



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 02.06.2025
Kabul Tarihi : 06.11.2025

Received Date : 02.06.2025
Accepted Date : 06.11.2025

DOĞAL RENKLENDİRİCİLER İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÇİPURA (*Sparus aurata* L., 1758) BALIĞI ETİNİN DUYUSAL, FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ İLE BAZI BESİN KOMPOZİSYONLARININ ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF SENSORY, PHYSICAL PROPERTIES AND SOME NUTRITIONAL COMPOSITIONS OF SEA BREEM (*Sparus aurata* L., 1758) FISH MEAT ENRICHED WITH NATURAL COLORANTS

Bengünur ÇORAPCI^{1*} (ORCID: 0000-0002-1005-5406)

Burak Hüseyin DOĞRU¹ (ORCID: 0009-0004-3456-2535)

Cansel KALEMCİ¹ (ORCID: 0009-0000-5514-6718)

Beyza DÜNDAR¹ (ORCID: 0009-0007-9772-7343)

¹ Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Avlama-İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Bengünur ÇORAPCI, bengucorapci@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada doğal renklendiriciler ile zenginleştirilmiş çipura balığı (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) etinin duyusal, fiziksel özellikleri ile bazı besin kompozisyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Kontrol (K), ıspanaklı (I) ve böğürtlenli olmak üzere üç farklı grup oluşturulmuştur. pH değeri böğürtlenli balık toplarında diğer gruplara göre daha düşük tespit edilmiştir. Su aktivitesi değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. L*, a* ve b* değerleri arasındaki fark tüm gruplarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Besin kompozisyonu değerleri arasındaki farklılık %kül miktarı hariç önemsizdir. Toplam aminoasit miktarı en yüksek grup böğürtlenli balık topları grubu iken, en düşük ise ıspanaklı balık topları grubu olarak bulunmuştur (p<0,05). Tüm gruplarda en yüksek oranda bulunan mineral maddeler K, Na ve Mg olarak tespit edilmiştir. Görünüş, tekstür ve renk puanları açısından tercih edilen grup ıspanaklı balık topları olurken, koku puanları açısından böğürtlenli balık topları tercih edilmiştir. Sonuç olarak, çipura balığı etine böğürtlen ilave edilmesi toplam amino asit miktarı ile K, Na ve Cr miktarlarını artırırken, koku puanlarını olumlu etkilemiştir. Ispanak ilavesinin duyusal açıdan tüketici tercihlerini olumlu etkilediği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Çipura (*Sparus aurata*), duyusal, besin kompozisyonu, amino asit, mineral

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the sensory, physical properties and some nutritional compositions of sea bream (*Sparus aurata* L., 1758) meat enriched with natural colorants. Three different groups were formed: control (C), spinach (S), and blackberry (B). The pH value was lower in blackberry fish balls compared to the other groups. No statistical difference was observed between the groups in terms of water activity values. The difference between L*, a* and b* values was statistically significant in all groups (p<0,05). The differences in the nutritional composition values are insignificant, except for the ash content. The highest total amino acid content was found in the blackberry fish balls group, while the lowest was found in the spinach fish balls group (p<0,05). K, Na and Mg were found to be the most abundant mineral substances in all groups. Spinach fish balls were the preferred group in terms of appearance, texture and color scores, while blackberry fish balls were preferred in terms of odor scores. As a result, addition of blackberry to sea bream meat increased the total amino acids, K, Na and Cr contents and positively affected the odor scores. It can be said that the addition of spinach positively affected consumer preferences in terms of sensory.

ToCite: ÇORAPCI, B., DOĞRU, B. H. KALEMCİ, C. & DÜNDAR, B., (2025). DOĞAL RENKLENDİRİCİLER İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÇİPURA (*Sparus aurata* L., 1758) BALIĞI ETİNİN DUYUSAL, FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ İLE BAZI BESİN KOMPOZİSYONLARININ ARAŞTIRILMASI. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(4), 2045-2055

Keywords: Sea bream (*Sparus aurata*), sensory, nutritional composition, amino acid, mineral

GİRİŞ

Su ürünleri, çoklu doymamış yağ asitlerine sahip olması, esansiyel amino asitler yönünden zengin protein içeriği, vitaminler ve mineraller gibi birçok mikro besin ögesini bünyelerinde bulundurmaları nedeniyle dengeli ve sağlıklı beslenmenin ana bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Nesheim ve Yaktine, 2007). Bu nedenle deniz ve tatlı sulardan elde edilen pek çok su ürünü insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Turan vd., 2006). Ülkemiz 2021 yılı verilerine göre su ürünleri üretiminde avcılıktan elde edilen ürün miktarının azaldığı, yetiştiricilikten elde edilen ürün miktarının ise arttığı görülmektedir (TÜİK, 2022). Denizlerde yetiştiricilik yoluyla üretilen balıkların %33'ünü levrek, %28'ini çipura, %28'ini alabalık oluşturmaktadır (TEPGE, 2022). Türkiye'de su ürünleri tüketimi bölgelere göre farklılık göstermekle birlikte 2021 yılında yıllık kişi başı tüketim 6,5 kg olarak bildirilmiştir. 2019 yılında kişi başına yıllık su ürünleri tüketimi Dünya ortalaması ise 22 kg'dır (TÜİK, 2022). Su ürünleri tüketim miktarımız dünya ortalamasının oldukça altındadır. Bu nedenle bu miktarı artıracak, balık ve diğer su ürünlerinin tüketimine teşvik edecek yeni yöntemler denenmesi gerektiği açıktır. Mevcut çalışma ile çipura balığı etinin ıspanak ve böğürtlenden ile doğal bir şekilde renklendirilerek farklı ve tüketiciler için cazip bir ürün haline getirilmesi hedeflenmiştir.

Gıda katkı maddeleri içerisinde yer alan gıda boyaları diğer bir ifade ile renklendiriciler, işlem ve depolama sırasında gıda maddelerinin kaybolan doğal rengini yeniden vermek, zayıf olan doğal rengi kuvvetlendirmek, gerçekte renksiz olan gıdalara renk vermek ve düşük kalitelerini gizlememek koşulu ile, cazip ve kabul edilebilir ürünler elde etmek amacıyla kullanılmaktadır (Yörük ve Danyer, 2016; Baydan ve Ceyhun Sezgin, 2021). Gıdalarda sıklıkla kullanılan renklendiricilere örnek olarak; sunset yellow (sarı renk), tartazin (açık turuncu-sarı renk), Allura red (kırmızı renk), Kurkumin (turuncu-sarı renk) verilebilir (Baydan ve Ceyhun Sezgin, 2021). Bununla beraber yapay renklendiricilerin farklı tümör ve kanser türlerine neden olabileceği bildirilmiştir (Sultana vd., 2023). Ayrıca yapılan bir çalışmada yapay renklendiricilerin 3 ve 8-9 yaş grubu çocuklarda hiperaktiviteyi artırdığı kanıtlanmıştır (McCann vd., 2007). Doğal renklendiriciler doğal kaynaklardan hatta meyve ve sebze sanayi atıklarından elde edilmiş olan ekstrakt maddeleri olarak bilinmektedir (Özer, 2010). Yapay renklendiricilere göre daha güvenilir ve sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı daha fazla tercih edilmektedir ve bu nedenle son zamanlarda kullanımı artmıştır (Dinç, 2007; Ceyhun Sezgin ve Ayyıldız, 2019). Doğal renklendiriciler değişik kimyasal yapılarda bulunmaları sebebiyle bir kısmı suda çözünebilirken, bir kısmı ise suda çözünmemektedir (Demirağ ve Uysal, 2009). Çeşitli meyve ve sebzelerden doğal gıda boyası elde etme yöntemleri bulunmasına rağmen bunlar genellikle kurabiye, pasta gibi tatlı ürünler ya da erişte gibi çeşitli yiyecekleri renklendirmek için kullanılmaktadır (Anonim, 2023a; Anonim 2023b). Bununla beraber yaban mersini ekstraktı ilave edilen sazan balığı köftelerinin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal nitelikleri üzerine olumlu etki ettiği ve raf ömrünün uzatılmasına katkı sağladığı bildirilmiştir (Kaya, 2019). Bir başka çalışmada siyah havuç ve kırmızı pancar suyu konsantresi sürülebilir peynir üretiminde kullanılmıştır. Çalışma sonucunda fizikokimyasal, tekstürel, duyuşal ve mikrobiyolojik analizlerin genelinde konsantre ilaveli örneklerin kontrol grubuna göre beğenilirliklerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Okumuş, 2016). Nar kabuğu ve hibiskus bitkisinin burger ya da surimi gibi işlenmiş balık ürünlerinde renklendirici ve koruyucu olarak ürünlerin mikrobiyal ve duyuşal raf ömrü üzerine olumlu etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Tayel vd. 2018). Ayrıca zerdeçal kökleri ve sumak meyveleri gibi renklendirici bitki özlerinin surimilerde duyuşal özellikleri geliştirdiği görülmüştür. Bu bitki özlerinin surimilerde biyokoruyucu, antimikrobiyal, kalite artırıcı ve renklendirici ajanlar olarak deniz ürünlerinin muhafazasında kullanılması önerilmiştir (Tayel vd. 2021). Organik yapıları doğal renk maddelerinden farklı olarak mineral kaynaklı bazı renk maddelerinin de bulunmasından dolayı, doğal renklendiriciler kimyasal yapılarına göre; organik doğal renklendiriciler ve inorganik doğal renklendiriciler olarak ikiye ayrılmaktadır (Demirağ ve Uysal, 2009). Organik doğal renklendiriciler; antosiyaninler, klorofiller, karotenoidler, anatto (biksin), kantaksantin, B-Apo-8' karotenol, B-Apo-8'-karotenol asit etil esteri, bitkisel karbon, sade karamel, kostik sülfat karamel, amonyum karamel, sülfat-amonyum karamel, koşinal, kurkumin, likopen, lutein, pancar kökü kırmızısı, paprika ekstraktı, riboflavin, riboflavin 5'-fosfat sodyum, krosetin ve gardenya olarak sayılabilir. İnorganik renklendiriciler arasında ise alüminyum tozu, altın, demir oksit, gümüş, titanyum dioksit ve kalsiyum karbonat yer almaktadır (Algan Özkök ve Taştekin, 2021).

Bu çalışmada çipura balığı (*Sparus aurata* L., 1758) etine ıspanak ve böğürtlenden elde edilen doğal renklendiriciler ilave edilmiş ve renkli balık topları elde edilmiştir. ıspanak içeriğindeki klorofilden dolayı yeşil renk eldesi amacıyla, böğürtlenden ise içerdiği antosiyaninden dolayı pembe-mor renk eldesi amacıyla organik doğal renklendirici olarak tercih edilmiştir. ıspanak ve böğürtlendenin her ikisinin de suda çözünebilen renk pigmentleri ihtiva etmesi, balık etine

lezzet ve duyuşsal özellikler bakımından uyum sağlayacağı düşünülerek seçilmiştir. Bununla beraber, balık etine ilave edilen doğal renklendiricilerin etkisini daha iyi görebilmek adına beyaz etli bir balık olan çipura balığı kullanılmıştır. Çalışmanın temel amacı yukarıda adı geçen doğal renklendiriciler ile zenginleştirilmiş çipura balığı etinin duyuşsal, fiziksel özellikleri ile besin kompozisyonlarının belirlenmesidir. Bu amaçla elde edilen ıspanak ve böğürtlen ile renklendirilmiş balık toplarının tüketiciler üzerindeki etkileri ve su ürünleri işleme sektörüne katkı sağlayıp sağlayamayacağı araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Balık Etinin Hazırlanması

Bu çalışmada ortalama boyları $28,92 \pm 0,24$ cm ve ortalama ağırlıkları $426,79 \pm 13,62$ g olan (toplam 5 kg) çipura balıkları (*Sparus aurata*) kullanılmıştır. Balıklar Sinop'taki yerel bir balıkçıdan temin edilmiş ve soğuk zincir ile Sinop Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Balıkların boy ve ağırlıkları alınmış ve daha sonra pul, baş ve iç organ temizliği yapılmıştır. Balıklar kan ve diğer atıklardan uzaklaştırılmak için yıkanmış ve daha sonra filetoları çıkarılmıştır. Deri ve kılçıklar uzaklaştırıldıktan sonra balığın sadece et kısımları parçalayıcıdan geçirilerek kıyılmıştır.

Renklendirici Materyallerin Hazırlanması

Balık etinin renklendirilmesinde dondurulmuş ıspanak ve böğürtlen kullanılmıştır. Yaklaşık 1 kg ıspanak ve 800 g böğürtlen $\frac{1}{2}$ oranında suda 15 dk haşlanmıştır. Haşlanan ıspanaklar süzdürülmüş ve daha sonra parçalayıcıdan geçirilmiştir. Haşlanan böğürtlenler ise çekirdeklerinden arındırılmak amacıyla ince bir tel süzgeçten geçirilmiştir. Renklendirme amacıyla parçalayıcı ve süzgeçten geçirilen ıspanak ve böğürtlen püreleri kullanılmıştır.

Çipura Balığı Etinden Balık Topları Eldesi

Yaklaşık 2 kg kıyılmış çipura balığı eti kullanılarak balık topları hazırlanmıştır. Kıyılmış balık eti içerisine %1,70 oranında yumurta akı ve %0,59 oranında tuz ilave edilmiştir. Elde edilen karışım el ile yoğurulmuştur. Karışım daha sonra K, I ve B olmak üzere üç eşit gruba ayrılmıştır. K grubu renklendirici katılmamış (kontrol) grubunu temsil etmektedir. I grubuna %12,21 ıspanak püresi, B grubuna ise yine aynı oranda %12,21 böğürtlen püresi ilave edilmiştir. Renklendirici katılan gruplar tekrar el ile yoğurulmuştur. Her üç grupta yaklaşık 2 cm büyüklüğündeki top şeklinde el ile şekillendirilmiştir.

Analizler

Her üç grupta da tüm analizler (duyuşsal analiz hariç) çiğ balık topları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Analizler 2 tekrerr 3 paralel olacak şekilde yürütülmüştür.

pH ve Su Aktivitesi Analizleri

Örneklerin pH ölçümleri pH metre (WTW, 3110, 2AA112, Germany) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre yaklaşık 5 g örneğe pH metrenin elektrodu daldırılmak suretiyle fiziksel ölçüm yapılmıştır. Örneklerin su aktivitesi analizi ölçümleri Novasina Lab Swift marka su aktivitesi cihazı ile AOAC (1980)'e göre gerçekleştirilmiştir.

Renk Analizleri

Örneklerin renk değerleri Konica Minolta/CR-A33a (Osaka, Japan) marka renk ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Besin Kompozisyonu Analizleri

Ham protein tayini AOAC (1980)'e göre ham yağ tayini ise Bligh ve Dyer (1959)'a göre gerçekleştirilmiştir. Örneklerin % nem miktarı Ludorf ve Meyer (1973) ve % kül miktarı ise AOAC (1984)'e göre yapılmıştır. %Karbonhidrat ve enerji değerleri (Kcal/100g) Falch vd., (2010)'a göre hesaplanmıştır.

Amino Asit Analizleri

Homojenize edilmiş balık eti (0,5 g) tartılmış ve 20 ml HCl ile 110°C'de 18-24 saat süreyle yakılmıştır (Blackburn, 1968). Numuneye 20 ml saf su eklenmiş ve 70°C'de bir evaporatörde kurutulmuştur. Hacim, saf su ile volumetrik bir şişede 50 ml'ye tamamlanmıştır. Amino asitler Zorbax Eclipse AAA, UFLC ile 4,6 X 150 mm, 3,5 µm kolon kullanılarak ayrılmıştır. Akış hızı 1 mL/dak ve kolon sıcaklığı 40 °C olarak ayarlanmıştır. Tüm numuneler iki tekrar olarak analiz edilmiş ve sonuçlar mg/g cinsinden verilmiştir.

Mineral Madde Analizleri

Homojenize balık etinden 0,5 gram numune tartılmış ve 20 mL HCl ile 110°C'de 18-24 saat boyunca yakılmıştır. Daha sonra 20 mL saf su ilave edilerek 70°C'de evaporatörde kurutulmuştur. Kurutulan numune saf su ile 50 mL'ye tamamlanarak enjeksiyona hazır hale getirilmiştir. HPLC analizinde Zorbax Eclipse AAA 4,6 X 150 mm, 3,5 µm kolon kullanılırken mobil faz A olarak %0,1 formik asit içeren su, mobil faz B olarak ise %0,1 formik asit içeren metanol kullanılmıştır. Enjeksiyon hacmi 10 µL, akış hızı 1 mL/dk ve kolon sıcaklığı 40°C olarak ayarlanmıştır. Gradyan programı 2,5 dakikada A fazı %85 ve B fazı %15 olacak şekilde başlamış, farklı oranlarda devam etmiş ve 14 dakikada başlangıç koşullarına dönmüştür. Seyreltme faktörü analiz sonuçlarına yansıtılmıştır.

Duyusal Analizler

Duyusal analizler için balık topu örnekleri yağlı kağıt serilmiş fırın tepsisinde 180°C'de 15 dk pişirilmiştir. Analizlere Su Ürünleri Fakültesi'nde görevli deneyimli 5 panelist ile Su Ürünleri Fakültesi öğrencilerinden oluşan 15 kişi katılmış toplamda 20 kişilik bir panelist grubu oluşturulmuştur. Buna göre; her gruptan 10 g örnek beyaz porselen tabaklarda panelistlere sunulmuş ve örnekleri görünüş, tat, koku, renk ve tekstür kriterleri bakımından değerlendirmeleri istenmiştir. Örneklerin duyusal analizlerinde York ve Sereda (1994)'den modifiye edilmiş olan 5 puanlık hedonik skala kullanılmıştır. 5 puanlık hedonik skalada 5=Çok beğendim, 4=Beğendim, 3=Orta derecede beğendim, 2=Beğenmedim, 1=Hiç beğenmedim olarak nitelendirilmiştir. Örneklerin duyusal analizleri 2 tekerrür 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Araştırmada elde edilen veriler Microsoft Office Excel 2020 programı kullanılarak ortalama ve standart hatalar hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri Minitab 17 (Minitab Inc., State College, PA, USA) paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

pH ve Su Aktivitesi

Örnek gruplarına ait pH ve su aktivitesi analiz sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir. pH değeri böğürtlenli balık toplarında diğer gruplara göre daha düşük tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 1. pH ve Su Aktivitesi Analiz Sonuçları

	K	I	B
pH	6,51±0.01 ^a	6,52±0.01 ^a	6,33±0.01 ^b
Su aktivitesi (aw)	0,98±0.00 ^a	0,98±0.00 ^a	0,98±0.00 ^a

K: Kontrol (sade) balık topları, I: Ispanaklı balık topları, B: Böğürtlenli balık topları

Taze balıkların pH değerlerinin 6,00-6,50 arasında değiştiği bilinmektedir (Ludorf ve Meyer, 1973). Yapılan çalışmalarda çipura balığının 0. gün pH değerlerinin 6,22 (Khemir vd., 2020), 6,27 (Çetinkaya vd., 2021) ve 6,50 (Spanou vd., 2024) aralıklarında değiştiği görülmüştür. Bununla beraber, Çorapçı vd., (2020) çipura balığının pH değerini 6,74 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda B grubunun pH değerinin diğer gruplardan daha düşük olmasının sebebinin kullanılan böğürtlenin asidik yapısının pH değerini düşürmesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Genel olarak gıdaların su aktivitesi değerleri 0,1-0,99 arasında değişmektedir. Pek çok taze sebze, meyve, et, tavuk, balık gibi gıdaların su aktivitesi değerleri 0,99 civarındadır. Gıda maddelerindeki su miktarı arttıkça su aktivitesi yükselerek 1,0'e yaklaşır. Ancak hiçbir gıdanın su aktivitesi değeri 0 veya 1 olamaz (Erkmen, 2010). Çalışmamızda örnek gruplarının tümünde su aktivitesi değeri 0.98 değerinde tespit edilmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Benzer şekilde bir başka çalışmada taze çipura balığının su aktivitesi değeri 0,97 olarak bildirilmiştir (Çorapçı vd., 2020).

Tablo 2. Renk (L*, a*, b*) Değerleri Analiz Sonuçları

Gruplar	L*	a*	b*
K	53,55±0.41 ^a	-1,04±0.05 ^b	9,78±0.24 ^b
I	37,88±0.28 ^b	-8,27±0.27 ^c	13,05±0.37 ^a
B	34,98±0.45 ^c	8,64±0.23 ^a	3,04±0.08 ^c

K: Kontrol (sade) balık topları, I: Ispanaklı balık topları, B: Böğürtlenli balık topları

Ürün rengi tüketici cazibesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Günümüzde gıda rengi, CIE L*, a* ve b* değerleri, ton açısı ve renk parlaklığı açısından ölçülmektedir. L* a* b* veya CIELAB, renk alanı, 1976 yılında Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) tarafından benimsenen renk ölçümü için uluslararası bir standarttır (Oleari, 2008). L* değeri 0-100 aralığında değişen (siyahtan beyaza) aydınlık bileşenidir, a* (negatif ise (-) yeşil renk, pozitif ise (+) kırmızı renk) ve b* (negatif ise (-) mavi renk, pozitif ise (+) sarı renk) parametreleri -120 ve +120 arasında değişen iki kromatik bileşenlerdir (Girolami vd., 2013, Kocatepe ve Çorapcı, 2019). Örnek gruplarına ait L*, a* ve b* değerleri analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Çalışmamızda en yüksek L* değeri kontrol grubunda bulurken, onu sırasıyla ıspanaklı ve böğürtlenli balık topları grubu izlemiştir. L* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). a* değerlerine bakıldığında kontrol ve ıspanaklı balık topları gruplarının negatif değerler sergilediği ve kromatik olarak yeşil renge daha yakın olduğu söylenebilir. Bununla beraber kontrol ve ıspanaklı gruplar arasındaki istatistiksel fark önemli olup ($p<0,05$) yeşil renk yoğunluğu kontrol grubuna göre ıspanaklı grupta daha yüksek tespit edilmiştir. a* değeri böğürtlenli grupta pozitif değer göstererek kırmızı rengi temsil etmiştir. Ispanak ve böğürtlenli renklendirici etkisi tüm gruplar ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Sarı rengi temsil eden en yüksek b* değeri ıspanaklı grupta, en düşük b* değeri ise böğürtlenli grupta tespit edilmiştir. b* değerleri bakımından tüm gruplar istatistiksel açıdan birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Çorapcı vd., (2020) yaptıkları çalışmada taze çipura balığının L*, a* ve b* değerlerini sırasıyla; 52,28, -0,59 ve -4,31 olarak bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada çipura balığının filetosunun L*, a* ve b* değerleri ölçülmüş ve 0. gün kontrol grubunda sırasıyla; 44,81, -0,64 ve -3,19 olarak bildirilmiştir (Ünal Şengör vd., 2019). Küçükgülmez vd., (2013) ise bu değerleri 52,51, -0,40 ve 5,94 olarak bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar kıyaslandığında L*, a* ve b* değerlerinde görülen farklılıkların kullanılan renk ölçüm metodu, örneğin durumu (homojenize, fileto vb.), ölçüm alınan balık kısmı vb. faktörlerden etkilendiği söylenebilir.

Ispanağa yeşil rengini veren pigmentler klorofil ve karotenoidlerden oluşmaktadır. Karotenoidler fotosentezde görev almakla beraber yeşil değil, sarı, turuncu veya kırmızıdır. Ispanak yapraklarında sarı-turuncu beta-karoten ve sarı renk olan ksantofilde bulunur (Sloane, 2022). Böğürtlen, renkleri kırmızıdan mora değişen zengin bir antosiyanin içeriğine sahiptir. Bu antosiyaninleri, glikoz, rutinoz, ksiloz ve arabinoz şekerleri ile bağ yapan siyanidin türevleri oluşturmaktadır. En baskın olarak bulunan antosiyanin siyanidin-3-glikozid olarak bildirilmektedir (Howard ve Hager, 2007; Dündar Kırıt vd. 2023). Çalışmamızda böğürtlen içeriğindeki kırmızı-mor rengi veren antosiyanin içeriğinden dolayı B grubunun kırmızılık +a değeri (8,64) diğer gruplara göre yüksek bulunmuştur. Bununla beraber, I grubunun ıspanak içeriğinde yer alan klorofil, ksantofil pigmentlerinden dolayı ise yeşillik -a değeri (-8,27) ve sarılık +b değerinin (13,05) yüksek olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler literatür bilgileri ile uyum içerisindedir. Örnek gruplarına ait besin kompozisyonu analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Kontrol, ıspanaklı ve böğürtlenli balık toplarının %protein değerlerinin birbirine yakın olduğu ve istatistiksel olarak önemli bir fark göstermediği görülmüştür ($p>0,05$). % yağ değeri kontrol grubunda diğer gruplara göre yüksek bulunmuştur ($p>0,05$). %Nem değeri en yüksek grup böğürtlenli grup olarak tespit edilmiş onu sırasıyla ıspanaklı ve son olarak kontrol grubu izlemiştir ($p>0,05$). En yüksek %kül değeri böğürtlenli balık topları grubunda bulurken, en düşük kül değeri ise kontrol grubunda bulunmuştur. Böğürtlenli grubun %kül değeri diğer gruplardan istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). %Karbonhidrat değeri en yüksek kontrol grubunda bulunmuştur ($p>0,05$). Enerji değeri en yüksek grup 144,1 Kcal/100 g ile kontrol grubu iken, en düşük 132,12 Kcal/100 g ile böğürtlenli grup olarak belirlenmiştir. Bununla beraber enerji değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel fark gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 3. Besin Kompozisyonu Analiz Sonuçları (%)

Besin kompozisyonu	K	I	B
Protein (%)	18,55±0,45 ^a	17,59±0,67 ^a	17,51±0,00 ^a
Yağ (%)	7,30±0,69 ^a	6,70±0,20 ^a	6,70±0,21 ^a
Nem (%)	71,17±0,4 ^a	72,83±0,83 ^a	73,28±0,28 ^a
Kül (%)	1,93±0,01 ^b	1,98±0,01 ^b	2,06±0,00 ^a
Karbonhidrat (%)	1,05±0,73 ^a	0,88±0,06 ^a	0,44±0,07 ^a
Enerji (Kcal/100g)	144,10±5,09 ^a	134,26±4,28 ^a	132,12±2,19 ^a

K: Kontrol (sade) balık topları, I: Ispanaklı balık topları, B: Böğürtlenli balık topları

Yapılan bir çalışmada çipura balığının besin kompozisyonunun mevsimsel değişimleri incelenmiş ve %nem, %yağ ve %kül değer aralıklarının %72,15-75,38, %3,01-7,19 ve %1,20-1,34 arasında değiştiği belirlenmiştir (Taşni, 2017). Pateiro vd., (2020) çipura balığının eti ve elde edilen işleme yan ürünlerinin besin profillerini araştırmışlardır. Buna göre ilgili çalışmada çipura balığının etinin protein, yağ, nem ve kül değeri sırasıyla; %21,05, %7,86, %69,07 ve %1,47 olarak bildirilmiştir. Bir başka çalışmada 200-300'gramlık çipura balığının % nem içeriği 70,43, % protein 20,51, % yağ 6,92 ve % ham kül içeriği ise %1,19 olarak bildirilmiştir (Zebel, 2021). Çalışmamızda elde edilen

verilerin kontrol grubu ile kıyaslandığında literatür ile benzer olduğu söylenebilir. Bununla beraber, ıspanak ve böğürtlen katkılı grupların %kül değeri haricinde besin kompozisyonlarında önemli farklılıklar görülmemiştir.

Tablo 4. Aminoasit Kompozisyonu Analiz Sonuçları (%)

Amino asit (mg/g)	K	I	B
Fenilalanin*	19,74±0,00 ^a	21,78±0,99 ^a	21,68±0,58 ^a
Lösin*	8,90±0,36 ^a	9,18±0,47 ^a	9,66±0,15 ^a
İsolösin*	13,13±0,33 ^a	13,28±0,38 ^a	13,46±0,05 ^a
Metiyonin*	19,66±0,11 ^b	23,58±0,48 ^a	23,68±0,94 ^a
Valin*	14,05±1,23 ^a	15,38±0,96 ^a	16,61±0,00 ^a
Prolin	26,26±1,32 ^a	24,05±0,43 ^a	27,55±0,09 ^a
Tirozin	17,54±1,36 ^a	19,95±0,54 ^a	20,46±0,48 ^a
Alanin	56,73±6,80 ^a	26,52±1,42 ^a	46,11±10,52 ^a
Treonin*	29,47±0,38 ^a	15,98±0,10 ^a	29,77±2,06 ^a
Serin	16,55±1,48 ^a	22,09±0,35 ^a	31,33±4,72 ^a
Histidin*	4,63±0,28 ^b	8,20±0,49 ^a	6,57±0,74 ^{ab}
Aspartik Asit	43,60±1,70 ^a	30,19±1,37 ^a	50,51±5,69 ^a
Arjinin	15,89±1,96 ^b	25,89±0,75 ^a	20,90±1,50 ^{ab}
Lisin*	61,36±11,11^a	79,18±7,27^a	76,78±2,10^a
Sistin	0,97±0,08 ^a	1,61±0,00 ^a	2,30±0,58 ^a
Glutamik Asit	99,69±5,44^b	86,84±1,75^b	139,51±1,26^a
Glisin	67,34±6,39^{ab}	46,48±1,14^b	72,86±2,88^a
Toplam amino asit	515,54±26,50 ^{ab}	470,16±15,86 ^b	609,74±10,04 ^a
Toplam esansiyel amino asit (E)*	170,96±13,96 ^a	186,55±11,24 ^a	198,22±0,42 ^a
Toplam esansiyel olmayan amino asit (NE)	344,58±12,53 ^b	283,61±4,62 ^c	411,52±10,46 ^a
Tatlı amino asitler	240,30±6,26 ^b	181,91±2,38 ^c	289,81±7,42 ^a
Acı aminoasitler	121,28±13,24 ^a	158,62±9,98 ^a	149,60±5,85 ^a

K: Kontrol (sade) balık topları, I: Ispanaklı balık topları, B: Böğürtlenli balık topları

Örnek gruplarına ait aminoasit kompozisyonu sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir. Çipura balığında glutamik asit, lisin ve glisin en yüksek miktarda tespit edilen aminoasitler olarak belirlenmiştir. En yüksek glutamik asit miktarı böğürtlenli balık topları grubunda iken ($p<0,05$), bu grubu sırasıyla kontrol ve ıspanaklı gruplar izlemiştir ($p>0,05$). Lisin değerleri her üç grupta da birbirine yakın bulunmuştur ($p>0,05$). En yüksek glisin değeri böğürtlenli grupta, en düşük glisin değeri ise ıspanaklı grupta tespit edilmiştir. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Esansiyel aminoasitlerden metiyonin ve histidin kontrol grubunda diğer gruplara göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Benzer şekilde arjinin miktarı da kontrol grubunda diğer gruplara göre daha düşük tespit edilmiştir. Toplam aminoasit miktarı en yüksek grup böğürtlenli balık topları grubu iken, en düşük ise ıspanaklı balık topları grubu olarak bulunmuştur ($p<0,05$). Toplam esansiyel aminoasit miktarları açısından gruplar arasında istatistiki olarak bir fark gözlenmemiştir. Ancak toplam esansiyel olmayan amino asit miktarları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Glutamik asit, serin, glisin ve alanin tatlı aminoasitler, histidin, arjinin, metiyonin, fenilalanin ve lisin ise acı aminoasitler olarak tanımlanmaktadır (Schiffman, 1975; Çorapçı, 2021). Tatlı aminoasit miktarları en yüksek böğürtlenli grupta, en düşük ise ıspanaklı grupta bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla beraber acı aminoasit miktarları ise en yüksek ıspanaklı grupta, en düşük ise kontrol grubunda tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Pateiro vd., (2020) çipura balığının etinde en fazla bulunan üç amino asidin büyükten küçüğe sırasıyla; glutamik asit, lisin ve aspartik asit olarak bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada, deniz kafes sistemlerinde yetiştirilen çipura balıklarının yaz mevsiminde glutamik asit, aspartik asit ve lisin miktarları yüksek bulunurken, kış mevsiminde glutamik asit, lösin ve glisin miktarları daha yüksek bulunmuştur (Ünal-Şengör vd., 2025). Mevcut çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar değerlendirildiğinde çipura balığında en baskın amino asidin glutamik asit olduğu ve sonuçların literatürle uyum içinde olduğu söylenebilir. Balık toplarına böğürtlen ilavesinin glutamik asit ve glisin miktarını önemli ölçüde artırdığı ($p<0,05$), ıspanak ilavesinin ise düşürdüğü görülmüştür. Bununla beraber hem böğürtlen hem de ıspanak ilavesi lisin miktarını artırmıştır ($p>0,05$).

Balığın insan beslenmesi için önemli olan lözin, izolözin, lizin, valin, fenilalanin, metionin, treonin, triptofan gibi önemli esansiyel aminoasitlerin tamamını bünyesinde bulundurduğu bildirilmiştir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Atar ve Alçiçek, 2009). Çalışmamızda toplam esansiyel aminoasit miktarları önemli istatistiksel farklar olmamakla beraber ıspanak ve böğürtlen katkılı gruplarda kontrol grubuna göre daha yüksek tespit edilmiştir. Böğürtlen katkılı

grupta ise esansiyel olmayan aminoasitler diğer gruplara göre daha yüksek miktarlarda belirlenmiştir. Bu anlamda balık etine doğal renklendirme amacıyla ilave edilen ıspanak ve böğürtlenlerin aynı zamanda balık etinin besin değerini aminoasitler açısından zenginleştirdiği söylenebilir.

Tablo 5. Mineral Madde Analiz Sonuçları

Mineral madde (mg K ¹ , ww)	K	I	B
K	3815,30±15,49 ^b	3551,60±11,06 ^c	4081,00±17,34 ^a
Na	2878,20±14,53 ^b	2560,96±11,79 ^c	2949,60±2,57 ^a
Mg	617,20±1,35 ^a	575,36±1,35 ^c	609,03±1,68 ^b
Cr	157,66±2,62 ^{ab}	155,30±4 ^b	162,33±3,71 ^a
Ca	89,00±2,36 ^b	135,40±7 ^a	56,00±4,04 ^c
Fe	8,00±0,20 ^c	11,00±0,00 ^a	10,00±0,00 ^b
Mn	0,20±0,00 ^c	2,00±0,00 ^a	0,40±0,00 ^b
Ni	0,33±0,03 ^a	0,40±0,00 ^a	0,40±0,00 ^a
Zn	0,90±0,00 ^b	1,10±0,00 ^a	1,10±0,00 ^a

K: Kontrol (sade) balık topları, I: Ispanaklı balık topları, B: Böğürtlenli balık topları

Mineraller, sağlıklı bir bağışıklık yanıtının oluşturulmasında etkin rol oynayan ve vücudun enfeksiyonlara karşı olan direncini arttıran önemli besin öğeleridir. Yeterli ve dengeli beslenme ile günlük önerilen miktarlarda mineral alımını sağlamak oldukça önemlidir. Yeterli beslenmenin sağlanamadığı durumlarda bazı minerallerin gereksinimlerinin karşılanması için besin desteği kullanımının viral enfeksiyonlara karşı korunmada olumlu etkileri olabileceği gösterilmiştir (Karaağaç ve Bellikci Koyu, 2020). Çalışmamızda örnek gruplarına ait mineral madde analiz sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir. Çalışmamızda tüm gruplarda en yüksek oranda bulunan mineral maddeler potasyum (K), sodyum (Na) ve magnezyum (Mg) olarak tespit edilmiştir. En yüksek potasyum ve sodyum değeri böğürtlenli balık topları grubunda bulunurken, en düşük ise ıspanaklı balık topları grubunda bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla beraber en yüksek magnezyum değeri kontrol grubunda iken, onu böğürtlenli ve ıspanaklı balık topları grubu izlemiştir ($p<0,05$). Krom değeri en yüksek böğürtlenli grupta, en düşük ise ıspanaklı grupta tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kalsiyum, demir ve mangan değerleri ıspanaklı balık topları grubunda diğer gruplara göre önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Nikel değerleri kontrol grubunda daha düşük bulunmakla beraber gruplar arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir ($p>0,05$). Çinko değerleri böğürtlenli ve ıspanaklı gruplarda birbirine benzer bulunurken ($p>0,05$), kontrol grubunda daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Daha önce yapılan farklı çalışmalarda potasyum, fosfor, çinko, demir ve kobalt gibi elementlerin çipura balığında en fazla bulunan minerallerden olduğu görülmektedir (Erkan ve Özden, 2007; Yıldız, 2008; Özden ve Erkan, 2008). Bununla beraber, Petrovic vd., (2015) yaptıkları çalışmada çiftlik çipura balıklarında en fazla bulunan mineralleri fosfor, sodyum ve kalsiyum olarak bildirmişlerdir. Taşni (2017) ise bu elementleri demir > bakır > çinko olarak sıralamıştır. Bir başka çalışmada çipura balığında bulunan dominant mineraller; potasyum, fosfor ve sodyum olarak bildirilmiştir (Pateiro vd., 2020). Çalışmamızda literatürle genel olarak uyumlu olarak potasyum miktarı yüksek bulunmuştur. Sodyum miktarının yüksek olmasının sebebinin balık topları yapımında ilave edilen tuz ile ilgili olduğu düşünülmektedir. İnsan beslenmesi ve dolayısıyla sağlığında göz ardı edilemeyecek faydaları olan minerallerden potasyum ve sodyumun özellikle böğürtlenli grupta balık etini diğer gruplara göre önemli ölçüde zenginleştirdiği söylenebilir. Bununla beraber kontrol grubuna ıspanak ilavesi kalsiyum, demir ve mangan mineralleri açısından balık etini zenginleştirmiştir.

Duyusal analizlerde hedonik beğeni ya da genel beğeni testleri genellikle anket başlangıcında ön yargısız ilk izlenim için tüketicilere ya da panelistlere sunulan testlerdir (Drake vd., 2023). Örnek gruplarına ait duyusal analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Görünüş, tekstür ve renk puanları açısından en yüksek puanlarla değerlendirilen grup ıspanaklı balık topları grubu olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tat puanları açısından en yüksek puanla değerlendirilen grup kontrol (sade balık topları) grubu olmakla beraber, ıspanaklı grup ile arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Böğürtlenli balık topları tat açısından kontrol ve ıspanaklı balık topları gruplarına göre daha düşük puanlarla değerlendirilmiştir ($p<0,05$). Bununla beraber en yüksek koku puanları böğürtlenli balık topları grubunda gözlenmiş, gruplar arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Çipura balığı beyaz etli ve lezzetli bir balık türü olarak bilinmektedir. Bu çalışmada tat (lezzet) bakımından sade balık topunun tercih edilmesi de bu bilgiyi desteklemektedir. Bununla beraber lezzet bakımından ikinci olarak değerlendirilen ıspanaklı balık topları grubu aynı zamanda görünüş, tekstür ve renk puanları açısından da tercih edilen grup olmuştur. Böğürtlenli balık topları sadece koku parametresine olumlu katkı sağlamıştır. Bununla beraber duyusal analizlerin panelist sayısı arttıkça veya

azaldıkça alınan sonuçları değiştirebileceği unutulmamalıdır. Daha net sonuçlar için daha fazla panelist sayısına ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Tablo 6. Duyusal Analiz Sonuçları

	K	I	B
Görünüş	3,95±0,00 ^b	4,22±0,02 ^a	3,90±0,00 ^b
Tat	4,47±0,02 ^a	4,42±0,02 ^a	4,22±0,02 ^b
Koku	4,40±0,05 ^a	4,30±0,00 ^a	4,45±0,00 ^a
Tekstür	4,42±0,02 ^{ab}	4,52±0,02 ^a	4,35±0,00 ^b
Renk	4,02±0,07 ^b	4,55±0,00 ^a	4,13±0,02 ^b

K: Kontrol (sade) balık topları, I: Ispanaklı balık topları, B: Böğürtlenli balık topları

SONUÇ

Bu çalışmada ıspanak ve böğürtlen ile zenginleştirilmiş çipura balığı toplarının pH, su aktivitesi, renk, protein, yağ, nem, kül, amino asit, mineral değerleri ile duyusal özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda renk değerlerinin her üç grupta da birbirinden önemli düzeyde farklı olduğu, kül değeri haricinde besin kompozisyonları arasında önemli farklılık olmadığı görülmüştür. Bununla beraber, böğürtlenli balık topları toplam aminoasit miktarı açısından en yüksek değerlere sahipken, ıspanaklı balık toplarının ise en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm gruplarda en yüksek oranda bulunan mineral maddeler potasyum, sodyum ve magnezyum olarak tespit edilmiştir. Duyusal özellikler değerlendirildiğinde, görünüş, tekstür ve renk puanları açısından en çok tercih edilen grup ıspanaklı balık topları grubu olarak bulunmuştur. Buna ek olarak koku puanları açısından ise böğürtlenli balık topları daha fazla tercih edilen grup olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak ıspanak ve böğürtlen doğal bir renklendirici olarak balık etine uygulanmış ve su ürünleri işleme teknolojisi sektöründe kullanılabileceği ve tüketicilerin beğenisini kazanma potansiyeline sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca gıda endüstrisinde kullanılan yapay ve toksik renk katkı maddeleri yerine doğal birer alternatif olarak ıspanak ve böğürtlenden elde edilen renklendiricilerin geliştirilerek kullanımı hem tüketici kabulü açısından hem de doğal renklendirici içeriği arayan üreticilere olumlu katkı sağlayacaktır.

Teşekkür Bu araştırma 2209/A TÜBİTAK Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından 1919B012321961 proje numarası ile desteklenmiştir.

Yapay Zeka Katkı Beyanı

Bu makale tamamen herhangi bir yapay zeka aracının yardımı olmadan yazılmış, düzenlenmiş, analiz edilmiş ve hazırlanmıştır. Metin, veri analizi ve şekiller dahil tüm içeriğin yalnızca yazarlar tarafından oluşturulduğunu beyan ederim.

KAYNAKLAR

- Algan Özkök, G., & Taştekin, A. (2021). Gastronomide gıda katkı maddeleri: Renklendiriciler. E. Çilesiz, ve E. Arıkan (Eds.), Turizm alanında güncel konular ve yaklaşımlar-2 içinde (ss. 190-220). Konya, Çizgi Kitabevi Yayınları.
- Anonim (2023a). <https://yemek.com/evde-gida-boyasi-hazirlama/> (Erişim: 31.10.2023).
- Anonim (2023b). <https://organikali.com/blog/organik-gida-boyasi-yapmi/> (Erişim: 31.10.2023).
- AOAC. (1980). Official Methods of Analysis. In: Horwitz W, editor. Animal Feed. 13th ed. USA; 125 pp.
- AOAC. (1984). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington. D.C
- Atar, H.H., & Alçiçek, Z. (2009). Su ürünleri tüketimi ve sağlık. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 8(2), 173-176.
- Baydan, S., & Ceyhan Sezgin, A. (2021). Gıda sanayinde kullanılan katkı maddeleri ve sağlık ilişkileri. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5, 527-542.
- Blackburn, S. (1968). Amino acid determination: methods and techniques. M. Dekker.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry Physiology*, 37(6), 911-917.

- Ceyhun Sezgin, A., & Ayyıldız, S. (2019). Çocukların tükettiği atıştırmalık gıdalarda kullanılan renklendiricilere ilişkin bir araştırma. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 11(18), 879-888. <https://doi.org/10.26466/opus.552795>
- Çetinkaya, T., Altay, F., & Ceylan, Z. (2021). Depolama süresince balıketi kalitesinde meydana gelen değişimlerin hızlı ve yenilikçi metotlarla belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 2030-2040. <https://doi.org/10.795957/jist.795957>.
- Çorapçı, B. (2021). Quality of black scorpionfish (*Scorpaena porcus*, Linnaeus 1758) meat cooked in different cooking materials. *Gıda*, 46(6), 1415-1424. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21115>.
- Çorapçı, B., Köstekli, B., Eyüboğlu, A., & Kocatepe, D. (2020). The effect of different application methods of sumac (*Rhus coriaria*) and tarragon (*Artemisia dracunculus*) on some quality properties of marinated sea bream (*Sparus aurata* L., 1758). *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10), 1-15. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14751>.
- Demirağ, K. & Uysal, V. (2009). Renklendiriciler. T. Altuğ (Ed.), Gıda katkı maddeleri (s. 169-187), Sidas.
- Dinç, M. (2007). Gıdalara katılan bazı suda çözünen sentetik boyaların belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ, 79s.
- Drake, M. A., Watson, M. E., & Liu, Y. (2023). Sensory analysis and consumer preference: best practices. *Annual Review of Food Science and Technology*, 14, 427–48. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-060721-023619>.
- Dündar Kırıt, B., Sağol, S., Ağçam, E., & Akyıldız, A. (2023). Farklı kurutma yöntemlerinin böğürtlen kalite özellikleri üzerine etkileri ve kuruma kinetiği. *Gıda*, 48(1) 61-72. <https://doi.org/10.15237/gida.GD22068>.
- Erkan, N., & Özden, Ö. (2007). Proximate composition and mineral contents in aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS. *Food Chemistry*, 102, 721–725. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.004>.
- Erkmen, O. (2010). *Gıda mikrobiyolojisi*. Ankara: Efil yayınevi. 552s. ISBN: 978-605-4334-02-5.
- Falch, E., Overrien, I., Solberg, C., & Slizyte, R. (2010). Composition and calories. In Seafood and seafood product analysis, Nollet, LML and Toldrá, F., eds, CRC Press, Florida. pp. 257-288.
- Girolami, A., Napolitano, F., Faraone, D., & Braghieri, A., (2013). Measurement of meat color using a computer vision system. *Meat Science*, 93, 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.08.010>.
- Gülyavuz H, & Ünlüsayın M. (1999). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Isparta.
- Howard, L. R., & Hager, T. J. (2007). Berry fruit phytochemicals. In Berry Fruit Value-Added Products for Health Promotion, 1st ed.; Zhao, Y., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, 1, 73-104.
- Karaağaç, Y., & Bellikçi Koyu, E. (2020). Viral enfeksiyonlarda vitaminler ve mineraller: Covid-19 odağında bir derleme. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5(2), 165-173.
- Kaya, T. B. (2019). Yaban mersini ekstraktı ilaveli sazan balığı (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) köftelerinin raf ömrünün belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Elazığ, 54s.
- Khemir, M., Besbes, N., Khemis, I. B., Di Bella, C., Lo Monaco, D., & Sadok, S. (2020). Determination of shelf-life of vacuum-packed sea bream (*Sparus aurata*) fillets using chitosan-microparticles-coating. *CyTA - Journal of Food*, 18(1), 51-60. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1696893>.
- Kocatepe, D., & Çorapçı, B. (2019). Academic studies in agriculture sciences. In Yılmaz, F.I., (Eds.), Renk ölçüm yöntemleri ve su ürünleri işleme teknolojisinde kullanımı (pp. 73-93). Cetinje, Montenegro, IVPE.
- Küçükgülmez, A., Yanar, Y., Gelibolu, S., Dikel, Ç., & Gökçin, M. (2013). Color properties of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fillets coated with shrimp chitosan. *Journal of Applied Biological Sciences*, 7(2), 68-70.
- Ludorf, W., & Meyer, V. (1973). *Fishe und fischerzeuge*. Z.Auflage. Verlag Paul Parey In Berlin und Hamburg, 209-210.
- McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Dalen, L., Grimshaw, K., Kitchin, E., Lok, K., Porteous, L., Prince, E., Sonuga-Barke, E., Warner, J. O., & Stevenson, J. (2007). Food additives and hyperactive behaviour in 3

year old and 8-9 year old children in the community: a randomised, double –blinded, placebo-controlled trial. *The Lancet*, 370, 1560-67. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61306-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61306-3).

Nesheim, M. C., & Yaktine, A. L. (2007). *Seafood Choices. Balancing Benefits and Risks*. Washington: The National Academies Press.

Okumuş, E. (2016). Doğal renklendirici siyah havuç ve kırmızı pancar suyu konsantresi kullanılarak sürülebilir peynir üretimi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sakarya, 165s.

Oleari, C. (2008), *Misurare il colore* (2nd ed.). Milano: Hoepli Editore (Chapters 2 and 6).

Özden, Ö., & Erkan, N. (2008). Comparison of biochemical composition of three aqua cultured fishes (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(7-8), 545-557. <https://doi.org/10.1080/09637480701400729>.

Özer, Ö. (2010). Doğal ve yapay renklendiriciler uygulanarak buzdolabı koşullarında muhafaza edilen sıcak dumanlanmış zargana balığının (*Belone belone euxini* Günther, 1866) bazı kalite kriterlerinin tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Avlama İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Sinop, 122s.

Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Dominquez, R., Wang, M., Barba, F. J., Bermudez, R., & Lorenzo, J. M. (2020). Nutritional profiling and the value of processing by-products from gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Marine Drugs*, 18, 101. <https://doi.org/10.3390/md18020101>.

Petrovic, M., Kresic, G., Zrncic, S., Oraic, D., Dzafic, N., & Pleadin, J. (2015). Influence of season and farming location on the quality parameters of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). *Italian Journal of Food Science*, 27, 151-159. <https://doi.org/10.14674/1120-1770/ijfs.v181>.

Schiffman, S. S. (1975). Taste of nutrients: amino acids, vitamins, and fatty acids. *Perception Psychology*, 17(2), 140-146.

Sloane, C. (2022). Ispanakta bulunan bitki pigmentleri. https://www-sciencing-com.translate.goog/plant-pigments-found-in-spinach-12550803/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=tr&_x_tr_hl=tr&_x_tr_pto=wa&_x_tr_hist=true (Erişim: 29.10.2025).

Spanou, A., Tzamarias, A. E., Ladakis, D., Koutinas, A., & Tsironi, T. (2024). In-package cold atmospheric plasma processing for shelf-life extension of gilthead seabream (*Sparus aurata*) fillets. *Journal of Food Science*, 89, 4714-4729. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17179>.

Sultana, S., Rahman, M., Aovi, F. S., Jahan, F. I., Hossain, S., Brishti, S. A., Yamin, M., Ahmed, M., Rauf, A., & Sharma, R. (2023). Food color additives in hazardous consequences of human health: An overview. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 23(14), 1380-1393. <https://doi.org/10.2174/1568026623666230117122433>.

Taşni, B. (2017). Baraküda (*Sphyræna sphyræna* Linnaeus, 1758), kupez (*Boops boops* Linnaeus, 1758), levrek (*Dicentrarchus Labrax* Linnaeus, 1758) ve çipuranın (*Spaurus aurata* Linnaeus, 1758) mevsimsel biyokimyasal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 51 s.

Tayel, A. A., Almadady, N. A., Sorour, N. M., & Diab, A. M. (2018). Application of natural plant extracts as colorants, preservatives, and anti-listerial agents in processed fish products. *Journal of Food Safety*, 38, 12435. <https://doi.org/10.1111/jfs.12435>.

Tayel, A. A., Bahnasy, A. G., Mazrou, K. E., Alasmari, A., El-Rabey, H. A., Elboghshy, S. A., & Diab, A. M. (2021). Biopreservation and quality enhancement of fish surimi using colorant plant extracts. *Journal of Food Quality*, 2021, 6624565, <https://doi.org/10.1155/2021/6624565>.

TEPGE, (2022). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE). Ürün Raporu Su Ürünleri. Yayın No: 355. 23 s.

Turan, H., Kaya, Y., & Sönmez, G. (2006). Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-3), 505-508.

TÜİK, (2022). Su Ürünleri İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (Erişim: 20.07.2022)

Ünal Şengör G. F., Balaban, M. O., Topaloğlu, B., Ayvaz, Z., Ceylan, Z., & Doğruyol, H. (2019). Color assessment by different techniques of gilthead seabream (*Sparus aurata*) during cold storage. *Food Science & Technology*, 39(3), 696-703. <https://doi.org/10.1590/fst.02018>.

Ünal Şengör, F. G., Yıldız, M., Metin, Ö., Ofori-Mensah, S., & Ceylan, Z. (2025). Compositions of gilthead sea bream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) from different culture systems. *Aquaculture International*, 33, 140. <https://doi.org/10.1007/s10499-024-01735-6>.

Yıldız, M. (2008). Mineral composition in fillets of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*): A comparison of cultured and wild fish. *Journal of Applied Ichthyology*, 24, 589–594. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01097.x>.

York, R. K., & Sereda, L. M. (1994). Sensory assessment of quality in fish and seafoods. In, F. Shahidi and J.R. Botta (Eds.) *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*, Canada, 232-262p.

Yörük, N. G., & Danyer, E. (2016). Gıda katkı maddeleri genel bilgiler ve tanımlar. *Türkiye Klinikleri Food Sciences-Special Topics*, 2(2), 1-10.

Zebel, S. (2021). Farklı boyutlarda satışa sunulan yetiştiricilik ürünü çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) türü balıkların besinsel kompozisyon açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun, 71s.