve toplam maya ve küf sayımı için Malt Extract Agar kullanılmıştır. Ekimi yapılan petrilere gerekli koşullarda inkübasyonu sonunda, üreme görülen bakteri kolonilerinin sayımları yapılmıştır. Tespit edilen sayı seyreltme faktörü ile çarpılarak, ürünlerin gramındaki bakteri miktarı belirlenmiş ve sonuçlar kob/ml olarak verilmiştir (Harrigan ve McCance 1976).

2.2.4. Duyusal analiz

Tarife dayalı duyusal analiz; Balık soslarının karakter duyusal özelliklerini ölçmek için, 7 profesyonel panelist katılımıyla analizler gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz; renk, temel tatlar, aroma ve ağızda kalan tat ana başlıkları ile bu başlıklar altında türetilen alt başlıklara dayanarak belirlenmiştir. Panelistler analiz öncesinde ürün özelliklerinin isimlendirilebilmesi amacıyla eğitime tabii tutulmuştur. Bu eğitimde tuzlanmış ürünler ve fermente soslar üzerine yapılmış farklı çalışmalarda kullanılan terimler göz önünde bulundurularak koku, tat ve görünüş başlığı altında alt terimler geliştirilmiştir (Ritthiruangdej ve Suwonsichon 2006). Sunum esnasında ise ürünler kodlanmış ve panelistlere düzensiz şekilde sunulmuştur ve ürün özellikleri “en düşük değer” (1) ve “en yüksek değer” (9) olarak nitelendirilmiştir.

2.2.5. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Antioksidan aktivite DPPH radikali temizleme aktivitesi ile tespit edilmiştir. DPPH radikali temizleme aktivitesi,

Thaipong ve ark. (2006) göre test edilmiştir. Kısaca Trolox ((±)-6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid) ve balık sosu örneklerinden 2,5 mg/ml ila 40 mg/ml konsantrasyonlarında alt numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki numunelerden 1ml alınarak, 3 ml hacmindeki 4 mg/100 ml konsantrasyonunda hazırlanmış 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ile karıştırılmıştır. Reaksiyon tüplerinin 515 nm dalga boyunda absorpsiyon değerleri ölçülmüştür. Metanol negatif kontrol, Trolox pozitif kontrol olarak ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki formül kullanılarak % DPPH temizleme aktivitesi olarak ifade edilmiştir (Denklem 1).

$$\%DPPH = \frac{(A_0 - (A - Ab))}{A_0} \times 100 \quad (1)$$

Denklemde A0: DPPH Absorpsiyonu; A: Örnek/Trolox/ Absorpsiyonu; Ab: Kör (metanol) Absorpsiyonu ifade etmektedir.

2.2.6. İstatistiksel analiz

Bu çalışmada tüm analizler üç paralel olarak test edilmiştir. Balık sosu grupları arasındaki farkları belirlemek için SPSS 27 istatistik yazılımı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılmış olup, sonuçlar ortalama ± SD olarak ifade edilmiştir. Gruplar arasındaki karşılaştırmalar için Bağımsız T-Testi (eğer veriler normal dağılıyorsa) ve Mann-Whitney U Testi (eğer veriler normal dağılmıyorsa) kullanılmıştır. Anlamlılık p<0.05 olarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Balık sosu, ortamdaki mikrobiyal flora ve enzimlerle karakterize edilen fermente bir üründür. Geleneksel üretimde moleküllerin parçalanması, yüksek oranda tuz ilavesi ile tamamen doğal bir süreçte gerçekleşir. Starter kültür kullanımında ise, düşük oranda kullanılan tuz ve starter eşliğinde üretim kontrollü gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada, fermentasyon ortamına % 3'lük tuz eşliğinde ticari mix kültür preparatının (*Lactobacillus sakei* ve *Staphylococcus carnosus* /BFL-F06, Almanya) eklenmesi ile ve geleneksel yöntemle iki ayrı sos üretilmiş, üretim sürecinde fermentasyon ortamının antioksidan aktivite kapasitesine ve ürün kalitesi etkisi araştırılmıştır.

3.1. Balık sosu gruplarının fiziko-kimyasal analiz sonuçları

Yapılan çalışmada sos gruplarının benzer şekilde, hafif asidik pH değerine sahip oldukları, üretim sonucunda pH değerlerinin 4,75 ve 5,02 civarında olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Yapılan renk analizi sonucunda ise, örneklerin sarı-kahverengi renk tonlarında olduğu tespit edilmiştir. L değeri starter uygulanan grupta daha koyu tespit edilirken (19,51), geleneksel üretim grubunda daha açık (18,98) bir tonda olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Ölçümlerde a* değeri rengin gelenekselde bordo-kırmızımsı ama starter grubunda daha açık bir renk olduğunu göstermektedir (p>0.05). Örneklerin b* değeri de en yüksek geleneksel grubunda tespit edilmiş, bu sos grubunda daha sarıya kaçan kehribar rengine meyil olduğu belirlenmiştir. Yine starter grubunda b* değeri de daha düşük tespit edilmiştir (p<0.05) (Tablo1).

Tablo 1. Balık soslarının fiziksel analiz sonuçları

	Geleneksel Yöntem Balık Sosu	Starter Kültür İlaveli Balık Sosu
pH	5,02±0,08 ^a	4,75±0,02 ^b
Tuz (%)	19,72±1,01 ^a	3,60±0,10 ^b
Renk		
L	18,98±0,85 ^a	19,51±1,61 ^b
a*	0,50±0,25 ^a	0,46±0,01 ^a
b*	1,15±0,06 ^a	1,00±0,27 ^b

Balık sosları, besin kompozisyonu içeriği açısından birbirine benzer özellik göstermişlerdir. Besin kompozisyonu analizlerine ait sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Sos numunelerinin geleneksel ve starter gruplarında sırasıyla yüksek protein içeriğine; % 10,72-12,43, düşük yağ içeriğine % 2,17-3,21, sahip oldukları tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Tablo 2). Geleneksel olarak üretilen sos grubu su içeriğinin % 65,43 değeri ile düşük kül içeriğinin yüksek (% 18,42) olduğu, starter grubunda ise su içeriğinin % 73,50 değeri ile yüksek, kül içeriğinin düşük (% 4,16) olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 2). Bu değerler diğer araştırmacıların yaptıkları çalışma sonuçları ile de uyumludur (Mueda 2015; Russo ve ark. 2020).

Tablo 2. Balık soslarının besin kompozisyonu analiz sonuçları

%	Geleneksel Yöntem Balık Sosu	Starter Kültür İlaveli Balık Sosu
Nem	65,43±0,38 ^a	73,50±0,38 ^b
Kül	18,42±0,12 ^a	4,16±0,04 ^b
Protein	10,72±0,19 ^a	12,43±0,45 ^b
Yağ	3,21±0,59 ^a	2,17±0,33 ^b

3.2. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Sos grupları mikrobiyolojik açıdan incelendiğinde ise, tüketiminde risk oluşturabilecek bir durum olmadığı, mikroorganizma içeriklerinin düşük düzeyde olduğu görülmüştür. Balık soslarının mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 3’te özetlenmiştir. Sonuçlara göre geleneksel sos ürün numunelerinde sadece 3 log kob/ml civarında aerobik bakteri yükü tespit edilmiş, buna ek olarak 1 log kob/ml civarında ise halofilik mikroorganizma varlığı dikkati çekmiştir. Bu mikroorganizmalar, tuza tolerans gösteren % 20 tuzlulukta varlık gösterebilen organizmalardır. Starter ilaveli sos numunelerinde ise kullanılan mikroorganizmalar, laktik asit bakterileri ve *Staphylococcus* subsp. 2,23-2,12 log kob/g değerleriyle aerobik bakteri yüküne paralel olarak varlık göstermişlerdir.

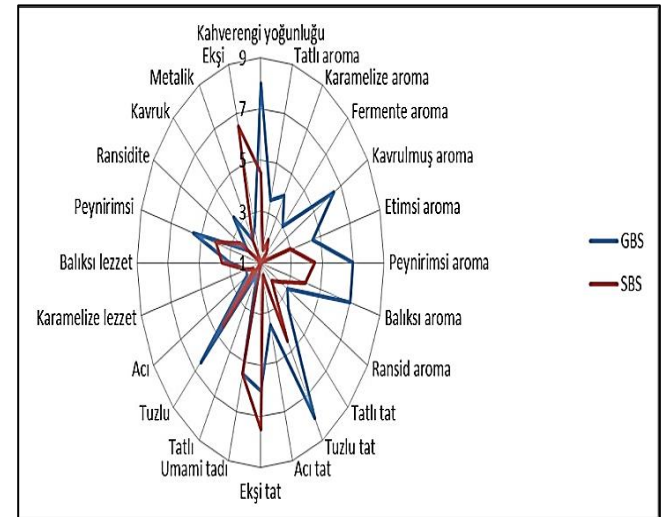
Tablo 3. Balık soslarının mikrobiyolojik analiz sonuçları

Mikrobiyolojik analiz (log kob/ml)	Geleneksel Yöntem Balık Sosu	Starter Kültür İlaveli Balık Sosu
Toplam aerobik-mezofilik canlı	3,14	4,86
Halofilik mikroorganizma	1,02	<1
<i>Enterococcus</i> subsp.	<1	<1
<i>Staphylococcus</i> subsp.	<1	2,23
Laktik asit bakteri	<1	2,12
<i>Bacillus</i> subsp.	<1	<1
Toplam maya ve küf	<1	<1

3.3. Duyusal analiz sonuçları

Balık soslarının duyusal özelliklerini ölçmek için uygulanan bu analiz, 7 profesyonel panelist katılımcıyla gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz renk, temel tatlar, aroma ve ağızda kalan tat ana başlıkları ile bu başlıklar altında türetilen alt başlıklara dayanarak belirlenmiştir (Tablo 4) (Şekil 2).

Lezzet, balık sosunun duyusal olarak önemli bir göstergesidir ve tüketicide ürün seçimini yönlendiren önemli bir özelliktir (Feng ve ark. 2015). Temel tatlar; tuzlu, ekşi, tatlı, acı ve umami olarak nitelendirilmektedir. Sos grupları temel tat açısından incelendiğinde, gelenekselde üründe tuzlu tadın hakim olduğu (8), starter kültürde ise umami tadın (5,5) gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Sos gruplarındaki tatlar tatlı, karamelize, fermente, kavrulmuş, etli, peynirli, balıklı ve ekşi olmak üzere 8 aroma açısından değerlendirilmiştir.



Not: GBS: Geleneksel yöntem balık sosu; SBS: Starter kültür ilaveli balık sosu

Şekil 2. Balık soslarının duyusal analiz sonuçları

Geleneksel üretim doğal fermantasyonun bir sonucu olarak daha aromatik belirlenmiş, starter uygulamasında ise et (3), peynir (4,5) ve balığımsı (4) aromalar hakim bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4) (Şekil 2). Gelenekselde ağızda kalan tat peynirimsi (5,5) olurken, starter uygulamasında ekşi (6,5) olmuştur ($p<0.05$). Renk değerlendirmesinde ise kahverengi yoğunluğu geleneksel üretimde 8, starter uygulamasında 4,5 olarak belirlenmiştir ($p<0.05$).

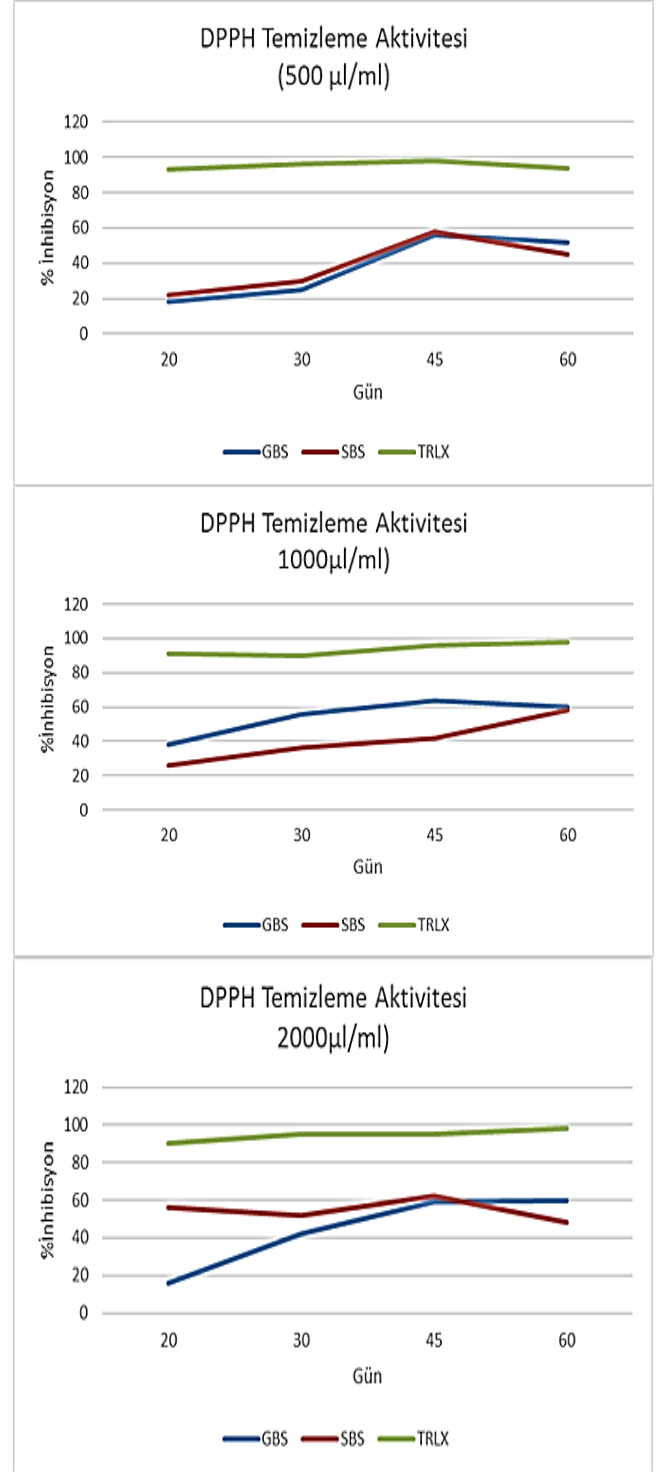
3.4. Fermantasyon süresince antioksidan aktivite sonuçları

Geleneksel yöntem ile üretim ve starter kültür uygulaması ile üretim arasında uygulama konsantrasyonu ve süreye bağlı olarak göreceli değişimler de gözlenmiş, fakat anlamlı değişimler belirlenmemiştir (Şekil 3) ($p>0.05$).

Tablo 4. Balık soslarının duyu analizi sonuçları

	Geleneksel Yöntem Balık Sosu	Starter Kültür İlaveli Balık Sosu
Renk yoğunluğu		
Kahverengi yoğunluğu	8,0 ^a	4,5 ^b
Aroma		
Tatlı aroma	3,5 ^a	1,5 ^b
Karamelize aroma	4,0 ^a	2,0 ^b
Fermente aroma	3,0 ^a	1,5 ^b
Kavrulmuş aroma	6,5 ^a	1,0 ^b
Etimsi aroma	4,5 ^a	3,0 ^b
Peynirimsi aroma	7,0 ^a	4,5 ^b
Balık aroma	7,0 ^a	4,0 ^b
Ransid aroma	3,0 ^a	2,5 ^b
Tat		
Tatlı tat	3,5 ^a	2,0 ^b
Tuzlu tat	8,0 ^a	4,5 ^b
Acı tat	3,5 ^a	1,5 ^b
Eksi tat	6,0 ^a	7,5 ^b
Umami	5,5 ^a	5,5 ^a
Tadım sonrası ağızda kalan tat		
Tatlı lezzet	1,5 ^a	1,0 ^b
Tuzlu lezzet	6,5 ^a	4,5 ^b
Acı lezzet	2,0 ^a	1,5 ^b
Karamelize lezzet	2,0 ^a	2,0 ^a
Balıksı lezzet	3,0 ^a	3,5 ^b
Peynirimsi lezzet	5,5 ^a	4,0 ^b
Ransid lezzet	2,0 ^a	2,5 ^b
Kavruk lezzet	3,5 ^a	1,0 ^b
Metalik lezzet	2,0 ^a	2,0 ^a
Ekşi lezzet	2,5 ^a	6,5 ^b

DPPH temizleme aktivitesi, sos gruplarında fermentasyonun 20. günü itibarıyla, sosun durulmaya başlaması ile, ölçülmeye başlamış, 45 ve 60. günlerde olmak üzere iki aylık süreçte dört defa analiz edilmiştir. Sos gruplarında 20. günde bir farklılık görülmemiş ($p>0.05$), 30.günde başlayan değişim, 500-1000 ve 2000 µl/ml'lik konsantrasyonların tümünde her iki grupta da farklılaşmaya başlamıştır ($p<0.05$). Geleneksel balık sosunda 45. günde en yüksek inhibisyon % 64 olarak 1000 µl/ml konsantrasyonunda belirlenirken, starter uygulaması için bu değerler 60. günde 2000 µl/ml konsantrasyonda % 60 olarak belirlenmiştir.



Not: GBS: Geleneksel yöntem balık sosu; SBS: Starter kültür ilaveli balık sosu; TRLX: Trolox

Şekil 3. Fermentasyon sürecinde antioksidan aktivitenin değişimi

Geleneksel yöntemle üretilen sos grubunda, antioksidan aktivite kapasitesinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durum geleneksel üretim tekniğinde kullanılan %20 oranındaki tuz içeriğinin oluşturduğu iyon bağlarının güçlü antioksidan aktivitesi ile açıklanabilmektedir. Yapılan önceki çalışmalarda da fermentasyonun antioksidan aktiviteyi artırdığı bununla birlikte farklı ve yoğun tuz konsantrasyonlarının da antioksidan aktivite üzerinde olumlu etki gösterdiği bildirilmiştir (Je ve ark. 2005; Ohata ve ark. 2016; Peralta ve ark. 2021).

4. Sonuç

Çalışmanın sonucunda, geleneksel yöntem ve starter ilavesi ile üretilen balık soslarında besin değeri açısından, ham protein oranının sırasıyla, % 10,72-12,43, ham yağ içeriğinin ise % 3,21-2,17 arasında olduğu belirlenmiştir. Esas itibarıyla bileşen farklılığı geleneksel ürün üretiminde kullanılan % 20 tuz içeriği ile alakalı gerçekleşmiş bu ürün grubunda su içeriği düşük (% 65,43), tuz ve kül miktarı ise % 20 civarında olup starter gruplara göre yüksek oranda tespit edilmiştir. Sos gruplarında starter kültür ilavesi ile üretilen balık sosunda pH değeri 4,75 olarak geleneksel yöntem ile üretilen (5,02) sosa göre daha düşük bulunmuştur. Sosun önemli kalite kriterlerinden olan renk değerlerinin ise starter ilaveli üretim grubunda daha açık renkte olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada sos grupları antioksidan içerikleri açısından incelendiğinde, süreç boyunca az da olsa konsantrasyona bağlı değişimler gözlenmiş, ancak geleneksel üründe aktivite kapasitesi genel anlamda daha yüksek bulunmuştur. Ürünler duyuşal açıdan değerlendirildiğinde ise, her iki grupta tat ve aromanın farklı olduğu belirlenmiştir. Geleneksel üretim doğal fermentasyonun bir sonucu olarak daha aromatik bir ürün özelliği göstermiş, tuz ve peynirimsi tatların baskın olduğu saptanmıştır. Starter uygulamasında ise üründe et, peynir ve balıgımsı aromaların hakim olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak, üretilen balık soslarının nitelikli protein ve düşük yağ içeriğine sahip hafif asidik ve güçlü aroma bileşenleri olan ürünler olduğu belirlenmiş, starter grubunda ekşi, tadın geleneksel sos grubunda ise tuzlu tadın baskın olduğu belirlenmiştir.

Teşekkürler

Bu çalışmaya desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız. Bu çalışma 2209-A 2022 yılı 2. dönem çağırısı kapsamında 1919B012222851 no'lu proje ile desteklenmiştir.

Bu makalenin özeti, 7th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2024) Kongresinde sözlü olarak sunulmuş ve kongre elektronik özet kitabında sadece özet basılmıştır.

Yazarların katkıları: FÇ: Proje danışmanlığı; metodoloji; doğrulama; yazım – inceleme ve düzenleme; süpervizyon. SÖD: Veri edinimi; yazılım; doğrulama; biyimsel analiz; yazım – özgün taslak; görselleştirme. FEN: Proje yönetimi; Veri edinimi; Yazım – inceleme ve düzenleme; biyimsel analiz; görselleştirme.

Çıkar çatışması açıklaması: Yazarlar bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde hiçbir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Aluko R. 2012. Bioactive peptides. In: Functional foods and nutraceuticals, 1st edn. Springer, New York
- Anonim 1998. Bacteriological analytical manual edition 8, revision A. In: Food and Drug Administration (FDA) Division of Microbiology and Association of Official Analytical Chemists. New Hampshire, USA
- Anonim 2001. Bacteriological analytical manual. In: Food Drug Administration (FDA), Center for Food Safety & Applied Nutrition (CFSAN). New Hampshire, USA
- AOAC 2000. Official Methods of Analysis. In: Association of Official Analytical Chemists, 18th edn. D.C., Washington
- Bligh EG, Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37:911-917
- Bu Y, Liu Y, Luan H, Zhu W, Li X, Li J. 2021. Changes in protease activity during fermentation of fish sauce and the correlation with antioxidant activity. J. Sci. Food Agric. 102(8):3150-3159
- Duan S, Hu X, Li M, Miao J, Du J, Wu R. 2016. Composition and metabolic activities of the bacterial community in shrimp sauce at the flavor-forming stage of fermentation as revealed by metatranscriptome and 16S rRNA gene sequencings. J. Agric. Food Chem. 64(12):2591-2603
- Elegado FB, Colegio SMT, Lim VMT, Gervasio ATR, Perez MTM, Balolong MP, Banaay CBG, Mendoza BC. 2016. Ethnic fermented foods of the Philippines with reference to lactic acid bacteria and yeasts. In: Tamang JP (ed) Ethnic fermented foods and alcoholic beverages of Asia. Springer, New York
- Feng Y, Su G, Zhao H, Cai Y, Cui C, Sun-Waterhouse D, Zhao M. 2015. Characterisation of aroma profiles of commercial soy sauce by odour activity value and omission test. Food Chem. 167: 220-228
- Hamzeh A, Noisa P, Yongsawatdigul J. 2020. Characterization of the antioxidant and ACE-inhibitory activities of Thai fish sauce at different stages of fermentation. J. Funct. Foods. 64:103699.
- Harrigan WF, McCance ME. 1976. Laboratory methods, 2nd edn. Academic Press, London
- Je JY, Park PJ, Byun HG, Jung WK, Kim SK. 2005. Angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory peptide derived from the sauce of fermented blue mussel, *Mytilus edulis*. Bioresour. Technol. 96(14):1624-1629
- Lee SH, Jung JY, Jeon CO. 2015. Bacterial community dynamics and metabolite changes in myeolchi-aekjeot, a Korean traditional fermented fish sauce, during fermentation. Int. J. Food Microbiol. 203:15-22
- Lee YC, Kung HF, Huang CY, Huang TC, Tsai YH. 2016. Reduction of histamine and biogenic amines during salted fish fermentation by *Bacillus polymyxa* as a starter culture. J Food Drug Anal. Journal List. 24(1):157-163
- Ludorf W, Meyer V. 1973. Fische und fischerzeugnisse. In: Auflage Z, Parey PY (eds). Berlin und Hamburg
- Mueda RT. 2015. Physico-chemical and color characteristics of salt fermented fish sauce from anchovy *stolephorus commersonii*. AACL Bioflux. 8:565-572

- O'Bryan CA, Crandall PG, Ricke SC, Ndahetuye JB. 2015. Lactic acid bacteria (LAB) as antimicrobials in food products: types and mechanisms of action. In: Taylor TM (ed) Handbook of natural antimicrobials for food safety and quality, Woodhead Publishing, USA
- Ohata M, Uchida S, Zhou L, Arihara K. 2016. Antioxidant activity of fermented meat sauce and isolation of an associated antioxidant peptide. Food Chem. 194:1034-1039
- Ormancı HB, Künili İE, Çolakoglu FA. 2018. Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) ve atıklarından balık sosu üretimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fak. Derg. 6:177-185
- Peralta EM, Endoma JrLF, Sefil AS, Palmos GN. 2021. Chemical and antioxidant activity changes in Philippine green mussel (*Perna viridis*) during fermentation at varying salt concentrations. Philipp J. Sci. 150(6B):1711-1722
- Pyo YH, Oh HJ. 2011. Ubiquinone contents in Korean fermented foods and average daily intakes. J. Food Compos. Anal. 24(8):1123-1129
- Ritthiruangdej P, Suwonsichon T. 2006. Sensory properties of Thai fish sauces and their categorization. Agric. Nat. Resour. 40(6):181-191
- Russo GL, Langellotti AL, Genovese A, Martello A, Sacchi R. 2020. Volatile compounds, physicochemical and sensory characteristics of Colatura di Alici, a traditional Italian fish sauce. J. Sci. Food Agric. 100:3755-3764
- Sørensen R, Kildal E, Stepaniak L, Sørhaug T. 2004. Inhibition of angiotensin I converting enzyme (ACE) by peptides from fish muscle and cheese. Curr Top Pept Protein Res. 6:101-104
- Sun J, Yu X, Fang B, Ma L, Xue C, Zhang Z, Mao X. 2016. Effect of fermentation by *Aspergillus oryzae* on the biochemical and sensory properties of anchovy (*Engraulis japonicus*) fish sauce. Int. J. Food Sci. Technol. 51(1):133-141
- Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Byrne DH. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC Assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. J. Food Compos. Anal. 19:669-675
- Wang Y, Li C, Li L, Yang X, Wu Y, Zhao Y, Wei Y. 2018. Effect of bacterial community and free amino acids on the content of biogenic amines during fermentation of Yu-lu, a Chinese fermented fish sauce. J. Aquat. Food Prod. 27(4):496-507
- Zang J, Xu Y, Xia W, Yu D, Gao P, Jiang Q, Yang F. 2018. Dynamics and diversity of microbial community succession during fermentation of Suan yu, a Chinese traditional fermented fish, determined by high throughput sequencing. Food Res Int. 111:565-573
- Zeng X, Xia W, Jiang Q, Yang F. 2013. Effect of autochthonous starter cultures on microbiological and physico-chemical characteristics of Suan yu, a traditional Chinese low salt fermented fish. Food Control. 33(2):344-351