

Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'ndan Hazırlanan Köftelerin Kimyasal ve Duyusal Kalitesi Üzerine Goji Berry Ekstraktın Etkisi

Makale Türü
Araştırma

Geliş Tarihi
1 Aralık 2024

Kabul Tarihi
23 Aralık 2024

Özlem EMİR ÇOBAN¹

Özet: Bu çalışmada, farklı oranlarda kullanılan goji berry ekstraktının (%2 ve %4) gökkuşığı alabalığı köftelerinin buzdolabında depolama (4°C) sırasında kimyasal ve duyusal kalitesi üzerindeki etkisi değerlendirildi. Goji berry ekstrakt lipitlere (TBA) stabilite kazandırdı. Biyokimyasal değişiklikler (TVB-N, pH) korundu. Strafor paket içinde buzdolabı koşullarında depolanan goji berry ilaveli köftelerin 15. günde kabul edilebilir sınırları aştığı belirlendi. İlâveten, duyusal kalite değerlendirmesine göre, goji berry ekstraktı ilave edilen örnekler kontrole göre üstün duyusal kalite gösterdi, Kontrol grubu 9. günde kabul edilemez olarak değerlendirildi. Sonuç olarak, goji berry ekstraktı koruyucu kalite sergileyerek biyokimyasal ve duyusal kaliteyi korudu.

Anahtar kelimeler: goji berry, balık eti, raf ömrü, *Oncorhynchus mykiss*, doğal koruyucular

The Effect of Goji Berry Extract on Chemical and Sensory Quality of Meatballs Prepared from Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)

Abstract: In this study, the effect of different proportions of goji berry extract (2% and 4%) on the chemical and sensory quality of rainbow trout patties during refrigerated storage (4°C) was evaluated. Goji berry extract stabilized lipids (TBA). Biochemical changes (TVB-N, pH) were maintained. Goji berry-added meatballs stored in Styrofoam packs under refrigerator conditions exceeded acceptable limits on day 15. In addition, according to sensory quality evaluation, the samples supplemented with goji berry extract showed superior sensory quality compared to the control, while the control group was considered unacceptable at day 9. In conclusion, goji berry extract exhibited preservative quality and maintained biochemical and sensory quality.

Keywords: goji berry, fish meat, shelf-life, *Oncorhynchus mykiss*, natural preservatives

GİRİŞ

Balık eti, dengeli amino asit profili ile yüksek protein içeriğine, ω -3 ve ω -6 serisi yağ asitleri ile çoklu doymamış ve esansiyel yağ asitlerine ve düşük doymuş yağ ve kolesterol seviyesine sahip olması gibi benzersiz özelliklere sahiptir. Çoklu doymamış yağ asitleri, özellikle eikosapentaenoik asit (C20:5n3, EPA) ve dokosaheksaenoik asit (C22:6n3, DHA) kardiyovasküler hastalık riskini azaltabilir, zihinsel ve görsel fonksiyonları iyileştirebilir ve enflamatuar tepkilerde rol oynar. Ayrıca zaman içinde vücut yağında azalmaya yol açabilir ve obezite riskini azaltabilir. Bu doğrultuda, tüketicilerin sağlık

¹  oecoban.@firat.edu.tr; Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi- Elazığ/ TÜRKİYE

konularında artan farkındalığı nedeniyle balık ve su ürünleri tüketimi her geçen gün artmaktadır (Emir Çoban ve Çoban, 2019; Husein vd., 2019).

Son yıllarda, hızlı kentleşme ve çalışan kadın nüfusundaki artış nedeniyle tüketicilerin tercihi önemli ölçüde fast food tüketimine yönelmiştir. Balık keki, balık krakeri, balık köftesi ve balık burger gibi balıkçılık fast food ürünlerinin üretimi ve kalite stabilitesi üzerine bazı çalışmalar yapılmıştır (Kurniasari vd.,2019).

Balık köftesi, fast food endüstrisinde popülerliği giderek artan ve dünya gıda pazarında kapsamlı bir şekilde gelişen çok popüler ve lezzetli bir üründür. Balık köftelerinin kalitesini belirlemek için farklı çalışmalar yapılmıştır (Saleem vd., 2019; Kim vd., 2024). Daha fazla araştırma çalışması, donmuş sıcaklıklarda depolanan balık burgerlerinin bile oksidatif acılaşıma ve protein denatürasyonu nedeniyle istenmeyen kalite değişikliklerine (Jessen vd., 2014) uğrayabileceğini kanıtlamıştır (Al-Bulushi vd., 2005; Di Monaco vd., 2009; Mahmoudzadeh vd., 2010).

Balık ve ürünleri, yüksek su aktivitesi, çoklu doymamış yağ asitlerinin varlığı ve nötr pH nedeniyle çok çabuk bozulabilen gıdalardır. Balık oksidasyonunun duyarlılığı sadece balık türlerine, toplam lipit miktarına ve yağ asitlerinin bileşimine değil aynı zamanda balık kas dokusundaki konumlarına da bağlıdır. Lipid oksidasyonuna bağlı kalite değişiklikleri tat, koku, renk ve kabul edilebilirlikte istenmeyen değişikliklere neden olur. Ayrıca, toksik bileşiklerin oluşması, gıda güvenliğinin ve besin kalitesinin azalması ve tüketicinin sağlığının zarar görmesi söz konusu olabilir (Ali vd., 2019). Bu bağlamda, ürün formülasyonlarında doğal koruyucuların, antimikrobiyal, antioksidan maddelerin ve stabilizatörlerin kullanılması oldukça mantıklı ve gerekli görünmektedir. Baharatlar, otlar ve bunların ekstraktları çok eski zamanlardan beri sadece tatlandırıcı olarak değil aynı zamanda halk ilacı ve gıda koruyucu olarak da gıdalara eklenmektedir (Guran vd., 2015; Taskaya vd., 2018; Ahmed vd., 2019; Kamona ve Alzobaay, 2021; Ekinci ve Emir Çoban, 2023).

Goji meyveleri veya kurt üzümü olarak da bilinen *Lycium barbarum* L. geleneksel Çin tıbbında iyi bilinen bir bitkidir. *Lycium barbarum* L. (goji) meyvesi, son derece avantajlı besleyici ve antioksidan özelliklere sahip bir "super gıda" olarak kabul edilmesinden dolayı son birkaç yılda daha popüler hale gelmiştir. Goji berry'de bulunan flavonoidler (rutin, myricetin, quercetin, kaempferol) ve fenolik asitler (kafeik asit, klorojenik asit ve kumarik asit), Goji berry'nin antioksidan ve antimikrobiyal aktivite sergilenmesine neden olan ana bileşenlerdir (Kulczyński vd., 2016, Engin vd., 2019). Bazı araştırmacılar goji berry ekstraktlarının farklı et ve balık ürünlerinde lipit oksidasyonunu etkili bir şekilde geciktirebileceğini bildirmiştir (Gürel İnanlı vd., 2018; Fadıloğlu ve Çoban, 2019a; Gürel İnanlı ve Muhammed Amin, 2022). Ancak, literatür bilgilerimize göre gökkuşacağı alabalığı üzerine henüz mevcut olan bir rapor bulunmamaktadır.

Mevcut çalışmanın amacı, 4 °C'de muhafaza sırasında gökkuşacağı alabalığı köfteleri için farklı seviyelerde goji berry ekstraktının kimyasal ve duyuşsal kalite özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada, *Salmonidae* familyasına ait *Oncorhynchus mykiss* (gökkuşacağı alabalığı) türü balıklar kullanıldı. Balıklar, Elazığ'da faaliyet gösteren yerel bir balık çiftliğinden (Gümüşdoğa A, Ş.) taze olarak satın alındı. Ağırlıkları yaklaşık 350 ±10 g olarak alınan 20 adet alabalık, soğuk zincirde Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarına getirildi.

Balık Köfteleri İçin Ön İşlemler

Laboratuvara getirilen balıkların, başı kesilip, iç organlar ve deri tamamen alındıktan sonra, filetolar bol temiz suyla yıkandı. Filetolar sonra 100 °C'deki kaynayan suda 1-2 dakika haşlandı. Haşlanan balıkların kılçıkları ayıklandı ve ardından balıklar 3 mm ayna delik çapına sahip kıyma makinesinde öğütülerek kıyma haline getirildi.



Şekil 1. Balık köftesi işlem akışı.

Balık Köftelerinin Formülasyonu ve Hazırlanması

Balık köfteleri alabalıktan (*Oncorhynchus mykiss*) hazırlandı. Balık köftesinin ana formülasyonu; %82 balık (suda haşlanmış), %5,4 haşlanmış patates %4,3 kıyılmış maydanoz, %2 kıyılmış soğan, %2 tuz, %0,5 kimyon, %0,5 toz karabiber, %0,5 yenibahar, %1,8 ekmek ve %1 zeytinyağından oluştu. Bütün malzemeler eklendikten sonra, mutfak tipi hamur yoğurucu ile 4-5 dak. yoğurma işlemi yapıldı. Karışım kontrol grubu (K), %2 goji berry ekstraktı ilaveli (G2) ve %4 goji berry ekstraktı ilaveli (G4) olmak üzere 3 gruba ayrıldı (Tablo 1). Karışımlar daha sonra her biri 25 g ağırlığında balık topları şeklinde şekillendirildi ve 5 cm genişliğinde, 10 cm uzunluğunda strafor tabaklara yerleştirilerek ve üzerleri streç film ile kaplandı (Şekil 1). Bütün gruplar 4±1°C'de muhafaza edildi.

DeneySEL olarak hazırlanan balık köfteleri, muhafazanın 1.3.5.7.9... günlerinde kimyasal ve duyuSEL kalite özellikleri bakımından analiz edildi. Ayrıca köftelerin üretim gününde besin analizleri (protein, yağ, kuru madde, kül) yapıldı. Çalışma iki tekerrürlü olarak gerçekleştirildi.

Tablo.1. Balık köfteleri uygulama grupları.

	Deneysel gruplar	Goji berry ekstrakt konsantrasyonu (%)	Paketleme
K	Kontrol	-	Strafor tabak ve streç film
G2	Goji berry ekstraktı	2	Strafor tabak ve streç film
G4	Goji berry ekstraktı	4	Strafor tabak ve streç film

Balık Köftelerinin Besin Bileşimi Analizi

Balık köftelerinin nem miktarının saptanmasında kurutma dolabı usulü (metod 950.46), ham protein miktarları mikrokjeldahl yöntemi (metod 928.08), yağ miktarı Soxhlet (Ekstraksiyon) metodu (metod 960.39) ve ham kül tayini yakma metoduyla (metod 920.153) belirlendi (AOAC, 2002).

Kimyasal Analizler

pH Tayini

Balık köftelerinin pH değerleri, dijital bir pH metre ile ölçüldü. Numuneden 10 g alınıp 100 ml distile suyla 1 dakika süreyle homojenizatörde parçalandı ve sonra dijital pH metrede ölçümü yapıldı (AOAC, 2002).

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini

Numunelerin TVB-N miktarları, su buharı distilasyon cihazı kullanılarak Varlık vd. (1993)'nin bildirdiği yöntemle göre ölçüldü.

Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA) Tayini

Numuneler içinde eşit miktarda hekzan ve BHT bulunduran TCA ile karıştırılıp santrifüj edildi. Sonra tiyobarbitürik asit ile oluşan kırmızı renk spektrofotometrede 532 nm'de absorbansı okunarak malonaldehit miktarı hesaplandı (Silbande vd., 2016).

Duyusal Analizler

Hazırlanan balık köfteleri muhafazanın 1., 3., 5., 7., 9., 11...günlerinde duyuusal bakımdan analiz edildi. Örnekler ayçiçek yağı ile kızartıldıktan sonra beyaz porselen tabaklar içinde panelistlere sunuldu. Renk, görünüş, koku, tekstür yönünden 5 kişilik uzman panelist grup tarafından değerlendirildi. Duyusal analiz için kullanılan form Tablo 2'de sunuldu (Kurtcan ve Gönül, 1987).

Tablo 2. Duyusal analiz puanlama formu.

Özellikler	K	G2	G4
Renk			
Görünüş			
Koku			
Tekstür			

Puanlama: 1-3 son derece kabul edilemez, 9-10 son derece iyi

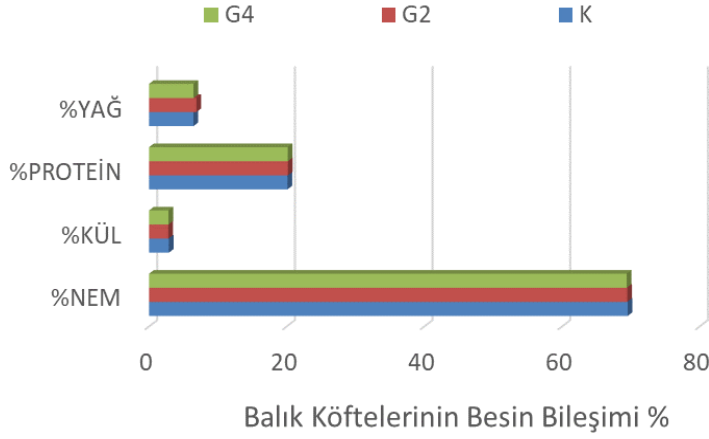
İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizleri, varyans analizi (ANOVA) ve Duncan ortalama karşılaştırma testi ($p < 0,05$), SPSS 22 (IBM SPSS Statistics) paket programı kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Balık Köftelerinin Besin Bileşenleri

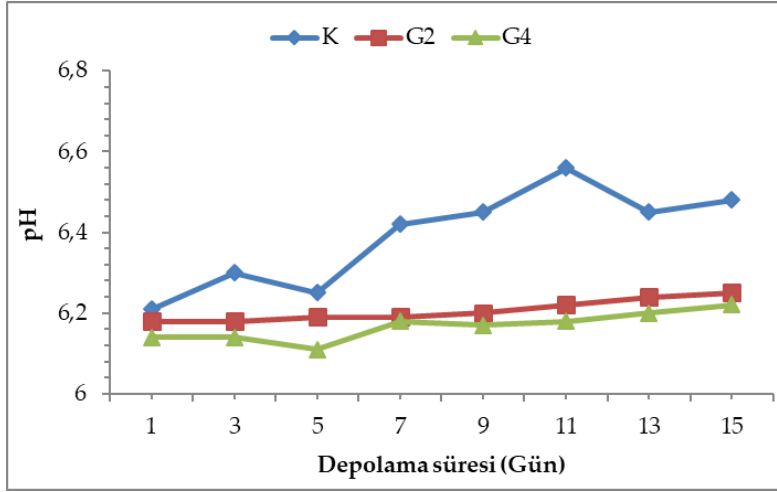
Kontrol grubu ve farklı oranlarda goji berry ilave edilen balık köftelerinin besin değerine ait sonuçlar Şekil 1’de sunuldu. Goji berry ilavesinin balık köftelerinin besin değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($p > 0,05$) istatistiksel olarak belirlendi. Benzer bulgular Guran vd., (2015) tarafından doğal (karanfil, kekik, biberiye) ekstraktlar ile hazırlanan *Sarda sarda* köfteleri ve Uçak vd. (2011), tarafından biberiye ekstraktı ile hazırlanan Atlantik uskumru balık burgerleri için de gözlemlenmiştir.



Şekil 1. Balık köftelerinin besin bileşimi (%).

pH değeri

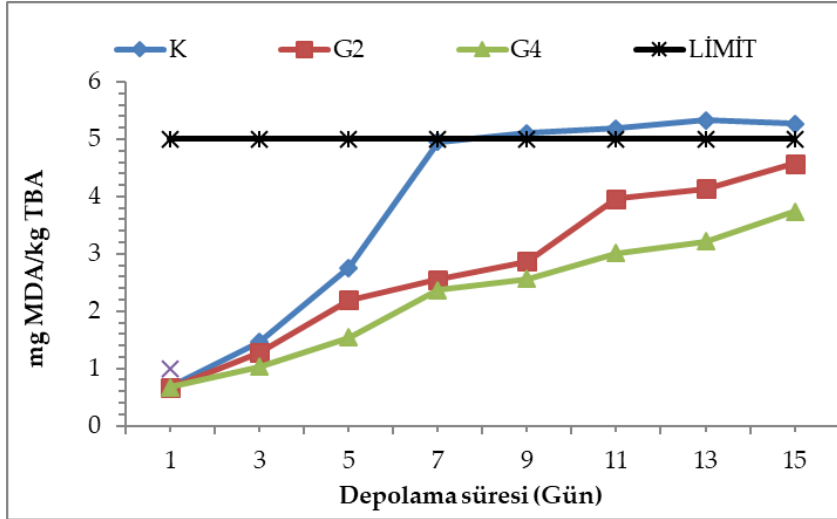
Bütün gruplarda muhafaza süresince pH'da artışlar ($p < 0,05$) tespit edildi (Şekil 2). Goji berry ekstraktı içeren balık köfteleri ile kontrol grubu arasındaki farklılık önemli bulundu ($p < 0,05$). Ancak, goji berry ekstraktının farklı konsantrasyonları pH üzerinde etkili değildi ($p > 0,05$). Balık köftelerindeki pH'daki artış, depolama süresince oluşan alkali bileşiklerin birikiminden kaynaklanıyor olabilir (Martinez vd., 2020). Farklılıklar, çeşitli işleme ve koruma etkilerinin yanı sıra farklı paketlemeye atfedilebilir (Noordin vd., 2014). pH'daki artış, kasın parçalanması (otoliz veya mikroorganizmalar) nedeniyle oluşan uçucu bileşiklere atfedilir ve balık ürünleri için bozulma göstergesi olarak kullanılmaktadır. Bitki ekstraktlarının pH'ı stabilize ettiği ve 7'nin altında tuttuğu bilinmektedir (Shi vd., 2019). Mevcut çalışmanın sonuçlarının, Isra vd. (2024), tarafından *Pangasianodon hypophthalmus*' dan hazırlanan köfteler için bildirilen bulgularla (6,54-6,61) uyumlu olduğu tespit edildi. Benzer şekilde, doğal ekstraktların balık filetoalarının pH'sını muhafaza süresince koruduğu farklı çalışmalarda rapor edildi (Fadıloğlu ve Çoban, 2019a; Fadıloğlu ve Çoban, 2019 b).



Şekil 2. Depolama süresince gökkuşağı alabalığından hazırlanan köftelerin pH değerlerinde meydana gelen değişimler.

TBA

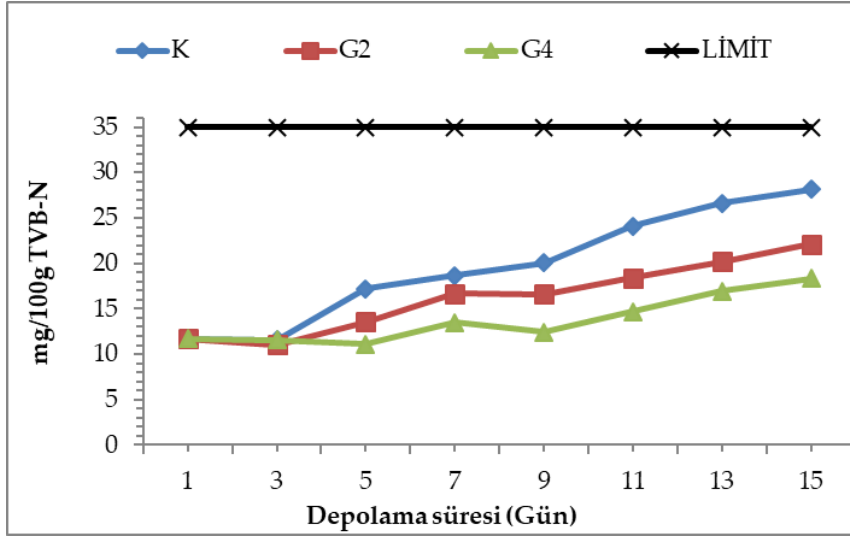
Lipid oksidasyonu, tat bozukluğuna, acılaşmaya ve renk bozulmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, lipid oksidasyonunun belirlenmesi, balık etinin tazeliğini ve kalite kriterlerini belirlemede önemli bir adımdır. TBA analizi, su ürünlerinde lipid oksidasyonunun belirlenmesinde önemli bir gösterge olarak yaygın şekilde kullanılır (Karsli vd., 2021). Bu çalışmada, taze gökkuşağı alabalığı filetosunun başlangıç TBA değeri 0,66 mg MDA/kg idi ve bu değer, soğuk depolamanın sonunda kontrol (7. gün), %2 GB (11. gün) ve %4 GB (15. gün) grupları için sırasıyla önemli ölçüde ($p < 0,05$) 4,95, 3,39 ve 3,92 mg MDA/kg'a yükseldi (Şekil 3). Kontrol grubunun TBA değeri 9. günde Sallam (2007) tarafından önerilen tüketilebilir sınır değeri olan 5 mg MDA/kg'ı aşarken, goji berry ilaveli köfte gruplarının TBA değerleri, muhafaza süresince bildirilen değeri aşmadı. İlaveten, goji berry ekstraktı içeren balık köftelerinde antioksidan etki gösterdi ve depolama süresince kontrol grubunun TBA değerinin goji berry ekstraktı eklenen örneklerle göre daha yüksek olduğu bulundu ($p < 0,05$). %2 GB ve %4 GB grupları arasında TBA değerlerinde anlamlı bir fark görüldü ($p < 0,05$). Soğuk depolamanın ilk gününde TBA değerindeki artışın, balık köftesi hazırlama adımlarında uygulanan sıcaklık ve katkı maddelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Goji berry ekstraktı ilave edilen balık köftelerinin daha düşük TBA değerleri, fenoller, flavonoidler ve proantosiyanidinler gibi antioksidan bileşenlere atfedilebilir (Emir Çoban ve Çoban, 2019). Çeşitli bitki ekstraktlarının kullanımının bir balık ve balık ürünlerindeki TBARS seviyelerini düşürdüğü farklı araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Gahruie vd., 2017; Martínez vd., 2019; Shi vd., 2019; Nquyen vd., 2023).



Şekil 3. Depolama süresince gökkuşuğu alabalığından hazırlanan köftelerin TBA (mg MDA/kg) değerlerinde meydana gelen değişimler.

TVB-N

TVB-N, endojen enzimler ve bakteriler tarafından bozulma derecesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan balık kalite indekslerinden biridir. Balıktaki TVB-N esas olarak amonyak, dimetilamin ve trimetilaminden oluşur (Pezeshk vd., 2011). TVB-N değerindeki artış, bozulma bakterilerinin ve endojen enzimlerin etkisinden kaynaklanmaktadır (Ruiz-Capillas ve Moral, 2005). Ancak, depolama periyodunda, bazı türlerin TVB-N seviyesinde dalgalanmalar göstermiştir (Emir Çoban, 2013; Balıkçı vd., 2022). Soğukta depolama sırasında balık köftesi örneklerinin TVB-N değerleri Şekil 3'te sunuldu. Bu çalışmada, depolama süresi boyunca, kontrol ve goji berry ekstraktı ile muamele edilen gruplar arasında TVB-N değerleri için dalgalanmalar ve önemli farklılıklar ($p < 0,05$) gözlemlendi (Şekil 4). Tüm grupların başlangıç TVB-N değeri 11,68 mg /100g olarak belirlendi ve depolama periyodu boyunca artış gösterdi. Kontrol grubu için TVB-N değerleri en yüksek (28,17 mg /100g) ($p < 0,05$) olup, bunu %2 GB (22,13 mg/100g), %4 GB (18,36 mg/100g) grupları izledi. Tüm gruplardaki TVB-N değerleri, balık ve su ürünlerinin TVB-N 35-40 mg/100g olan ret sınırları olan maksimum değerlere ulaşmadı (Huss, 1995). Bu, balıkların organizma hücrelerinin çok az tahrip olmasına ve yıkama işlemi sırasında endojen enzimlerin nispeten sınırlı salınmasına (Guan vd., 2019) ve dolayısıyla depolama sırasında alabalık köftelerinin TVB-N değerlerini inhibe etmesine bağlanabilir. Önceki çalışmalarda bildirildiği gibi, depolama sırasında bitki ekstraktları ile muamele edilen gruplara kıyasla daha düşük TVB-N değerleri bulundu (Martínez vd., 2019; Shi vd., 2019; Balıkçı vd., 2022). TVB-N değerlerindeki artış bitki özütü gruplarında önemli ölçüde ($p < 0,05$) azalmıştır. Bu durum, antimikrobiyal ajan olarak kullanılan ekstraktların bakteri üremesindeki rolünden kaynaklanmaktadır (Sacchetti vd., 2005). Goji berry ekstraktı içeren gruplarının depolama süresi boyunca düşük TVB-N değerlerini koruduğu gözlemlendi. Sonuçlar, goji berry ekstraktları içeren örneklerde TVB-N'nin azalmasının, ekstraktın bakteriler üzerindeki inhibisyon etkisiyle ilişkili olabileceğini düşündürmüştür.



Şekil 4. Depolama süresince gökkuşuğu alabalığından hazırlanan köftelerin TVB-N (mg/100g) değerlerinde meydana gelen değişimler.

Duyusal değişimler

Farklı oranlarda goji berry ekstraktı ilave edilerek hazırlanan gökkuşuğu alabalığı köftelerinin muhafazası sırasında duyusal açıdan meydana gelen değişimler, 5 kişilik uzman panelist grup tarafından değerlendirildi. Duyusal analize alınan balık köfteleri, kızartılarak servis edildi. Panelistler köfteleri renk, koku, görünüş ve tekstür bakımından 10 puanlık hedonik skala üzerinden (1-3 son derece kabul edilemez, 9-10 son derece iyi) puanladı (Tablo 3).

4°C'de muhafaza edilen gökkuşuğu alabalığından hazırlanan köfteler muhafazanın ilk günlerinde yüksek puanlar aldı. Muhafazanın ilerlemesiyle birlikte bütün gruplarda puanlarda azalmalar meydana geldi. Renk bakımından muhafaza sonuna kadar önemli değişimler gözlemlendi. Özellikle goji berry ilave edilen gruplarda renk koyulaşmaya başladı ve bu durum renk puanlarının azalmasına neden oldu. Buna rağmen %2 goji berry içeren köftelerin renk puanları % 4 goji berry ilave edilen köftelere göre daha iyiydi. Koku özelliği bakımından zamana paralel olarak puanlamalarda düşüşler meydana geldi. 3 puanın altında alan köfteler sonraki muhafaza gününde değerlendirilmedi ve bozulmuş olarak nitelendirildi. Kontrol grubu 9. Günde 3 puanın altında kaldı. Kontrol grubunun koku puanları ile goji berry ilaveli köfte gruplarının koku puanlamaları önemli farklılıklar gösterdi ($p < 0,05$).

Tekstür bakımından da muhafazanın ilerlemesiyle birlikte puanlar önemli seviyede azaldı ($p < 0,05$). Araştırma bulgularına göre, muhafaza süresine bağlı olarak duyusal özelliklerde oluşan kötüleşme Özpolat ve Emir Çoban (2012), Mahmoudzadeh vd. (2010) ve Guran vd. (2015)'nin çalışmaları ile paralellik göstermiştir.

Tablo 3. Depolama süresince gökkuşuğu alabalığından hazırlanan köftelerin duyuşal değerlendirme puanları.

Duyusal özellikler	Muhafaza süresi (Gün)	Gruplar		
		Kontrol	G2	G4
Renk	1	9,39 ^{Ab±0,11}	9,68 ^{Aa±0,13}	9,68 ^{Aa±0,15}
	3	8,11 ^{Bb±0,08}	9,63 ^{Aa±0,07}	8,15 ^{Bb±0,07}
	5	7,30 ^{Cb±0,07}	9,56 ^{Aa±0,05}	7,30 ^{Cb±0,08}
	7	6,40 ^{Db±0,06}	8,92 ^{Ba±0,07}	6,20 ^{Dc±0,05}
	9	6,60 ^{Db±0,06}	7,40 ^{Ca±0,15}	6,12 ^{Dc±0,06}
	11	5,35 ^{Eb±0,03}	7,40 ^{Ca±0,06}	5,20 ^{Eb±0,07}
	13	5,12 ^{Eb±0,11}	6,42 ^{Da±0,06}	5,02 ^{Eb±0,07}
	15	5,44 ^{Eb±0,08}	6,05 ^{Ea±0,06}	4,99 ^{Ec±0,07}
Koku	1	8,90 ^{Ab±0,05}	9,11 ^{Aa±0,13}	9,06 ^{Aa±0,15}
	3	7,88 ^{Bb±0,06}	8,04 ^{Ba±0,11}	8,17 ^{Ba±0,07}
	5	6,43 ^{Cc±0,06}	8,76 ^{ABb±0,05}	8,47 ^{ABa±0,04}
	7	4,84 ^{Dc±0,07}	7,62 ^{Cb±0,06}	8,20 ^{Ba±0,02}
	9	2,88 ^{Eb±0,05}	7,11 ^{Ca±0,15}	7,50 ^{Ca±0,06}
	11	2,55 ^{Ec±0,26}	5,10 ^{Db±0,07}	6,89 ^{Da±0,05}
	13	2,04 ^{Fc±0,11}	5,12 ^{Db±0,14}	6,70 ^{Da±0,23}
	15	1,00 ^{Gc±0,9}	4,80 ^{Eb±0,02}	5,55 ^{Ea±0,13}
Tekstür	1	9,30 ^{Ab±0,06}	9,38 ^{Aa±0,02}	9,36 ^{Aa±0,02}
	3	7,40 ^{Bb±0,05}	8,88 ^{Ba±0,05}	8,89 ^{Ba±0,03}
	5	5,87 ^{Cc±0,06}	8,66 ^{Bb±0,03}	8,89 ^{Ba±0,15}
	7	4,12 ^{Db±0,03}	7,77 ^{Ca±0,05}	7,72 ^{Ca±0,03}
	9	3,14 ^{Ec±0,04}	6,26 ^{b±0,04}	6,81 ^{Ca±0,05}
	11	2,63 ^{Fb±0,05}	6,25 ^{Da±0,13}	6,39 ^{Da±0,07}
	13	2,12 ^{Gc±0,05}	6,04 ^{Db±0,03}	6,22 ^{Da±0,07}
	15	2,11 ^{Gb±0,05}	5,89 ^{Da±0,05}	5,90 ^{Da±0,27}
Görünüş	1	9,55 ^{Ab±0,12}	9,63 ^{Aa±0,02}	9,59 ^{Aa±0,02}
	3	9,50 ^{Bb±0,10}	9,67 ^{Ba±0,05}	9,61 ^{Ba±0,15}
	5	8,33 ^{Cc±0,03}	9,14 ^{Bb±0,23}	9,35 ^{Ba±0,02}
	7	7,05 ^{Db±0,05}	8,92 ^{Ca±0,17}	8,72 ^{Ca±0,25}
	9	5,22 ^{Ec±0,04}	8,26 ^{b±0,11}	7,88 ^{Ca±0,17}
	11	4,77 ^{Fb±0,12}	7,39 ^{Da±0,13}	6,76 ^{Da±0,11}
	13	3,88 ^{Gc±0,8}	6,69 ^{Db±0,08}	6,22 ^{Da±0,7}
	15	3,75 ^{Gb±0,9}	6,48 ^{Da±0,02}	5,90 ^{Da±0,27}

SONUÇ

Çalışma sonunda elde edilen bulgulara göre; goji berry ekstraktı ilavesinin üretilen köfteler üzerinde antioksidan etkisinin ($p < 0,05$) olduğu, TBA ve TVB-N değerlerinin kontrol grubuna kıyasla daha az artış gösterdiği tespit edildi. İlâveten, goji berry ekstraktının köftelerin duyuşal özelliklerini olumsuz etkilemediği, ancak özellikle renk bakımında %2 goji berry ekstraktı ilaveli grubun panelistler tarafından daha yüksek puanlar aldığı belirlendi. Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre, kontrol grubu köftelerin raf ömrü 7 gün olarak belirlenirken, goji berry ekstrakt ilaveli köftelerin raf ömrü 13 gün olarak tespit edildi. Farklı konsantrasyonların raf ömrü üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ($p > 0,05$) belirlendi.

Çıkar Çatışması

Yazar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Teşekkür

Bu çalışma, SÜF.23.09 protokol numarası ile Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (FÜBAP) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Gomma, A. E. E., Tarek, M. A., & Abdalla, A. E. M. (2019). The effect of sage essential oil on the compositional quality of anchovy fish burger during freeze storage . *J. Adv. Agric. Res.*, 24(4), 2, 535-557.
- Al-Bulushi, I.M., Kasapis, S., Al-Oufi, H. & Al-Mamari, S. (2005). Evaluating the quality and storage stability of fish burgers during frozen storage. *Fisheries Science*, 71, 648-654.
- Ali, M., Imran, M., Nadeem, M., Khan, M., Sohaib, M., Suleria, H., & Bashir, R. (2019). Oxidative stability and Sensoric acceptability of functional fish meat product supplemented with plant-based polyphenolic optimal extracts. *Lipids in Health and Disease*, 18, 1-16.
- AOAC. (2002). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists, Ed. Arlington, K., (17th. Ed.), Gaithersburg, Maryland.
- Balıkçı, E., Özoğul, Y., Durmuş, M., Uçar, Y., & Gökdoğan Tekin, S. (2022). The impact of thyme, rosemary and basil extracts on the chemical, sensory and microbiological quality of mackerel balls stored at -18°C. *Acta Aquatica Turcica*, 18(2), 217-235.
- Di Monaco, R., Cavella, S., & Masi, P. et al. (2009). Blue fish burgers: nutritional characterisation and sensory optimisation. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1634–1641.
- Emir Çoban, Ö., & Çoban, M. Z. (2019). Meyan kökü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının kalitesi üzerine etkisi, *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*, 14(4), 83-92.
- Engin, M. S., Kalkan, S., & Otağ, M. R. (2019). Goji berry (*Lycium barbarum* L.) meyvesinin farklı çözenlerden elde edilen ekstratlarının toplam fenolik içerikleri ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin karşılaştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 359-365.
- Ekinci, L., & Emir Çoban, Ö. (2023). Uçucu yağlar içeren kitosan film ve kaplamalar: Su ürünleri uygulamaları. *Journal of Biological Sciences and Health*, 1(1), 25-37.
- Fadiloğlu, E. E., & Çoban, M. Z. (2019a). The effects of goji berry (*Lycium barbarum* l.) extract on some chemical, microbiological and sensory characteristics of liquid smoked common carp (*Cyprinus carpio* l., 1758) sausages. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science*, 29(4), 702-710.

- Fadiloğlu, E. E., & Çoban, M. Z. (2019b). The effect of glazing with sumac (*rhus coriaria*, L.) Extract on the quality of frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Ecological Life Sciences*, 14, 129-138.
- Gahrue, H. H., Hosseini, S. M. H., Taghavifard, M. H., Eskandari, M. H., Golmakani, M. T., & Shad, E. (2017). Lipid oxidation, color changes, and microbiological quality of frozen beef burgers incorporated with shirazi thyme, cinnamon, and rosemary extracts. *Journal of Food Quality*, 6350156ç
- Guan, W., Ren, X., Li, Y., & Mao, L. (2019). The beneficial effects of grape seed, sage and oregano extracts on the quality and volatile flavor component of hairtail fish balls during cold storage at 4 °C. *LWT*, 101, 25-31.
- Guran H. S., Oksuztepe G., Coban O. E., & Incili, G. K. (2015): Influence of different essential oils on refrigerated fish patties produced from bonito fish (*Sarda sarda* Bloch, 1793). *Czech J. Food Sci.*, 33, 37-44.
- Gürel Inanlı, A., & Muhammed Amin, B. L. (2022). Determination of shelf life during cold storage of fish fingers coated addition of goji berry. *Marine Science and Technology Bulletin*, 11(4), 443-453.
- Gürel İnanlı, A., Emir Çoban, Ö., Yüce, S., & Çelik B., (2018). Yaban mersini (*Blue berry*) ve kurt üzümü (Gojiberry) ekstraktlarıyla zenginleştirilmiş kitosan ile kaplanmış gökkuşağı alabalık (*Oncorhynchus mykiss walbaum 1792*) filetoalarının piyasa koşullarında mikrobiyolojik değişimlerinin incelenmesi, *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*, 13(4),171-181.
- Husein, Y., Secci, G., Dinnella, C., Parisi, G., Monteleone, E., & Zanoni, B. (2019). Enhanced utilisation of nonmarketable fish: physical, nutritional and sensory properties of 'clean label' fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 593-601.
- Huss, H. H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. In FAO. Fisheries Technical Paper
- Isra, L., Ali, M. S., Salma, U., Rahman, A., & Haq, M. (2024). Physical, nutritional, and sensory characterization of pangas fish ball incorporated with moringa leaves powder. *Food Chemistry Advances*, 4, 100715.
- Kamona, Z. K., & Alzobaay, A. A. H. (2021). Effect of essential oil extract from lemongrass (*Cymbopogon citratus*) leaves on viability of some pathogenic bacteria and sensory properties of fish balls. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 52(2), 268-275
- Karsli, B., Caglak, E., & Prinyawiwatkul, W. (2021). Effects of high-molecular-weight chitosan coating prepared in different solvents on quality of catfish fillets during 6-month frozen storage. *Journal of Food Science*, 86(3), 762-769.
- Kim, Y. Y., Bashir, K. M. I., Kang, S., Park, Y., Sohn, J. H., & Choi, J. S. (2024). Development and quality enhancement of fried fish cake prototype with transglutaminase, trehalose, and herbal oil for room temperature distribution. *Gels*, 10(11), 740.
- Kulczyński, B., & Gramza-Michałowska, A. (2016). Goji berry (*Lycium barbarum*): composition and health effects—a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(2), 67-76.
- Kurniasari, R. Y., Affandi, D. R., Yudhistira, B., & Sanjaya, A. P. (2019). Textural and sensory properties of little tuna fish balls (*Euthynnus affinis*) arrowroot flour substitutions (*Maranta arundinacea* Linn.) added with sodium tripolyphosphate. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 633, 012050.

- Mahmoudzadeh, M., Motallebi, A., Hosseini, H., Khaksar, R., Ahmadi, H., Jenap, E. ... Kamran, M. (2010). Quality changes of fish burgers prepared from deep flounder (*Pseudorhombus elevatus* Ogilby, 1912) with and without coating during frozen storage (-18 °C). *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 374-379.
- Martínez, L., Castillo, J., Ros, G., & Nieto, G. (2019). Antioxidant and antimicrobial activity of rosemary, pomegranate and olive extracts in fish patties. *Antioxidants*, 8(4).
- Martínez-Zamora, L., Ros, G., & Nieto, G. (2020). Designing a clean label fish patty with olive, citric, pomegranate, or rosemary extracts. *Plants*, 9, 659.
- Noordin, W. N. M., Shunmugam, N., & Huda, N. (2014). Application of salt solution and vacuum packaging in extending the shelf life of cooked fish balls for home and retail uses. *J. Food Qual.*, 37, 444-452.
- Nguyen, L. A. D., Huynh, T. K. D., Nguyen, T. N. H., Nguyen, Q. T., & Tran, M. P. (2023). Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the protection of the fishballs from knife fish (*Chitala chitala*) and striped catfish by-product (*Pangasianodon hypophthalmus*) against spoilage during frozen storage. *Food Research*, 7(2), 85-95.
- Özpolat, E., & Çoban, Ö. E. (2012). Kara balık (*Capoeta trutta*, Heckel, 1843) ve sarı balığın (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843) köfte olarak değerlendirilmesi ve kalite kriterleri üzerine farklı muhafaza sıcaklıklarının etkisi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 29(3), 127-131.
- Papadopoulos, V., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2003). Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology*, 20(4), 411-420.
- Pezeshk, S., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2011). Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuum-packaged rainbow trout stored at 4 ± 1 °C. *Journal of Food Science*, 76(6).
- Ruiz-Capillas, C., & Moral, A. (2005). Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food Chemistry*, 89(3), 347-354.
- Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M. ... Bruni, R. (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*, 91(4), 621-632.
- Saleem, M., A El-Sherif, S., Sharaf, A., & Abo-Zeid, K. (2019). Influence of essential oils and frozen storage on quality parameters of catfish (*Clarias gariepinus*) burgers and fingers. *J Food Process Technol*, 10, 1-7.
- Sallam, K. I. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18, 566-575.
- Silbande, A., Adenet, S., Smith-Ravin, J., Joffraud, J. J., Rochefort, K., & Leroi, F. (2016). Quality assessment of ice-stored tropical yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and influence of vacuum and modified atmosphere packaging. *Food Microbiology*, 60, 62-72
- Shi, J., Lei, Y., Shen, H., Hong, H., Yu, X., Zhu, B. ... Luo, Y. (2019). Effect of glazing and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on preservation of mud shrimp (*Solenocera melanthero*) during frozen storage. *Food Chemistry*, 272, 604-612.

- Taskaya, L., Hasanhocaoglu, H., Metini, C., & Alparslan, Y. (2018). The effect of lavender (*Lavandula stoechas*) on the shelf life of a traditional food: hamsi kaygana. *Food Sci. Technol, Campinas*, 38, 711-718.
- Uçak, I., Özogul, Y., & Durmuş, M. (2011). The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(6), 1157-1163.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., & Gün, H. (1993). Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17, İstanbul.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

Emir Çoban, Ö. (2024). Gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'ndan hazırlanan köftelerin kimyasal ve duyusal kalitesi üzerine goji berry ekstraktın etkisi. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 7(2), 198-210. <https://doi.org/10.56728/dustad.1594346>