

Keten ve Çiya Tohumu ile Zenginleştirilmiş Yayın Balığı (*Siluris glanis*) Köftelerinin Bazı Kalite Kriterlerinin Araştırılması

Investigation of Some Quality Criteria of Catfish (*Siluris glanis*) Balls Enriched with Chia and Flaxseed

Pınar Oğuzhan Yıldız^{1,*}, Gökhan Arslan¹

¹Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum-TÜRKİYE.

*Sorumlu yazar: pinaroguzhan@atauni.edu.tr

Received: 21.02.2022

Accepted: 23.05.2022

Published: 01.09.2022

How to Cite: Oğuzhan Yıldız, P., & Arslan, G. (2022). Keten ve Çiya tohumu ile zenginleştirilmiş Yayın Balığı (*Siluris glanis*) köftelerinin bazı kalite kriterlerinin araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 18(3), 369-383. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.1076740>

Özet: Bu çalışmada, farklı oranlarda (%4 ve %8) keten ve çiya tohumu ile zenginleştirilmiş yayın balığı (*Silurus glanis*) köftelerinin bazı kalite kriterlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Balık köfteleri depolamanın belirli günlerinde (1, 7 ve 14. gün) toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), psikrotrofik bakteri, maya-küf, tiyobarbitürik asit (TBARS), toplam uçucu bazik azotu (TVB-N), pH ve duyu kalite parametreleri yönünden araştırılmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre keten ve çiya tohumu ile zenginleştirilmiş köfte örneklerinde bakteri sayısı, kontrol grubu örneklerine göre daha düşük bulunmuş ve tüm gruplarda depolama süresine paralel olarak artış ($p<0,05$) tespit edilmiştir. TVB-N ve pH değerleri kontrol grubunda daha yüksek bulunurken, TBARS değeri keten ve çiya tohumu ilaveli balık köftelerinde daha yüksek saptanmıştır. Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde ise depolama boyunca doku hariç tüm gruplar arasından en çok beğenilen grup kontrol grubu olmuştur. Çalışmamızda keten ve çiya tohumu ilavesinin genel olarak kalite kriterleri üzerine olumlu etki ettiği görülmüştür.

Keywords

- Keten tohumu
- Çiya
- Balık köftesi
- Yayın balığı
- Kalite

Abstract: This study aimed to examine some quality criteria of catfish (*Silurus glanis*) fishballs enriched with flax and chia seeds at different rates (4% and 8%). Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), psychrotrophic bacteria, yeast-mold, thiobarbituric acid (TBARS), total volatile basic nitrogen (TVB-N), pH and sensory levels on certain days of storage (1, 7, and 14 days) of fishballs investigated in terms of quality parameters. According to the results of microbiological analysis, the number of bacteria in the ball samples enriched with flax and chia seeds was lower than in the control group samples, and an increase was detected in all groups in parallel with the storage period ($p<0.05$). While TVB-N and pH values were higher in the control group, TBARS value was higher in the fishballs supplemented with flax and chia seeds. When the sensory analysis results were examined, the control group was the most liked group among all groups except tissue during storage. In our study, it was observed that the addition of flax and chia seeds had a positive effect on the quality criteria in general.

Anahtar kelimeler

- Flaxseed
- Chia
- Fishballs
- Catfish
- Quality

1. GİRİŞ

Son yıllarda hızlı kentleşme ve çalışan nüfusundaki artış nedeniyle tüketiciler hazır gıda tüketimine yönelmiştir. Hazır yemek teknolojisi ile lezzetli, pratik, güvenilir, kaliteli ürünler tüketime hazır hale getirilip, sunulmaktadır. Özellikle toplu tüketime sahip alanlarda (catering firmaları, lokantalar, okullar, oteller, hastaneler vb.) sunduğu alternatifler sayesinde tercih edilebilir hale gelmiştir. Ayrıca



sağlıklı besinleri tercih eden ve günlük yaşantısında yoğun iş temposuna sahip yemek yapmaya vakit bulamayan insanlar için de alternatif bir seçenektir (Kaba vd., 2013; Kara, 2017). Günümüzde sağlıklı ve dengeli beslenme önem kazanmış ve bu doğrultuda tüketici beslenme alışkanlıklarında da değişiklikler olmuştur (Taşkaya vd., 2003; Demircioğlu, 2018; Arslan 2020). Su ürünleri bu bağlamda protein değeri yüksek, vitamin ve mineraller içeriği zengin, doymamış yağ asitlerini ve esansiyel amino asitlerini yüksek oranda bünyesinde bulunduran değerli bir besin maddesidir (Anonim, 2021). Gelişen teknolojilere paralel olarak diğer gıda maddeleri gibi su ürünleri de farklı şekillerde işlenip, paketlenerek tüketime hazır bir hale getirilmektedir. Hazır yemek teknolojisinde su ürünlerinin önemi de tartışılmazdır. Su ürünleri çeşitli şekillerde işlenerek sofralarımızdaki yerini almıştır. İşlenmiş su ürünleri gerek lezzetleri gerekse sunmuş oldukları alternatifler sayesinde aranılan ürünler arasında yerini almıştır. Bu ürünlerden birisi de balık köftesidir. Temizlenerek kıyma haline getirilen balık etinin içerisine çeşitli baharat ve katkı maddeleri ilave edilerek köfte haline getirilmekte ve ambalajlanmaktadır (Yanar ve Fenercioğlu, 1999; Çapkın, 2020; Kaba vd., 2013). Et ve et ürünleri ile ilgili yapılan araştırmalarda bitkisel kökenli maddelerin kullanımının tüketiciler açısından pek çok avantaja sahip alternatif ürünleri ortaya çıkardığı belirtilmiştir. Koruyucular, kıvam artırıcılar, renklendiriciler, besin değerini düzenleyiciler ya da bunların birçoğunu yapısında bulundurabilen farklı tahıl unlarının kullanımı bunlara örnek olarak sayılabilir. Özellikle de unların kullanımı ile ilgili yapılan araştırmalarda, bileşenlerin sağladığı fonksiyonel özellikler sayesinde ürünün kalitesinin arttırılabileceği ile ilgili bilgiler vardır (Kurt ve Kılınççeker, 2012; Kılınççeker, 2015). Çeşitli tahıllar veya baklagil tohumları gibi fonksiyonel özelliğe sahip tarımsal ürünler un haline getirilerek köfte gibi gıdalarda kullanımı ile dağılma, büzüşme, fire kaybı, renk değişimi gibi birçok problemi azaltarak ürünün raf ömrünü uzatmaktadır (Kılınççeker, 2015). Gerek dünya nüfusundaki artış gerekse pandemi süreci beslenme kavramının değişmesine ve beraberinde fonksiyonel gıdalara olan ilginin artmasına neden olmuştur. Bitkisel kaynaklı ürünler gıdalara ilave edilmeye başlanmıştır (Ertugay vd. 2020).

Bitkisel kaynaklara birer örnek de keten ve çiya tohumudur. Keten (*Linum usitatissimum*) 30-100 cm boyunda, mavi çiçekli, tek yıllık bir kültür bitkisidir. Tohumları yumurta şeklinde, yassı, parlak ve lezzetlidir. Keten tohumunun genellikle ticari olarak kahverengi ve sarı türlerinin üretimi yapılmaktadır. İki türe ait besin içeriği benzer olmasına rağmen sarı keten tohumu daha çok tercih edilmektedir. (Ergene ve Bingöl, 2019; Kılınççeker ve Kırpık, 2019). Keten tohumu %35-45 oranında yağ içerir. Keten tohumu yağı bitkisel kaynaklar içinde %59 α -linoleik asit (ALA) içeriğince en zengin kaynak olması nedeniyle önemli bir endüstriyel üründür. Keten tohumunun antifungal özelliğe sahip olduğundan, bazı gıdalarda küf gelişimini inhibe etmek amacıyla kullanım alanına sahiptir. Keten tohumu temel besin öğelerinin yanında polifenoller, tokoferoller ve lignin gibi yarar sağlayan bileşenleri de içermesinden dolayı, diyetle ilave edilerek kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, obezite, bağırsak ve prostat kansinomlarına karşı koruyucu etki göstermektedir. (İşleroğlu vd., 2005; Ergene ve Bingöl, 2019).

Çiya (*Salvia hispanica* L.), Lamiaceae ailesine mensup, anavatanı güney Meksika'dan kuzey Guatemala'ya kadar uzanan tek yıllık otsu bitkidir. Çiya İspanyolca yağlı anlamına gelen Çiyan/chien kelimesinden türetilmiştir. Besleyici ve fonksiyonel özelliği nedeniyle çiya tohumunun önemi dünya çapında gittikçe artırmış ve besin, kozmetik, ilaç üretimi gibi birçok alanda da kullanım imkanı bulmuştur. Çiya tohumu %17-24 protein, %18-30 diyet lif ve %25-40 oranında yağ ihtiva etmektedir. Yağ içeriğinin %80'i de α -linolenik asit (omega-3; n3) ve linoleik asitten (omega-6; n-6) oluşmaktadır. Ayrıca kalsiyum, fosfor, potasyum, demir ve magnezyum, niasin ve A vitamini bakımından da zengindir (Erdoğan ve Geçgel, 2019). Yaz aylarında çiçeklenen bitkinin boyu yaklaşık 1 m'yi bulabilmektedir. Çiya tohumu yaklaşık 2 mm boyunda, oval, gri, siyah, kahverengi ya da beyaz renkli olup üzerinde koyu renkli noktalar mevcuttur. Kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu özelliğe sahip olmakla birlikte antioksidan özelliği sayesinde kanser riskini azaltabilmektedir (Arnak, 2020). Tüketicilerin çiya tohumuna olan ilgilerinin artmasındaki en önemli etken kan basıncı kontrolü ve kan

şekeri seviyesi düzenlemedeki rolü ile reflü ve mide yanması gibi rahatsızlıkların iyileştirilmesindeki etkisinden kaynaklanmaktadır (Erdoğan, 2019; Ergene ve Bingöl, 2019; Ergür ve Emir Çoban, 2020).

Yayın Balığı, Siluridae familyasına mensup olup tatlı su balıklarının en büyüğüdür. 3-5 m boy ve 250-300 kg ağırlığında olanlara rastlanmıştır. Ülkemizde birçok göl ve akarsuda bulunan yayın balığı (*Silurus glanis*) fazla rağbet gören bir türdür. Sportif balıkçılıkta da oldukça popülerdir. Eti oldukça lezzetli, kılıcı fazla olmayan, yüksek protein içeriğine ve düşük yağ oranına sahip, ekonomik değeri yüksek insanlar tarafından tüketilen bir tatlı su balığıdır (Kamarı, 2007; Saylar, 2009; Uysal vd., 2009; Çağıltay, 2011). Yayın balığı ve aynı familyaya mensup türlerin etleri kullanılarak yapılan balık köftesi, burger vb. ürünlerle ilgili yapılan çalışmalar Türkiye’de ve dünyada sınırlıdır. 2017 yılı yayın balığı yetiştiricilik üretimi yaklaşık 765 tondur. Ülkemizde iç sulardan avcılık yoluyla elde edilen yayın balığı miktarları 2018 yılında 362 tondur. 2018 yılında avcılık yoluyla elde edilen yayın balığı miktarı avcılıktan elde edilen toplam iç su ürünleri içerisinde %1,2’lik paya sahiptir (Yeşilçiçek, 2019).

Bu çalışma ile yayın balığı etinin köfte olarak değerlendirerek hem sağlık hem de ürün kalitesine olumlu etkileri olan bitkisel kökenli maddelerden keten ve çiya tohumu unları ilavesi ile tüketicilere farklı alternatif bir ürün sunulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Araştırmanın materyalini oluşturan yayın balıkları Ardahan İli’ndeki yerel bir satıcıdan (yeni doğadan avlanmış) tedarik edilmiştir. Keten ve çiya tohumları ise piyasadan temin edilerek öğütülmüştür. Köfte üretiminde kullanılan baharatlar da piyasadan temin edilmiştir.

Ortalama 108,33±7,63 cm boy ve 14,66±1,52 kg ağırlığındaki 9 adet yayın balıkları (her biri 3 balıktan oluşan toplam 3 grup) strafor kutularda soğuk zincir kurallarına uygun olarak Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarına getirilmiştir. Balıkların önce derileri yüzülerek, başları kesilmiş, iç organları temizlenmiş ve filetoları çıkarılmıştır. Daha sonra kıyma makinesinde (Arçelik K1768) kıyma haline getirilmiştir.

2.2. Köftelerin hazırlanması

Geleneksel köfte hamuru üretimi piyasa baz alınarak Can (2012)’e göre %88,5 kıyılmış balık eti, %2 tuz, %5 soğan, %3 sarımsak, %0,5 kimyon, %0,5 karabiber ve %0,5 kırmızıbiber eklenerek hazırlanmıştır. İlave edilen maddelerin oranları balık eti üzerinden hesaplanmıştır. Piyasadaki ürünler baz alınarak yaklaşık olarak 20 g ağırlığında, 32 mm çapında yuvarlak köfteler üretilmiştir. Hazırlanan köfteler beş gruba ayrılmıştır. Bitkisel unlarla zenginleştirilmemiş grup kontrol (K), %4 keten tohumu ilaveli grup (K4), %4 çiya tohumu ilaveli grup (Ç4), %8 keten tohumu ilaveli grup (K8) ve %8 çiya tohumu ilaveli grup (Ç8) olarak hazırlanmıştır. Köfteler ön çalışmalarla belirlenen sıcaklık ve sürede (175°C’lik fırında 5 dk.) pişirilerek, kilitli buzdolabı poşetlerine yerleştirilmiş ve buzdolabı koşullarında (4±1°C) muhafaza edilmiştir.

2.3. Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler için, 25 g balık örneği steril stomacher poşetine alınmış ve üzerine 225 ml steril serum fizyolojik ilave edilerek stomacher cihazında (Lab Stomacher Blender 400-BA 7021 Sewardmedical, England) homojenize edilmiştir. Toplam aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakteri analizleri için Plate Count Agar (PCA, Condalab) kullanılmış ve besiyerleri sırasıyla 30°C’de 2 gün ve 4°C’de 10 gün süreyle inkübasyona bırakılmışlardır. Maya-küf sayımı için ise Potato Dextrose Agar (PDA, Condalab) besiyeri kullanılmış, 25°C’de 5 gün inkübe edilmiştir (Gökalp vd.,2001).

2.4. Kimyasal analizler

pH analizi için 10 g örneğe distile su ile ilave edilmiş ve 1 dakika boyunca homojenize edildikten sonra belirlenmiştir (AOAC, 1990).

TBARS değeri Lemon (1975) ve Kılıç ve Richards (2003)’ün kullandığı yöntem modifiye edilerek

yapılmıştır. 100 g örneğe %7,5'lük triklorasetik asit (TCA, Isolab) eklenmiş ve homojenize edilerek filtre kağıdından süzümüştür. Filtrata tiyobarbitirik asit (TBA, Isolab) ayracı eklenerek su banyosunda (Mermert) 100°C'de yaklaşık 40 dakika bekletilmiştir. Daha sonra su banyosundan alınarak soğumaya bırakılmış ve spektrofotometrede (Shimadzu) 532 nm köre karşı okuma yapılmıştır. Elde edilen veriler ile TBARS değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$TBARS = \left(\frac{Abs}{k} \times \frac{2}{1000} \times 6,8 \right) \times 1000 / \text{örnek ağırlığı}$$

TVB-N değerini belirlemek için Malle ve Poumeyrol (1989) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. 100 gram örneğe %7,5'lik (v/v) TCA eklenmiş ve homojenize edilerek santrifüj işlemine tabi tutulmuş ve filtre kağıdından süzümüştür. Elde edilen filtrata %10'luk NaOH (Tekkim) (w/v) eklenmiş içinde %4'lük borik asit (Tekkim) içeren erlene son hacim yaklaşık 50 ml olana kadar köpük önleyici ve kaynama taşı da eklenerek distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen distilat 0,05 M HCl (Tekkim) çözeltisi ile titre edilerek 100 gramdaki TVB-N değeri hesaplanmıştır.

2.5. Duyusal analizler

Duyusal analizlerde balık köfteleri görünüş, koku, lezzet, 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Köfte örnekleri Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğrencileri ve öğretim elemanlarından oluşan 10 kişilik panelist grubu tarafından yaklaşık 5 dakika tavada ısıtıldıktan sonra 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme işlemi yaklaşık 1 saatte tamamlanmıştır. Puanlamada 10 puan çok iyi, 5 puan önemsiz, 4 puan ve aşağısı bozulmuş olarak kabul edilmiştir (Haq vd., 2013).

2.5. İstatistiksel analizler

Üç tekerrürlü ve 2 paralelli olarak gerçekleştirilen deneylerin sonucunda uygulamalar arasındaki fark varyans analizi (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve % 95 güven aralığında belirlenmiştir. İstatistiksel analiz, SPSS (Statistical Package for Social Science software) (Inc. Version 17.0, ABD) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Mikrobiyolojik sonuçlar

Farklı oranlarda (%4 ve %8) keten ve çiya tohumu ile zenginleştirilmiş yayın balığı köftelerinin soğukta muhafazası (4±1°C) sırasındaki mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı oranlarda (%4 ve %8) keten ve çiya tohumu ile zenginleştirilmiş yayın balığı (*Siluris glanis*) köftelerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g) (Ort. ± SD)

Analizler	Depolama Süresi (gün)	Köfte Örnekleri				
		K	K4	Ç4	K8	Ç8
Toplam aerobik	1	3,23±0,22 ^a	2,86±0,10 ^a	2,97±0,08 ^a	2,60±0,33 ^a	2,62±0,22 ^a
Mezofilik bakteri sayısı	7	5,92±0,33 ^b	2,57±0,17 ^a	3,53±0,51 ^a	3,63±0,22 ^b	2,62±0,22 ^a
	14	8,56±0,41 ^c	6,85±0,24 ^b	7,00±0,12 ^b	6,27±0,34 ^c	6,65±0,44 ^c
Psikrotrofik bakteri sayısı	1	3,11±0,11 ^a	2,65±0,08 ^a	2,69±0,36 ^a	2,29±0,50 ^a	2,18±0,32 ^a
	7	5,23±1,22 ^b	2,54±0,29 ^b	3,33±0,59 ^a	3,61±0,35 ^b	3,33 ±0,33 ^b
	14	8,11±0,32 ^c	6,51±0,34 ^b	6,40±0,31 ^b	5,96±0,29 ^c	5,89±0,30 ^c
Maya-küf sayısı	1	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a
	7	3,83±0,79 ^b	2,47±0,33 ^a	2,78±0,50 ^b	2,16±0,00 ^a	2,42±0,19 ^a
	14	5,19±0,24 ^c	4,54±0,30 ^b	4,82±0,31 ^a	4,08±0,11 ^b	4,68±0,36 ^b

K: Kontrol, K4: %4 keten tohumu ilaveli örnek, Ç4: %4 çiya tohumu ilaveli örnek, K8: %8 keten tohumu ilaveli örnek, Ç8: %8 çiya tohumu ilaveli örnek. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, depolama süresi ve sıcaklığa göre değişiklik göstermekte ve ürünün mikrobiyolojik durumu hakkında bilgi vermektedir (Bostan vd., 2011). Taze balıklarda

toplam aerobik bakteri için kabul edilebilir limit değeri 6 log kob/g olarak bildirilmiştir (Anonim 2022).

Keten ve çiya tohumu ile zenginleştirilmiş köfte örneklerinde depolamanın ilk gününde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı kontrol grubu örneklere göre daha düşük bulunurken, tüm gruplarda depolama süresine paralel olarak artış ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı en düşük K8 grubu ($2,60\pm 0,33$) köfte örneklerinde belirlenmiştir. TMAB sonuçlarına göre en düşük bakteri sayısı K8 grubu ($2,60\pm 0,33$) köfte örneklerinde tespit edilmiştir. Toplam bakteri sayısının tüm gruplarda 14 günlük depolama periyodu sonunda kabul edilebilir limit değerini aştığı belirlenmiştir. Uçak (2020) alabalık burgerlerine ait toplam mezofilik bakteri sayısını depolamanın 15. gününde kontrol grubunda 7,29, %0,5 nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş grupta 6,97 ve %1 nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş grupta 6,79 log kob/g olarak bildirmişlerdir. Bu sonuçların çalışmamız sonuçlarına benzer olduğu görülmüştür. Da Silva vd. (2021) hindistan cevizi unu ile kapladıkları balık nuggetların toplam mezofilik bakteri sayılarının depolama süresi boyunca kabul edilebilir limit değerini (6 log kob/g) aşmadığı vurgulanmıştır. Kılıççeker (2014) adaçayı ve ısırgan otu ekstraktları ile kapladıkları balık köftelerin toplam mikroorganizma sayısı açısından muhafaza süresinin tüm gruplar üzerinde etkisinin istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Yapılan bir başka çalışmada gümüş balığından hazırlanan köftelerin toplam canlı bakteri sayısında muhafaza süresince artış olduğu gözlemlenmiştir (Duman ve Peksezer 2016). Kaba vd. (2012), dumanlanmış zargana balığı kullanarak hazırladıkları köftelerin derin dondurucuda (-18°C) 6 aylık depolama süresi boyunca mikrobiyolojik kalite kriterleri yönünden tüketilebilirlik sınır değer olan 6 log kob/g değerini aşmadığını rapor etmişlerdir.

Soğukta muhafaza edilen su ürünlerinin kalitesinde meydana değişimlerin ve raf ömrünün belirlenmesinde psikrotrofik bakterilerin mezofil bakterilere kıyasla daha etkili olduğu bilinmekte olup; psikrotrofik bakteriler için kabul edilebilirlik sınır değer 6 log kob/g olarak verilmiştir (Mol vd., 2007). Keten ve çiya tohumu ile zenginleştirilmiş köfte örneklerinde depolamanın ilk gününde psikrotrofik bakteri sayısı kontrol grubu örneklere göre daha düşük bulunurken, tüm gruplarda depolama süresine paralel olarak artış ($p<0,05$) tespit edilmiştir. En düşük bakteri sayısı ise Ç8 grubu ($2,18\pm 0,32$) köfte örneklerinde belirlenmiştir. Depolama süresince psikrotrofik bakteri sayısında görülen artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). Psikrotrofik bakteri sayısı, K8 ve Ç8 gruplarında depolama süresi boyunca kabul edilebilir limit değerini aşmadığı, diğer gruplarda ise aştığı belirlenmiştir. Sur ve Karabıyıklı Çiçek (2021), çiya tohum yağının sahip olduğu esansiyel yağların çiya ve eklendiği ürüne antimikrobiyal etki kazandırdığını ve bu antimikrobiyal etkinin de genel olarak Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler gibi mikroorganizmalar üzerinde inhibitif ve bakteriostatik etki gösterdiğini vurgulamışlardır. Bu bulgu çalışma bulgularımızı desteklemektedir. Keten tohumunun da içerdiği fenolik asitlerden dolayı; antioksidan, antimikrobiyal ve anti-kanser etki gösterdiği bildirilmiştir (Özgöçmen 2020). Kaya (2019) yaban mersini ilaveli aynalı sazan etinden yapılan balık köftelerinin psikrotrofik aerob bakteri sayısı açısından gruplar arasında önemli farklılığın olduğunu tespit etmişlerdir ($p<0,05$). Çapkın (2020), aynalı sazan balığından hazırladığı köftelerle ilgili çalışmasında toplam psikrotrofik aerobik bakteri sayılarında muhafaza süresince artışlar tespit etmiştir. Çalışma verileri çalışmamızla uyum göstermektedir. Syahrul et al. (2022), kedi balığı atıklarından üretilen balık köftelerinin mikrobiyal açıdan gruplar arasında önemli farklılığın olmadığını rapor etmişlerdir.

Maya ve sayısı tüm gruplarda 2,00 log kob/g olarak saptanırken depolama sonuna kadar artış göstermiştir. En yüksek maya ve küf sayısı depolamanın 7. gününde kontrol grubu ($5,19\pm 0,24$) örneklerde bulunmuştur. Depolama süresi ve uygulama işlemleri maya ve küf sayıları üzerine önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Çorapçı (2018), et ve et ürünlerinde maya ve küfler için kabul edilebilir bir limit değerinin olmadığını vurgulamıştır. Maya ve küf sayısı tüm gruplarda depolama başlangıcında 2,00 log kob/g olarak saptanırken, en yüksek maya-küf sayısı depolamanın 7. gününde

kontrol grubu ($5,19\pm 0,24$) örneklerde bulunmuştur. Elshafie vd. (2018)'nin yaptığı çalışmada çiya tohumun esansiyel yağlarının gıda kaynaklı patojen küflere karşı doğal fungistatik ve fungisidal etkili bileşiklere sahip olduğunu bildirmiştir. Çalışmadan elde ettiğimiz bulgular bu çalışma bulguları ile uyushmaktadır. Maya-küf sayısının tüm köfte gruplarında depolama süresi boyunca arttığı gözlenmiştir. Maya ve küf sayıları üzerine grupların ve depolama süresinin etkisinin de önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Çapkın vd. (2020) kadife balığı köftelerinin maya ve küf sayılarının depolama süresine bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir. Can ve Emir Çoban (2012) aynalı sazan balığı ile hazırlanan köftelere %1 oranında timol sürülmesinin diğer gruplara kıyasla maya-küf sayısını düşürdüğü tespit edilmiştir. Çalışmamızda keten ve çiya tohumu ilavesinin mikrobiyolojik kalite üzerine olumlu etki ettiği görülmüştür.

3.2. Kimyasal sonuçlar

Farklı oranlarda (%4 ve %8) keten ve çiya tohumu ile zenginleştirilmiş yayın balığı (*Siluris glanis*) köftelerinin soğukta muhafazası ($4\pm 1^\circ\text{C}$) sırasındaki kimyasal analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir

Tablo 2. Farklı oranlarda (%4 ve %8) keten ve çiya tohumu ile zenginleştirilmiş yayın balığı (*Siluris glanis*) köftelerinin kimyasal analiz sonuçları (Ort. \pm SD)

Analizler	Depolama Süresi (gün)	Köfte Örnekleri				
		K	K4	Ç4	K8	Ç8
TVB-N	1	7,37 \pm 0,95 ^a	7,17 \pm 0,20 ^a	7,02 \pm 0,16 ^a	7,07 \pm 0,12 ^a	6,37 \pm 0,53 ^a
	7	17,40 \pm 0,87 ^b	14,81 \pm 0,66 ^b	15,08 \pm 0,99 ^b	14,37 \pm 0,66 ^b	15,30 \pm 0,60 ^b
	14	27,32 \pm 2,63 ^c	23,21 \pm 1,99 ^c	22,41 \pm 1,12 ^c	20,69 \pm 0,43 ^c	21,18 \pm 1,22 ^c
TBARS	1	0,87 \pm 0,10 ^a	1,22 \pm 0,10 ^a	1,09 \pm 0,04 ^a	1,54 \pm 0,12 ^a	1,24 \pm 0,05 ^a
	7	2,70 \pm 0,45 ^b	4,62 \pm 1,07 ^b	3,62 \pm 0,27 ^b	4,26 \pm 0,92 ^b	3,05 \pm 0,21 ^b
	14	5,40 \pm 0,60 ^c	6,88 \pm 0,29 ^c	6,57 \pm 0,42 ^c	6,33 \pm 0,33 ^c	6,09 \pm 0,11 ^c
pH	1	6,40 \pm 0,20 ^a	6,53 \pm 0,00 ^b	6,46 \pm 0,02 ^b	6,51 \pm 0,03 ^b	6,42 \pm 0,02 ^b
	7	6,81 \pm 0,04 ^b	6,76 \pm 0,09 ^c	6,73 \pm 0,03 ^c	6,72 \pm 0,04 ^c	6,64 \pm 0,05 ^c
	14	6,42 \pm 0,02 ^a	6,38 \pm 0,05 ^a	6,22 \pm 0,10 ^a	6,33 \pm 0,11 ^a	6,24 \pm 0,07 ^a

K: Kontrol, K4: %4 keten tohumu ilaveli örnek, Ç4: %4 çiya tohumu ilaveli örnek, K8: %8 keten tohumu ilaveli örnek, Ç8: %8 çiya tohumu ilaveli örnek. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Enzim ve mikroorganizma faaliyetleri sonucunda ürünlerin pH seviyeler yükselmekte ve kalite açısından ürünlerde farklılıklar meydana gelmektedir. Genel olarak taze balığın pH değeri 6,0-6,5 arası, tüketilebilirlik sınır değeri de 6,8-7 arası bildirilmiştir (Çapkın 2020). Köfte örneklerinin pH değerlerinde muhafaza süresince dalgalanmalar görülmüş ve gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($p<0,05$) tespit edilmiştir. En düşük pH değeri 14. gün Ç4 (6,22) grubu örneklerde bulunurken, en yüksek 9. gün K (6,81) grubu örneklerde tespit edilmiştir. Santillán-Álvarez vd. (2017) çiya tohumu ile zenginleştirilen yeniden yapılandırılmış sazan balığında pH değerini ortalama 6,21 olarak belirlemiş ve tazelik için önerilen tüketilebilirlik sınır değerini (6,49) aşmadığını bildirmiştir. Smaldone vd. (2017) uskumru ve gökkuşuğu alabalığı kullanarak hazırladıkları köftelerin pH değerlerini depolamanın ilk gününde sırasıyla 6,12 ve 6,14 olarak bulurken, 22 günlük depolama sonunda 4,94 ve 4,97 değerlerine düştüğünü tespit etmişlerdir. Özpolat ve Emir Çoban (2012) karabalık ve sarıbalığın köfte olarak değerlendirildiği çalışmalarında iki grup köfte örneği arasında depolama süresince önemli bir farkın olmadığını saptamışlardır. Kullanılan balık türü, köfte katkı maddeleri, paketleme ve depolama koşullarının farklı olmasından dolayı çalışmamız diğer çalışmalarla benzerlik ve farklılıklar arz etmektedir. Kesemen (2018) tavuk köftelerinde çiya unu kullanımının kontrol grubuna göre pH değerini düşürdüğünü rapor etmiştir. Yapılan bir başka çalışma da ise kaju lifi ilavesinin pH değerini düşürdüğü bildirilmiştir (Guedes-Oliveira et al. 2016). Mahmoudzadeh et al. (2010), pisi balığı ve kertenkele balığı kullanarak hazırladıkları köftelerin derin dondurucuda (-18°C) 5 aylık depolama süresi boyunca pH değerlerinde artış olduğunu vurgulamışlardır. Zaki (2018) deve

etinden hazırladığı burger formülasyonuna %1, %3 ve %5 oranlarında çiya ilavesininin pH değerlerinde depolama süresince artış olduğunu saptanmıştır.

Tarım ve Orman Bakanlığının yayınladığı kriterlere göre taze balık etinde TVB-N için <20 uygun, 20-28 arası kabul edilebilir, >28 değerler kabul edilemez olarak bildirilmiştir (Anonim 2002; Çapkın 2020). Kimyasal kalitenin belirlenmesinde önemli bir parametre olan TVB-N değeri, depolama boyunca tüm gruplarda tüketilebilirlik sınır değeri olarak kabul edilen 32-36 mg/100 g değerinin altında saptanmış olup, tüketilebilir ürün sınıfında yer almıştır (Varlık vd., 2004). TVB-N değerleri üzerine grupların ve depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,005$). Depolamaya paralel olarak tüm gruplarda TVB-N değerlerinde artış belirlenmiştir. En fazla artış kontrol grubu (K) örneklerde görülmüştür. En düşük TVB-N değeri de ise depolamanın 0. gününde Ç8 grubu örneklerde gözlemlenmiştir. TVB-N değeri depolama süresi boyunca 6,37-27,32 mg/100 g arasında gözlemlenmiştir. Depolama süresi ile keten tohumu ve çiya ilavesinin örneklerin TVB-N değerleri üzerine önemli derecede ($p<0,05$) etkili olduğu saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada farklı bitkisel unlarla (buğday, arpa, yulaf, çavdar ve biber) zenginleştirilmiş sazan balığı köftelerinin TVB-N değerlerinde depolamaya bağlı olarak artış olduğu ve depolama süresi boyunca tüketilebilirlik sınır değerini aşmadığı bildirilmiştir (Kılınççeker 2015). Çalışmadan elde edilen sonuçlar çalışmamızla paralellik göstermektedir. Cadun vd (2015) farklı lif (buğday ve elma) türlerinin balık köftelerinin kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmalarında TVB-N değerlerinin depolama süresi boyunca tüm gruplarda önemli bir şekilde arttığını vurgulamışlardır. Ali et al. (2019), kabak püresi veya patates püresi ile formüle edilmiş tilapia balık burgerlerinde toplam uçucu nitrojen (9.45–11.20 mg N/100 g), değerlerini kontrol grubuna göre daha düşük tespit etmişlerdir. Özdemir (2019) tütsülenmiş alabalık eti kırıntıları ile hazırlanan burger tipi köftelerin TVB-N değerlerinin tüm örnek gruplarında depolama başlangıcından sonuna kadar artış gösterdiğini saptamışlardır. Ali et al. (2017) tatlı su çipurasından üretilen etlere farklı oranlarda kabak ve patates püresi ilave ederek hazırladıkları balık köftelerinde TVB-N değeri kontrol grubuna kıyasla daha düşük bulunmuştur. Ünlüsayın vd. (2002), sudak ve kadife balığı fileto atıklarından üretilen balık köftelerinin TVB-N değerlerinin depolama periyodu boyunca artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

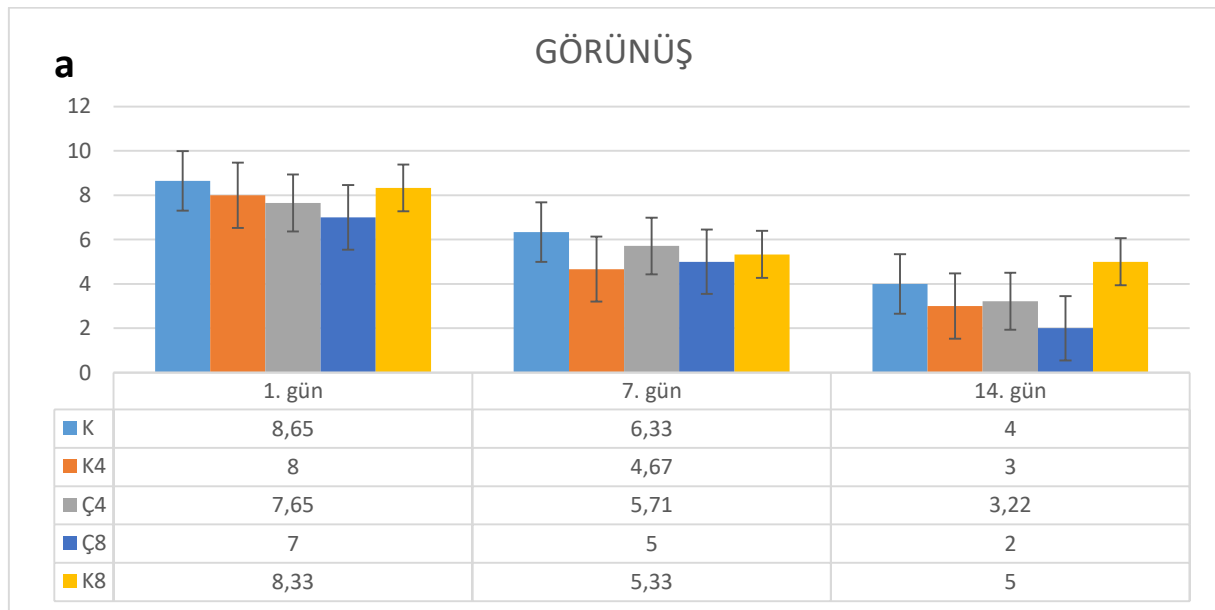
Balık etinde bozulma göstergesi olan TBARS değeri yağların acılaşma derecesini belirlemeye yarayan bir kimyasal kalite metodudur. TBA tüketilebilirlik sınır değeri balık etinde 7-8 mg MA/kg'dan arasındadır (Varlık vd. 2004). TBARS değeri araştırma sonuçlarımıza göre depolama süresi boyunca tüm gruplarda tüketilebilirlik sınır değerinin altında belirlenmiştir. TBARS değerlerinde de depolamaya paralel olarak artışlar belirlenmiştir. En düşük TBARS değeri K grubu (0. gün 0,87 μmol malonaldehit (MA)/kg) örneklerinde saptanırken, en yüksek K4 grubu örneklerde (14. gün 6,88 μmol malonaldehit (MA)/kg) örneklerinde bulunmuştur. Balık köftelerinin TBARS değerleri depolamaya bağlı olarak artış göstermiştir. İstatistiki analiz verilerine göre kontrol grubu ile bütün gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). TBARS değeri kontrol grubuna kıyasla keten ve çiya tohumu ilaveli balık köftelerinde daha yüksek bulunmuştur. TBARS değerindeki artışın, keten ve çiya tohumlarının omega-3 içeriklerinin yüksek olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada keten tohumlu atıştırmalıkların en yüksek TBARS değerine sahip olduğunu rapor etmişlerdir (Vadukapuram vd., 2014). Can ve Emir Çoban (2012) aynalı sazan balığı köftelerinin muhafaza süresince tüketilebilirlik sınırlarının değerinin altında olduğunu rapor etmişlerdir. Riernersman vd. (2016), balık etinden üretilen burgerlerde çiya tohumu eklenmeyen grupta TBARS değeri çiya tohumu unu ilave edilen gruba kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Heck vd. (2017) burger üretiminde hayvansal yağ yerine çiya veya keten tohumu yağı kullanımının çiya yağı kullanılan burgerlerde diğer gruplara kıyasla daha yüksek lipid oksidasyonuna sahip olduğunu bildirmişlerdir. Pintado et al. (2016) tarafından yapılan bir başka çalışmada da çiya unu ilave edilmiş frankfurterlerde TBARS değerleri daha yüksek saptanmıştır.

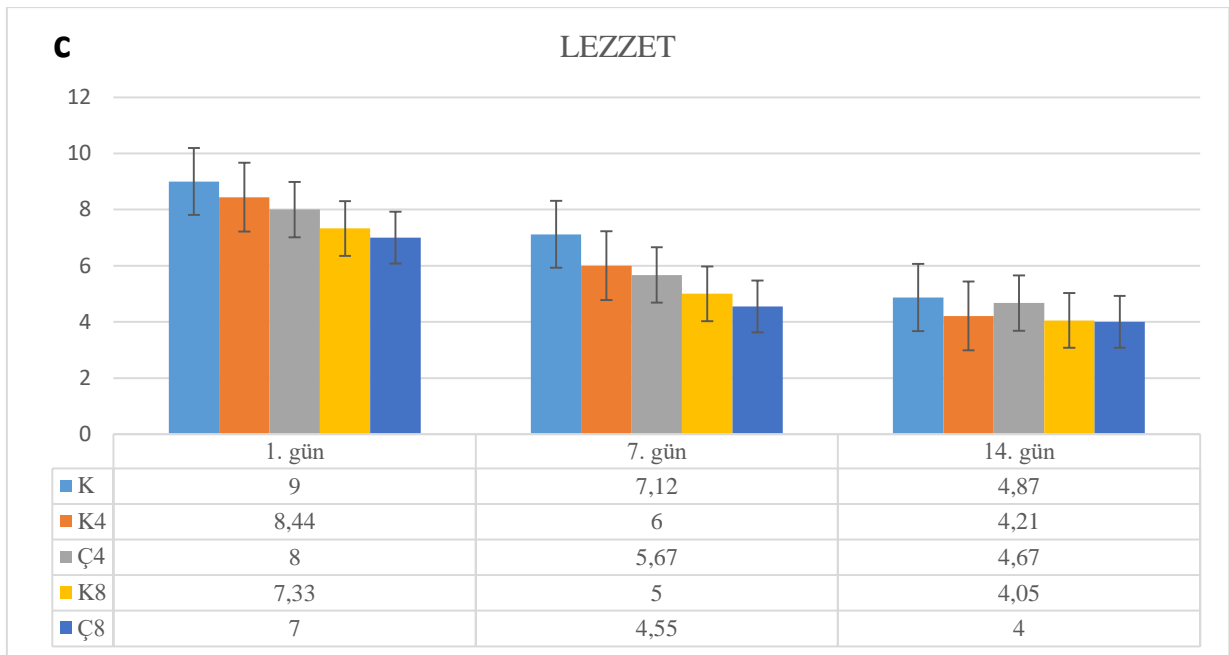
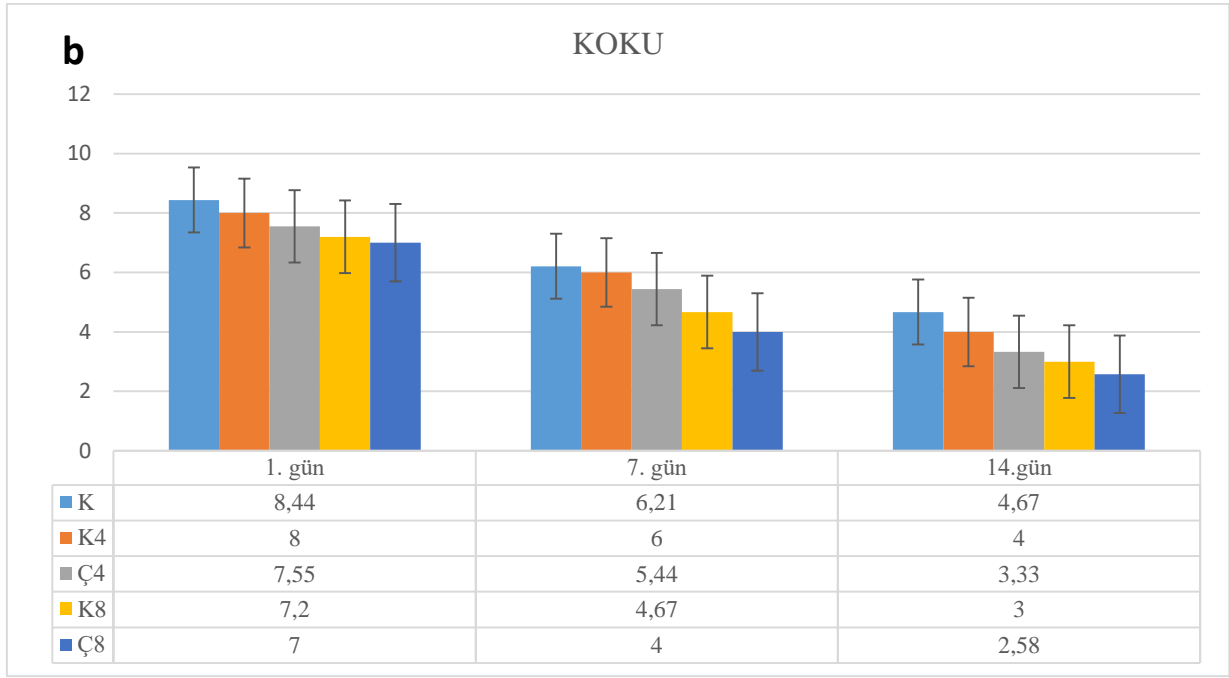
Sağlık üzerine pek çok faydalı etkileri bulunan antioksidan özelliklere sahip bitkisel tohumların

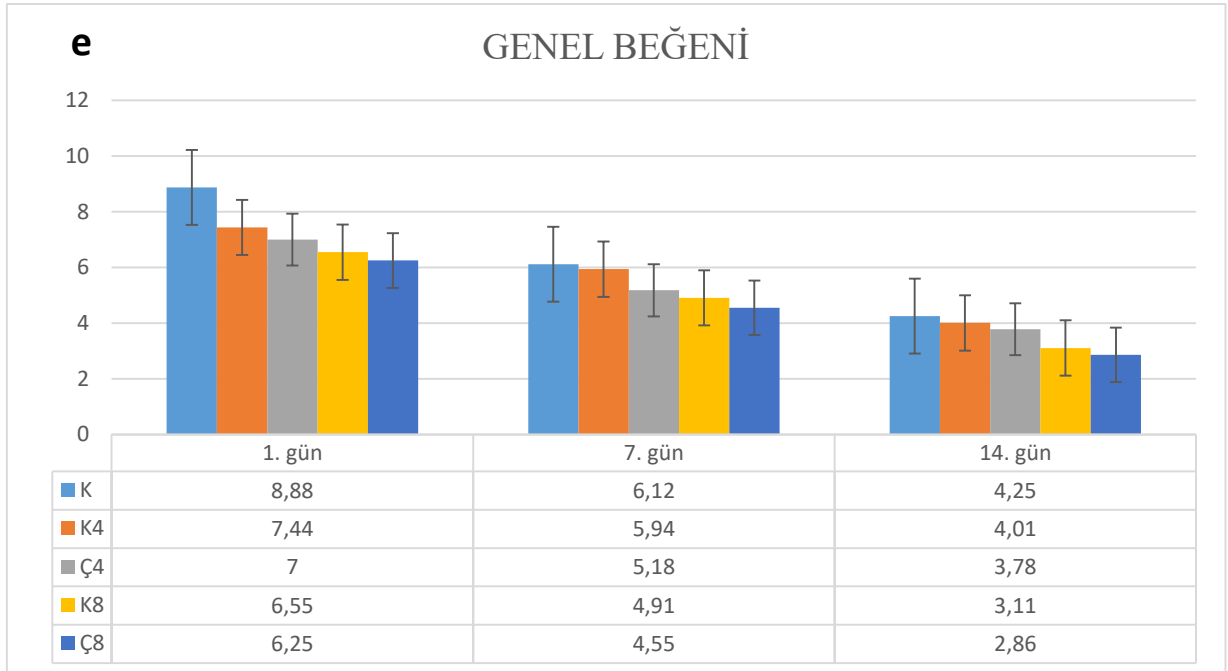
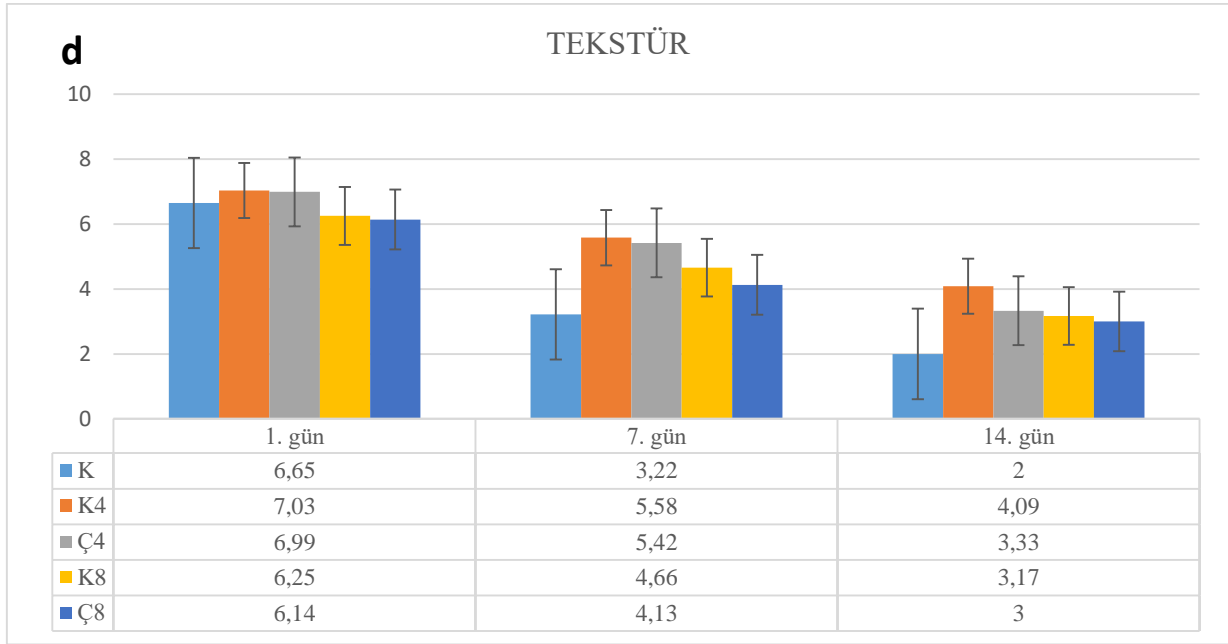
(keten ve çiya) köftelerin kimyasal özellikleri üzerine olumlu etkileri görülmüştür.

3.3. Duyusal sonuçlar

Farklı oranlarda (%4 ve %8) keten ve çiya tohumu ile zenginleştirilmiş yayın balığı köftelerinin soğukta muhafazası ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) sırasındaki duyusal analiz sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre tüm örnek gruplarında depolamaya paralel olarak bir azalma görülmüş ve gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Duyusal parametreler açısından doku hariç en fazla beğenilen grup kontrol grubu olmuştur. En az beğenilen grup ise %8 çiya tohumu ilave edilen grup (Ç8) olmuştur, bu durum çiya tohumunun alışılmadık bir lezzet vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Heck vd. (2017) çiya yağı kullanılan burgerlerin diğer gruplara kıyasla daha yüksek daha düşük duyusal puanlar aldığını rapor etmişlerdir. Çalışma sonuçları çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Santillán-Álvarez vd. (2017) sazan balığı etine farklı oranlarda (%1, 4 ve 8) çiya tohumu unu ilavesinin duyusal açıdan çiya tohumu unuyla hazırlanan grupların kontrol grubuna yakın sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise balık köftelerine %0, 3, 6 ve 9 seviyelerinde bambu lifi ilavesinin duyusal açıdan düşük oranda (% 3) lif ilavesinin örneklerin duyusal kalitesini artırmada faydalı olabileceğini vurgulamışlardır (Kılınççeker ve Karahan, 2019). Zeng et al. (2016) bambu filizi diyet lifi kullanılarak panelenmiş balık köftelerinin derin yağda kızartılması sırasında hamura %6 bambu filizi diyet lifi eklenmesinin, kızarmış köftelerin duyusal kalitesini iyileştirdiğini rapor etmişlerdir. Barros et al. (2018) %10 çiya unu içeren tavuk nuggetların duyusal açıdan panelistler tarafından kabul edilebilir olduğunu bildirmiştir. Kılınççeker (2020) nohut unu ilaveli tavuk köftelerinin duyusal açıdan tat üzerinde olumlu etkisinin olduğunu belirtmiştir. Bilgin vd. (2001) farklı işleme teknikleri (sıcak dumanlama, haşlama, kızartma) uyguladıkları *Clarias gariepinus*'un duyusal parametreler açısından panelistlerce daha çok beğenildiğini bildirmişlerdir. Akter et al. (2013) kedi balığı köftelerinin depolama süresi sonunda duyusal kalitesinin (doku, lezzet ve renk) azaldığını saptamışlardır. Hashim et al. (2019) 3 farklı sebze (domates, ıspanak, brokoli) ilavesi ile hazırladıkları kedi balığı köftelerinin duyusal parametreler açısından beğenildiğini saptamışlardır. Kedi balığı ile yapılan başka bir çalışmada da benzer bulgulara rastlanılmıştır (Sukkaseam et al. 2017).







Şekil 1. Farklı oranlarda (%4 ve %8) keten ve çiya tohumu ile zenginleştirilmiş yayın balığı (*Siluris glanis*) köftelerinin duyu analizi sonuçları. K: Kontrol, K4: %4 keten tohumu ilaveli örnek, Ç4: %4 çiya tohumu ilaveli örnek, K8: %8 keten tohumu ilaveli örnek, Ç8: %8 çiya tohumu ilaveli örnek.

4. SONUÇ

Bu araştırma sonucunda balık köftelerinin kalite kriterleri üzerine keten ve çiya tohumunun olumlu etkileri belirlenmiş, sağlık açısından önemli fonksiyonel özelliklere sahip keten ve çiya tohumu gibi bitkisel unlarla zenginleştirilen balık köftelerinin sunulabileceği görülmüştür. Günümüzde çalışan kadın ve yalnız yaşayan insan sayısını artışına paralel olarak önem kazanan hazır yemek (catering) teknolojisi ile hazırlanabilecek ürünler için de bu çalışmanın olanaklar sağlayacağı açıktır. Yırcı su ürünlerinde keten ve çiya tohumunun kullanımıyla ilgili çalışmaların sınırlı olduğu görülmüş ve balık etinin bu şekilde değerlendirilerek hem raf ömrünün uzatılması hem de hazır gıda tüketiminin yaygınlaştığı günümüzde tüketiciye alternatif olarak sunulması ile ekonomik katkı sağlaması açısından

da önemli olduğu görüşündeyiz.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, teşekkür beyan etmemektedir.

FİNANS KAYNAĞI

Bu çalışmanın yürütülmesinde herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, bu çalışmayı etkileyebilecek finansal çıkarlar veya kişisel ilişkiler olmadığını beyan etmektedir.

YAZAR KATKILARI

Çalışma kurgusu: POY; Literatür taraması: POY, GA; Metodoloji: POY, GA; Deneyin gerçekleştirilmesi: POY, GA; Veri analizi: POY; Makale yazımı: POY, GA, Denetleme: GA. Tüm yazarlar nihai taslağı onaylamıştır.

ETİK ONAY BEYANI

Bu çalışmada deney hayvanları kullanılmaması nedeniyle Yerel Etik Kurul Onayı alınmamıştır.

VERİ KULLANILABİLİRLİK BEYANI

Bu çalışmada kullanılan veriler bu makalenin ekinde mevcuttur.

KAYNAKLAR

- Akter, M., Islami, S. N., Reza, M. S., Shikha, F. H., & Kamal, M. (2013). Quality evaluation of fish ball prepared from frozen stored striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Journal of Agroforestry and Environment*, 7(1), 7-10.
- Ali H.A., Mansour E.H., ElBedawey A.F.A., & Osheba A.S. (2019). Evaluation of tilapia fish burgers as affected by different replacement levels of mashed pumpkin or mashed potato. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18, 127132. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.01.003>
- AOAC (1990). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. IAC, Arlington, Virginia.
- Anonim 2021. Su Ürünleri ve Sağlık. İnternet Sitesi: <https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/> (Son erişim tarihi: 18.02.2022).
- Anonim 2022. Gıda maddeleri için mikrobiyolojik kriterler. https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Veteriner%20Hizmetleri/hayvanSinirKontrol/SuudiArabistan_Mevzuat%C4%B1/Gida_Maddeleri_icin_Mikrobiyolojik_Kriterler.pdf (Son erişim tarihi: 06.05.2022).
- Arnak, B.G. (2020). Çiya tohum (*Salvia hispanica* L.) tozlarının dondurma üretiminde stabilizatör olarak kullanımının araştırılması [Yüksek lisans tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu Üniversitesi], 53s.
- Arslan, G. (2020). Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Kimyasal ve Duyusal Kaliteleri Üzerine Çörek Otu Yağının Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(2), 183-189. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.646497>
- Barros, J. C., Munekata, P. E. S., Pires, M. A., Rodrigues, I., Andaloussi, O. S., da Costa Rodrigues, C. E., & Trindade, M. A. (2018). Omega-3-and fibreenriched chicken nuggets by replacement of chicken skin with chia (*Salvia hispanica* L.) flour. *LWT*, 90, 283-289.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.041>

- Bilgin, Ş., Ünlüsayın, M., & Gülyavuz, H. (2001). *Clarias gariepinus* (Burchell 1822)'un farklı işleme yöntemlerine göre değerlendirilmesi ve kimyasal bileşenlerinin tespiti. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25(3), 309-312.
- Bostan, K., Yılmaz, F., Muratoğlu, K., & Aydın, A. (2011). Pişmiş Döner Kebaplarda Mikrobiyolojik Kalite ve Mikrobiyel Gelişim Üzerine Bir Araştırma, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(5), 781-786.
- Cadun, A., Çaklı, Ş., Kışla, D., Dinçer, T., & Erdem, Ö.A. (2015). Effects of fibers on the quality of fish patties stored at (0-4°C). *Journal of Food and Health Science*, 1(4), 211-219. <https://doi.org/10.3153/JFHS15020>
- Can, Ö.P. (2012). Eugenol Katkılı Aynalı Sazan Balığı Köftelerinin Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 6-12.
- Can, Ö.P., & Emir Çoban, Ö. (2012). Aynalı sazan balığı (*Cyprinus carpio carpio* L., 1758) kıymasından hazırlanan köftelerin raf ömrü üzerine timol'ün etkisi. *Etilik ve Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 23(1), 9-15.
- Çağltay, F. (2011). İç su balıkları yetiştiriciliği. Nobel Yayınevi. 2. Baskı, ISBN: 978-605-5426-28-6, İstanbul, Türkiye, 209s.
- Çapkın, K., Atik, İ., Atik, A., & Şevik, R. (2020). Evaluation of Tench (*Tinca tinca* L., 1758) Meat as Fish Cake and Determination of Shelf Life. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* 6(3), 251-260. <https://doi.org/10.17216/limnofish.746026>
- Çorapçı, B. (2018). Ön işlemsiz depolanan (-22±1°C) hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) ve palamut (*Sarda sarda*, Bloch 1793) balıklarının duyuşal, besinsel ve mikrobiyolojik özellikleri. *Gıda*, 43(6), 1075-1090. <https://doi.org/10.15237/gida.GD18068>
- Da Silva, M.C.A., Leite, J.S.F., Barreto, B.G., Neves, M.V.D., Silva, S.A., de Viveiros, K.M., Passos, R.S.F.T., Costa, N.P., da Silva, R.V., & Cavalheiro, P.C. (2021). The impact of innovative gluten-free coatings on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of fish nuggets. *LWT*, 137, 110409. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110409>
- Demircioğlu, N. (2018). Levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) ve Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) filetolarından balık salamı üretimi ve antioksidan ilavesi ile raf ömrünün incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi]. 55s.
- Duman, M., & Peksezer, B. (2016). Quality changes of fish balls prepared from of mosul bleak (*Alburnus mossulensis*) stored at -18 °C under air or vacuum. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3), 285-290. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.3.14>
- Elshafie H. S., Aliberti L., Amato M., De Feo V., & Camele I. (2018). Chemical composition and antimicrobial activity of chia (*Salvia hispanica* L.) essential oil. *European Food Research and Technology*, 244, 1675–1682. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3080-x>
- Erdoğdu, M., 2019. Chia (*Salvia hispanica* L.) tohumu ilave edilmiş köftelerin fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi [Yüksek lisans tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi]. 65s.
- Erdoğdu, M., & Geçgel, Ü. (2019). Chia Tohumu (*Salvia hispanica* L.) ve Yağının Fizikokimyasal Özellikleri ve Gıda Sektöründe Değerlendirilmesi. *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi*, 21, 9-17.
- Ergene, E., & Bingöl, E.B. (2019). Diyet Lif İçeriği Yüksek Bazı Gıdalar Ve Beslenme Üzerindeki Etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 3(1), 70-78
- Ergür, N., & Emir Çoban, Ö. (2020). Gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) duyuşal kalitesi üzerine kurt üzümü ekstraktı içeren çiya (*Salvia hispanica*) müsilaj kaplamanın etkisi. *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*, 15(4), 134-142.

<http://doi.org/10.12739/NWSA.2020.15.4.5A0140>

- Ertugay, F., Yangılar, F., & Çebi, K. (2020). Ice cream with organic kavılca (buckwheat) fibre: microstructure, thermal, physicochemical and sensory properties. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 12(3), 35-50. <http://doi.org/10.34302/crpfjst.2020.12.3.3>
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, O., & Tülek, Y. (2001). Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını 268 p.
- Guedes-Oliveira, J. M., Salgado, R. L., Costa-Lima, B. R., Guedes-Oliveira, J., & Conte-Junior, C. A. (2016). Washed cashew apple fiber (*Anacardium occidentale* L.) as fat replacer in chicken patties. *LWT-Food Science and Technology*, 71, 268-273. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.005>
- Haq, M., Dutta, P.L., Sultana, N., & Rahman, Md.A. (2013). Production and quality assessment of fish burger from the grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844). *Journal of Fisheries 1(1)*, 42-47. <http://doi.org/10.17017/jfish.v1i1.2013.3>
- Hashim, N. K., Zakaria, F. N., Dasiman, R., & Yusof, S. (2019). Sensory test evaluation of new developed catfish fish ball. *Healthscope*, 19(1), 436-440.
- Heck R.T., Vendruscolo R.G, de Araújo Etchepare M., Cichoski A.J., de Menezes C.R., Barin J.S., & Campagnol P.C.B. (2017). Is it possible to produce a low-fat burger with a healthy n-6/n-3 PUFA ratio without affecting the technological and sensory properties. *Meat Science*, 130, 16-25. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.03.010>
- İşleroglu, H., Yıldırım, Z., & Yıldırım, M. (2005). Fonksiyonel Bir Gıda Olarak Ketan Tohumu. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2), 23-30
- Kaba, N., Özer, Ö., & Çorapçı, B. (2012). Dumanlanmış Zargana (*Belone Belone Euini* Günther, 1866) Köftelerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. *Journal of Fisheries Sciences*, 6(4), 357-367.
- Kaba, N., Çorapçı, B., Yücel, Ş., Özer, Ö., & Eryaşar, K., (2013). Dumanlanmış Palamut Balığından (*Sarda sarda*, Bloch 1793) Elde Edilen Balık Köftesinin Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri, *Akademik Gıda 11(2)*, 45-50.
- Kamarı, N. (2007). Buzda depolanan yayın balığının (*Siluris glanis* L.1758) nükleotid yıkım ve biyojenik amin konsantrasyonunun araştırılması [Yüksek lisans tezi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi]. 56s.
- Kara, D. (2017). Levrek balığı fileto artıklarının balık köftesi olarak değerlendirilmesi ve raf ömrünün belirlenmesi [Yüksek lisans tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. 101s.
- Kaya, T.B. (2019). Yaban mersini ekstraktı ilaveli sazan balığı (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) köftelerinin raf ömrünün belirlenmesi [Yüksek lisans tezi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Fırat Üniversitesi]. 54s.
- Kesemen, A.M. (2018). Yağı Azaltılmış Tavuk Köftelerinde Chia Unu ve κ- Karragenan Kullanımının Fizikokimyasal, Tekstürel ve Duyusal Özelliklere Etkileri [Yüksek lisans tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Atatürk Üniversitesi]. 67s.
- Kilic, B., & Richards, M.P. (2003). Lipid oxidation in poultry döner kebabı: Pro-oxidative and anti-oxidative factors. *Journal of Food Science*, 68(2), 690-696.
- Kılınççeker O. (2014). Ada Çayı ve Isırgan Otu Ekstraktlarının Balık Köfte Kaplamalarında Kullanımı. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 4 (2)*, 47-56.
- Kılınççeker O. (2015). Bitki Kökenli Farklı Unlarla Üretilen Balık Köftelerin Bazı Kalite Özellikleri. *Gıda*, 40 (2), 61-67. <http://doi.org/10.15237/gida.GD14058>
- Kılınççeker, O., & Karahan, A.M. (2019) Kinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.)'nın Bazı Özellikleri ve Et Ürünlerinde Kullanımı. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 237-241.

- Kılınççeker, O., & Kırpık, M. (2019). Ketan Tohumu Ununun Tavuk Köfte Yapımında Kullanımı. *ADYÜTAYAM*, 7(1), 23-32.
- Kılınççeker O. (2020). Nohut ununun tavuk köfte üretiminde kullanımı. *Akademik Ziraat Dergisi* 9(1), 49-54. <http://doi.org/10.29278/azd.702815>
- Kurt, Ş., & Kılınççeker, O. (2012). The effects of cereal and legume flours on the quality characteristics of beef patties. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(5), 725-730. <http://doi.org/10.9775/kvfd.2011.6013>
- Lemon, D.W. (1975). An improved TBA test for rancidity, new series circular, May 8, No: 51. Halifax, Canada: Fisheries and Marine Service
- Malle, P., & Tao, S.H. (1987). Rapid quantitative determination of trimethylamine using steam distillation. *Journal of Food Protection*, 50(9),756-760.
- Mol, S., Erkan, N., Üçok, D., & Tosun, Y. (2007). Effect of psychrophilic bacteria to estimate fish quality, *Journal of Muscle Foods*, 18 (1), 120-128. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2007.00071.x>
- Özdemir, A. (2019). Tütsülenmiş alabalık kırıntılarında burger tipi köfte üretimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. [Yüksek lisans tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Pamukkale Üniversitesi]. 106s.
- Özgöçmen, M. (2020). Bilinçsiz Tüketilen Ketan Tohumunun Kemik Doku Üzerine Etkisi. *Sdü Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(2), 206.211.
- Özpolat, E., & Emir Çoban, Ö. (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 Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 29(3), 127-131.
- Pintado, T., Herrero, A. M., Jiménez-Colmenero, F., & Ruiz-Capillas, C. (2016). Strategies for incorporation of chia (*Salvia hispanica* L.) in frankfurters as a health-promoting ingredient. *Meat science*, 114, 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.12.009>
- Riernersman, C.N., María, A.R., Marina, D.M., & Alicia, J.M. (2016). Whole Chia Flour as Yield Enhancer, Potential Antioxidant and Input of n-3 Fatty Acid in a Meat Product. *Food and Nutrition Sciences*, 7, 855-865. <https://doi.org/10.4236/fns.2016.710085>
- Santillán-Álvarez, A., Dublán-García, O., López-Martínez, L.X., Quintero-Salazar, B., Gómez-Oliván, L.M., Díaz-Bandera, D., & Hernández-Navarro, M.D. (2017). Effect of Chia Seed on Physicochemical and Sensory Characteristics of Common Carp Restructured as Functional Food. *Journal of Food Science and Engineering* 7, 115-126. <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2017.03.00>
- Saylar, Ö. (2009). Kabalar göleti (Taşköprü/Kastamonu– Türkiye)'nde yaşayan yayın balığı (*Silurus glanis* L., 1758)' nın çeşitli kemiksi oluşumları kullanılarak yaşının belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(2), 659-664
- Smaldone, G., Marrone, R., Zottola, T., Vollano, L., Grossi, G., & Cortesi, M. (2017). Formulation and Shelf Life of Fish Burgers Served to Preschool Children. *Italian Journal of Food Safety*, 6(1), 1-5. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2017.6373>
- Sukkaseam, K., Meedech, O., Maneenin, W., Niamsuk, J., Pengmak, T., & Wiangwirachart, P. (2017). Effect of ratio of fillet to ice on physical and sensory properties of fish ball from striped catfish (*Pangasius hypophthalmus*). In 55. Kasetsart University Annual Conference, Bangkok (Thailand), 31 Jan-3 Feb 2017.
- Sur, B., & Karabıyıklı Çiçek, Ş. (2021). Chia tohumunun kimyasal, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, *Gıda*, 46(4), 971-979. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21055>
- Syahrul, D., Sukmiwati, M., & Hidayat, T. (2022). Characteristic and shell life of the surimi by-product from patin fillet, for fishball use. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 15(2), 866-872.

- Taşkaya, L., Çaklı, Ş., Kışla, D., & Kılınç, B. (2003). Quality Changes of Fish Burger from Rainbow Trout During Refrigerated Storage. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20(1-2), 147-154.
- Uçak, İ. (2020). Nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş balık burgerlerin oksidatif, mikrobiyal ve duyu kalite değişimlerinin incelenmesi. *Food and Health* 6(4), 238-247. <https://doi.org/10.3153/FH20024>
- Uysal, R., Apaydın Yağcı, M., Yeğen, Y., Cesur, M., Yağcı, A., Çetinkaya, S., & Bostan, H. (2009). Growth Properties of European Catfish (*Silurus glanis* L., 1758) Population in Iznik Lake (Bursa-Turkey). *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13-3, 221-228.
- Ünlüsayın, M.; Bilgin, Z. L., & Gülyavuz, H. (2002). The preparation of fish ball from pike perch (*Sander lucioperca* L. Kottelat, 1997) and Tench (*Tinca tinca* L. 1758) filet cracks and determination of shelf life. *Journal of Science Institute*, 6(3), 25-34.
- Vadukapuram, N., Hall, C., Tulbek, M., & Niehaus, M. (2014). Physicochemical properties of flaxseed fortified extruded bean snack, *International Journal of Food Science*. 2014, 478018. <https://doi.org/10.1155/2014/478018>
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., & Baygar, T. (2004). Su ürünleri işleme teknolojisi. Yedinci baskı.. ISBN: 975-404-715-4, İstanbul Üniversitesi Basımevi, İstanbul, Türkiye, 491s.
- Yeşilççek, T. (2019). Borçka Baraj gölü (Artvin)'nde yaşayan yayın balığı (*Silurus glanis* L., 1758)'nin biyo-ekolojik özelliklerinin belirlenmesi. [Doktora tezi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi]. 129s.
- Zaki, E.F. (2018). Impact of Adding Chia Seeds (*Salvia hispanica*) on the Quality Properties of Camel Burger “Camburger” during Cold Storage. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(3), 1356-1363. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.703.162>
- Zeng H., Chen J., Zhai J., Wang H., Xia W., & Xiong Y.L. (2016). Reduction of the fat content of battered and breaded fish balls during deep-fat frying using fermented bamboo shoot dietary fiber. *LWT - Food Science and Technology*, 73, 425-431. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.052>