

Soğukta depolanan ($4\pm 1^\circ\text{C}$) alabalık burgerlerde nar kabuğu ekstraktının antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi

Determination of antioxidant and antimicrobial effects of pomegranate peel extract in trout burgers stored at cold temperatures ($4\pm 1^\circ\text{C}$)

İlknur Uçak*

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Niğde, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-9701-0824>

ilknurucak@ohu.edu.tr

Received date: 12.04.2020

Accepted date: 09.07.2020

How to cite this paper:

Uçak, İ. (2020). Determination of antioxidant and antimicrobial effects of pomegranate peel extract in trout burgers stored at cold temperatures ($4\pm 1^\circ\text{C}$). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(4), 415-422. DOI: 10.12714/egejfas.37.4.13

Öz: Son zamanlarda gıda endüstrisi işleme atıklarının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin değerlendirilerek doğal katkı maddesi olarak gıdalara eklenmesi oldukça yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Nar kabuğu da nar işleme endüstrisinde yer alan ve güçlü antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip önemli bir yan üründür. Bu nedenle bu çalışmada nar kabuğu ekstraktı ile hazırlanan alabalık burgerlerinin buzdolabında ($4\pm 1^\circ\text{C}$) depolanması süresince kalitesinde meydana gelen kalite değişimlerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla alabalık burgerlerde peroksit değeri, tiyobarbitürik asit (TBARs) sayısı, toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), toplam psikrofilik bakteri (TPB), toplam koliform, toplam maya-küf ve toplam laktik asit (LAB) bakteri sayıları ile duyu kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Depolama başında peroksit değeri $2,75 \text{ meq O}_2/\text{kg}$ olarak bulunmuş ve depolama boyunca tüm gruplarda artarak nar kabuğu ekstraktı ile hazırlanan gruplarda kontrol ($24,85 \text{ meq O}_2/\text{kg}$) grubuna göre önemli derecede daha düşük bulunmuştur. Alabalık etinde TBARs değeri $0,07 \text{ mg MDA/kg}$ olarak bulunmuş ve depolama sonuna kadar tüm gruplarda artmıştır. Kontrol grubuna göre önemli derecede en düşük değerler %1 nar kabuğu ekstraktı ile hazırlanan grupta bulunmuştur. Depolamanın sonunda kontrol, %0,5 ve %1 nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilen gruplarının TBARs değerleri sırası ile $2,78$, $2,32$ ve $2,25 \text{ mg MDA/kg}$ 'a ulaşmıştır. Nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerinde TAMB, TPB, toplam koliform, toplam maya-küf ve LAB gelişimi üzerine baskılayıcı etkisi olduğu belirlenmiştir. Yapılan duyu değerlendirmeler sonucunda nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerinin raf ömrünü kontrol grubuna göre 6 gün uzattığı gözlenmiştir. Tüm bu veriler, nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerinde alternatif doğal bir katkı maddesi olarak kullanılabilirliği sonucunu ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Nar kabuğu ekstraktı, alabalık burger, lipid oksidasyonu, mikrobiyal kalite, raf ömrü

Abstract: Recently, it has become a common practice to utilize food processing waste as natural additives in food products by evaluating their antioxidant and antimicrobial activities. Pomegranate peel is also an important by-product involved in the pomegranate processing industry and has strong antioxidant and antimicrobial properties. Therefore, the aim of this study is to examine the quality changes of trout burgers prepared with pomegranate peel extract during the refrigerated ($4\pm 1^\circ\text{C}$) storage. For this purpose, peroxide value, thiobarbituric acid (TBARs), total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) count, total psychophilic bacteria (TPB) count, total coliform bacteria, total yeast-mold, total lactic acid bacteria (LAB) count and sensory quality parameters were evaluated in trout burgers. Peroxide value was found to be $2.75 \text{ meq O}_2/\text{kg}$ at the beginning with increasing in all groups and were observed significantly lower in the groups prepared with pomegranate peel extract than the control group ($24.85 \text{ meq O}_2/\text{kg}$). TBARs value of trout fillet was 0.07 mg MDA/kg and increased in all groups until the end of storage. The lowest values compared to the control group were found in the group prepared with 1% pomegranate peel extract. At the end of storage, TBARs values of the control, groups enriched with 0.5% and 1% pomegranate peel extract reached 2.78 , 2.32 and 2.25 mg MDA/kg , respectively. It has been determined that pomegranate peel extract has a suppressive effect on TAMB, TPB, total coliform, total yeast-mold and LAB growth in trout burgers. As a result of sensory evaluations, pomegranate peel extract has been observed to extend the shelf life of trout burgers by 6 days compared to the control group. All these data revealed that pomegranate peel extract can be used as an alternative natural additive in trout burgers.

Keywords: Pomegranate peel extract, trout burger, lipid oxidation, microbial quality, shelf life

GİRİŞ

Son yıllarda besinsel farkındalık ve yaşam tarzında olan değişiklikler burger, sosis, kroket ve balık köftesi gibi hazır gıda tüketiminin artmasına neden olmaktadır (Çaklı vd., 2005). Hazır gıda, tüketime doğrudan hazır çiğ veya pişirilmiş, başka işlemlere gerek duyulmadan tüketilebilen gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Balık ve ürünleri depolama sırasında raf ömrünü sınırlayan bazı istenmeyen değişimlere uğrayabilmektedir. Bu istenmeyen değişimlerin başında ürünün koku, lezzet, tekstür, görünüş ve besin değeri gibi özelliklerini etkileyen lipid oksidasyonu ve mikrobiyal bozulma

gelmektedir. Su ürünlerinde kalitenin korunması ve raf ömrünün artırılması amacıyla çeşitli antioksidan ve antimikrobiyal maddelerin kullanımı oldukça yaygın bir uygulama olup son yıllarda özellikle gıda atıklarından yan ürün değerlendirme ve bu ürünlerin endüstriyel olarak kullanımları gittikçe artan bir önem kazanmaktadır.

Nar (*Punica granatum L.*) kabukları, tüm meyvenin yaklaşık %40'ını oluşturan nar suyu işleme endüstrisinin yan ürünleri olup (Çam ve Hışıl, 2010) yenilebilir kısımlardan daha yüksek miktarda fenolik madde bulundurmaktadır. Nar

kabuğunda güçlü antimutajenik, antioksidan ve antimikrobiyal özellik gösteren antosiyaninler, gallotaninler, ellagitanninler, gallagil esterler, hidroksibenzoik asitler, hidroksi sinamik asitler ve dihidroflavonol gibi önemli miktarlarda çeşitli polifenoller tanımlanmıştır (Akhtar vd., 2015). Ayrıca nar kabuğu ekstraktında bulunan fenoller, taninler ve flavonoidler *Bacillus cereus*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Aspergillus niger*, *Mucor indicus*, *Penicillium citrinum* gibi bakteri ve mantarlara karşı antibakteriyel ve antifungal aktivite göstermektedir (Khan ve Haneef 2011; Supayang vd., 2005).

Nar kabuğu ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin taze balık filetosu ürünlerine etkileri hakkında çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Berizi vd., 2018; Berizi vd., 2016; Alsaggaf vd., 2017; Shinde vd., 2015; Zhuang vd., 2019). Ancak yapılan literatür araştırmaları sonucunda işlenmiş bir ürün olan balık burgerlerin kalitesi ve raf ömrü üzerine nar kabuğu ekstraktlarının etkileri hakkında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bilgiler doğrultusunda, önemli bir antioksidan ve fenolik madde kaynağı olarak bilinen nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerde doğal bir katkı maddesi olarak kullanılabileceği düşünülmüştür. Bu çalışmanın temel hedefi önemli bir hazır gıda olan balık burgerlerin duysal, kimyasal ve mikrobiyal kalitesinin nar kabuğu ekstraktları kullanılarak korunması ve raf ömrünün artırılmasıdır. Bu amaçla nar kabuğu ekstraktları ile zenginleştirilen balık burgerler soğukta ($4\pm 1^\circ\text{C}$) 15 gün boyunca depolanarak periyodik olarak kalite değişimleri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada yerel bir marketten temin edilen narlardan (*Punica granatum*) elde edilen kabuklar kullanılmıştır. Yıkanan narların suyu sıkılarak kabukları soyulmuş ve çalışmada kullanılmak üzere ayrılmıştır.

Çalışmada ortalama ağırlıkları ve boyları sırası ile $188,52\pm 9,46$ g ve $16,82\pm 2,37$ cm olan alabalıklar (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır. Balıklar Niğde bölgesindeki bir alabalık çiftliğinden fileto olarak satın alınmıştır. Balık filetoları buz dolu strafor kutulara koyularak 1 saat içerisinde laboratuvara ulaştırılmış ve daha sonra kıyma haline getirilmiştir.

Metot

Nar kabuklarının ekstraksiyonu

Elde edilen nar kabukları tekrar yıkanarak etüvde 45°C 'de 48 saat kurutulmuştur. Kurutulan nar kabukları blendır ile öğütülerek toz haline getirilmiştir. 10 g nar kabuğu ile 100 mL (%80) etanol karıştırılarak ultrasonik su banyosunda oda sıcaklığında ($25\pm 1^\circ\text{C}$) 1 saat boyunca çözdürülmüştür (Ifesan vd., 2014). Daha sonra ekstraktlar kaba filtre kâğıdı yardımıyla süzölmüş içerisinde bulunan etanol ve rotary evaporatörde 45°C 'de uçurulmuştur. Elde edilen nar kabuğu

ekstraktları çalışmada kullanılmaya kadar -80°C 'de depolanmıştır.

Balık burger yapımı

Tokur vd. (2004) yöntemine göre, elde edilen balık kıymasına çeşitli katkılar ilave edilerek balık burgerler yapılmıştır. Örnekler üç gruba ayrılmış ve ekstrakt ilavesi olmadan hazırlanan grup K (kontrol), %0,5 konsantrasyonda nar kabuğu ekstraktı ile hazırlanan grup NK5 ve %1 konsantrasyonda nar kabuğu ekstraktı ile hazırlanan grup NK10 olarak adlandırılmıştır. Burgerler 50 g olacak şekilde hazırlanmış ve strafor tabaklara koyulmuştur. Daha sonra üzerleri streç filmle kaplanarak $+4^\circ\text{C}\pm 1'$ 'de 15 gün süresince depolanarak periyodik analizler yapılmıştır. Tablo 1 balık burgerlerin hazırlanmasında kullanılan maddeleri göstermektedir.

Tablo 1. Balık burger yapımında kullanılan maddeler
Table 1. Ingredients of fish burger

	K (%)	NK5 (%)	NK10 (%)
Balık eti	87,2	86,7	86,2
Mısır unu	6	6	6
Buğday unu	4	4	4
Sarımsak tozu	0,2	0,2	0,2
Soğan tozu	0,2	0,2	0,2
Tuz	1,2	1,2	1,2
Şeker	1,2	1,2	1,2
Nar kabuğu ekstraktı	-	0,5	1

Peroksit analizi

Peroksit analizi AOAC (1990) yöntemine göre yapılmış ve aşağıdaki formüle göre hesaplanarak meq/kg cinsinden ifade edilmiştir.

$$PV \text{ (meq/ kg)} = K \times (V-V_0) \times 12,69 \times 78,8 / w$$

K titrasyonda harcanan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 'ün konsantrasyonu (mol/l), V titrasyonda harcanan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 'ün miktarı (mL), w örnek ağırlığı (g)

Tiyobarbitürikasit (TBARs) sayısı analizi

AOCS (1998) tarafından belirtilen metoda göre yapılan TBARs analizinde balık burgerden çıkarılan yağ örneği n-bütanol içerisinde çözdürülmüş ve 5 mL alınarak üzerine aynı miktarda TBA reaktifi eklenmiştir. Örnekler 120 dakika 95°C su banyosunda tutulduktan sonra soğutulmuş 530 nm'de spektrofotometrede okunmuş ve aşağıda verilen formüle göre hesaplanarak mg malondialdehit/kg yağ olarak ifade edilmiştir.

$$TBA = 50 \times (\text{Yağ örneğinin absorbansı} - \text{Blank absorbansı}) / \text{örnek ağırlığı (mg)}$$

Mikrobiyolojik analizler

Analiz için 10 g örnek 90 mL ringer solüsyonu içerisine koyularak laboratuvar tipi blendır ile homojenize edilmiştir. Balık burger örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrofilik bakteri, toplam maya-küf, toplam koliform

bakteri ve toplam laktik asit bakteri sayıları belirlenmiştir. Toplam mezofilik ve psikrofilik bakteri sayımlarında yayma kültür yöntemi ile Plate Count Agar (PCA) besiyerine ekim yapılmış ve petri ler sırası ile 37°C'de 24-48 ve 8°C'de 7 gün inkübasyona bırakılmıştır (Anonymous, 1998). Toplam mayaküf sayımı için yayma ekim yöntemi kullanılarak Potato Dextrose Agar (PDA) (pH'sı 3,5'e ayarlanmış) besiyerine ekim yapılmış ve petri ler 25±1°C'de 5 gün inkübe edilmiştir (Anonymous, 1976). Toplam koliform sayımında Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyerine dökme ekim yapılmış ve 37°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir (Anonymous, 1998). de Man Rogosa ve Shape (MRS Agar) agaraya yayma ekim yapılarak belirlenen laktik asit bakterileri anaerob jarlarda 30°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (de Man vd., 1960).

Duyusal analiz

Paulus vd. (1979) tarafından belirlenen metoduna göre balık burgerler 8 panelist tarafından değerlendirilmiş ve 9 dan 1 e kadar olan hedonik skala (9: çok iyi, 8: oldukça iyi, 7: iyi, 6: biraz iyi, 5: yorumsuz, 4: biraz kötü, 3: kötü, 2: oldukça kötü, 1: çok kötü) kullanılmıştır. Panelistler tarafından hazırlanan burgerlerin renk, koku, lezzet, doku yapısı, genel beğeni kriterlerine göre değerlendirilme yapılabilmesi için ızgarada 350°C'de 5 dakika pişirildikten sonra panelistlere sunulmuştur.

İstatistiksel analiz

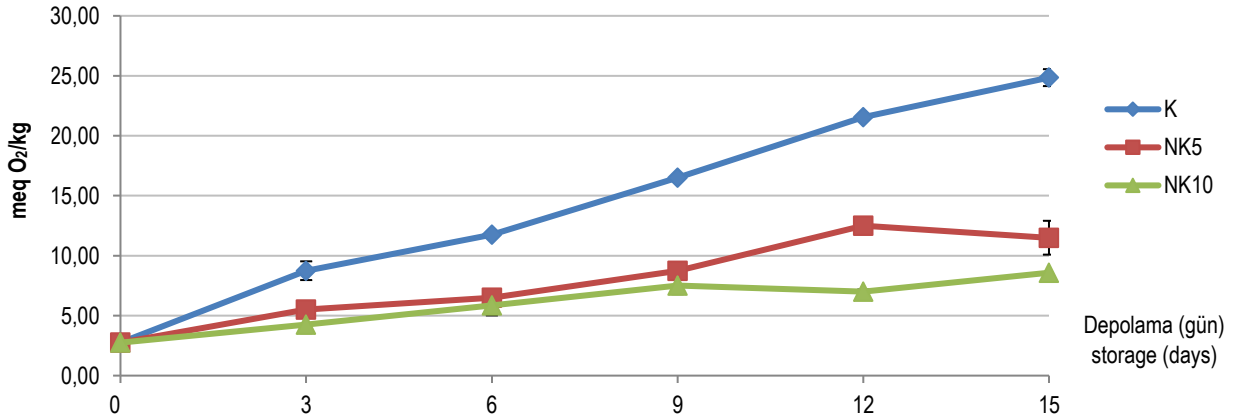
Balık burgerlerin depolanması sonucu elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS yazılımı

(Version 18.0, Statistical Analysis System, Cary, NC, USA) kullanılarak verilere %5 önem düzeyinde (p<0,05) varyans analizi uygulanmış (One-way anova) ve duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Oksidatif değişimler

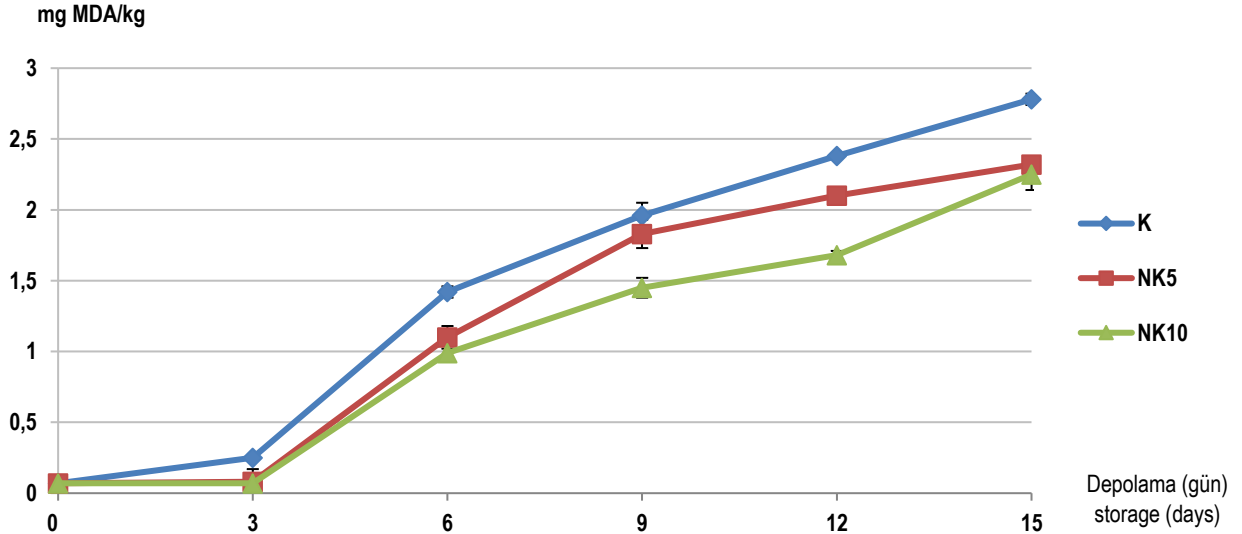
Lipit oksidasyonu su ürünlerinde başlıca bozulma nedenlerinden olup balıkta kalite kayıplarına neden olan faktörlerin başında gelmektedir. Lipit oksidasyonunun birinci aşamasında peroksit ve hidroperoksitlerin oluşumu gerçekleşmektedir. Peroksit değeri de başlangıçta oluşan birincil oksidasyon ürünlerinin ölçülmesinde kullanılmaktadır. Depolama başında alabalık etinde peroksit değeri 2,75 meq O₂/kg iken kontrol grubunda önemli derecede (p<0,05) artış göstererek depolama sonunda 24,85 meq O₂/kg'a ulaşmıştır (Şekil 1). Depolama boyunca tüm gruplarda artış gösteren peroksit değerleri nar kabuğu ekstraktı ile hazırlanan gruplarda kontrol grubuna göre önemli derecede (p<0,05) daha düşük bulunmuş, NK5 ve NK10 gruplarında depolama sonunda sırası ile 11,50 ve 8,58 meq O₂/kg değerlerine ulaşmıştır. Uçak vd. (2011) yaptıkları çalışmada biberiye ekstraktı ilavesinin uskumru burgerlerde kontrol grubuna göre daha düşük peroksit değerleri oluşmasını sağladığını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada da %1 konsantrasyonunda nar kabuğu ekstraktı eklenen et burgerlerin de peroksit değerlerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Turgut vd., 2017).



Şekil 1. Nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilen alabalık burgerlerinin peroksit değerlerinde meydana gelen değişimler
Figure 1. Changes in the peroxide values of trout burgers supplemented with pomegranate peel extract

Tiyobarbitürik asit (TBARs) değeri ikincil oksidasyon ürünlerinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Nar kabuğu ekstraktı ilaveli alabalık burgerlerinin TBARs değerlerindeki değişimler Şekil 2'de verilmiştir. Alabalık etinde TBARs değeri 0,07 mg MDA/kg yağ olarak bulunmuş ve depolama sonuna kadar tüm burger örneklerinde artmıştır. Kontrol grubuna göre önemli derecede (p<0,05) en düşük değerler NK10 grubunda bulunmuştur.

Depolamanın sonunda K, NK5 ve NK10 gruplarının TBARs değerleri sırası ile 2,78, 2,32 ve 2,25 mg MDA/kg yağ değerlerine ulaşmıştır. Benzer şekilde, yapılan diğer çalışmalarda da farklı bitkisel ekstraktların balık burger ve balık köftesi gibi ürünlerde lipit oksidasyonunu kontrol altına aldığı ve TBARs değerlerini düşürdüğü gözlenmiştir (Özoğul ve Uçar, 2013; Guan vd., 2019; Fernandes vd., 2017).



Şekil 2. Nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilen alabalık burgerlerinin TBARs değerlerinde meydana gelen değişimler
Figure 2. Changes in the TBARs values of trout burgers supplemented with pomegranate peel extract

Mikrobiyolojik değişimler

Bakteriyel gelişim balık ve balık ürünlerinin temel bozulma nedenlerindedir. Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerinin mikrobiyal kalitesi üzerine olan etkileri [Tablo 2](#) ve [Tablo 3](#)'te verilmiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (TAMB) depolama başında 2,92 log kob/g olarak belirlenmiş ve depolama boyunca tüm gruplarda artmıştır. Nar kabuğu ekstraktı ilave edilerek hazırlanan balık burgerlerde TAMB sayısının depolama süresince kontrol grubundan önemli derecede ($p<0,05$) düşük olduğu gözlenmiştir. Depolamanın 15. gününde kontrol grubunun TAMB sayısı 7,42 log kob/g iken, NK5 ve NK10 gruplarında sırası ile 7,20 ve 7,12 log kob/g olmuştur. Depolama boyunca en düşük TAMB sayısı değerleri %1 konsantrasyonda nar kabuğu ekstraktı ile hazırlanan balık burger örneklerinde gözlenmiştir. [Uçak vd. \(2018\)](#) alabalık filetolarının başlangıçta toplam canlı sayısını 1,48 log kob/g bulurken, benzer şekilde [Öz \(2018\)](#) yaptığı çalışmada alabalık etinde başlangıç toplam canlı sayısını 2,80 log kob/g olarak tespit etmiştir.

Uskumru burgerlere farklı konsantrasyonlarda (%0,4 ve %0,8) biberiye ekstraktının eklendiği bir çalışmada depolama boyunca toplam canlı sayısının kontrol grubundan daha düşük olduğu rapor edilmiştir ([Uçak vd., 2011](#)). [Keser ve İzci \(2020\)](#) tarafından yapılan çalışmada, defne ve biberiye uçucu yağları ile hazırlanan alabalık köftelerinin başlangıçta toplam bakteri sayısı mevcut çalışmadan oldukça yüksek (5,24 log kob/g) bulunmuştur. Ayrıca defne ve biberiye uçucu yağlarının bakteri gelişimini yavaşlattığını bildirmişlerdir.

Nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilen alabalık burgerlerinin toplam psikofilik bakteri (TPB) sayısı depolama başında 2,65 log kob/g olarak bulunmuştur. Tüm gruplarda bakteri sayısı artış göstererek depolamanın 15. gününde

kontrol grubunda en yüksek ($p<0,05$) değere (7,15 log kob/g) ulaşmıştır. Nar kabuğu ekstraktı ilave edilen gruplar ile kontrol grubu arasında önemli farklılıklar ($p<0,05$) bulunmuş ve depolama sonunda NK5 ve NK10 gruplarında TPB sayısı sırası ile 6,76 ve 6,04 log kob/g değerlerine ulaşmıştır. [Singh vd. \(2018\)](#) nar kabuğu ekstraktının antimikrobiyal etkisinin bildirmişlerdir. [Keser ve İzci \(2020\)](#) alabalık etinde başlangıç psikofil bakteri sayısını 4,22 log kob/g bulmuşlardır. Farklı antioksidanlar (kekik, adaçayı, defne, yeşil çay) ile hazırlanan balık burgerlerin başlangıçta psikofil bakteri sayısının 4,90 log kob/g olarak bulunduğu çalışmada dondurularak depolama boyunca antioksidan ilave edilen gruplarda TPB sayısının kontrol grubundan daha düşük olduğu rapor edilmiştir ([Özoğul ve Uçar, 2013](#)). Mevcut çalışmada nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerinde bakteri gelişimi üzerine baskılayıcı etkisi olduğu belirlenmiştir.

Toplam maya-küf sayısı alabalık etinde başlangıçta 1,45 log kob/g olarak belirlenmiş ve tüm burger örneklerinde artış göstermiştir. Nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilmiş burger örneklerinin maya-küf sayısı kontrol grubuna göre önemli derecede ($p<0,05$) daha düşük düzeylerde bulunmuştur. Depolama sonunda kontrol, NK5 ve NK10 gruplarının toplam maya-küf sayıları sırası ile 6,09, 5,99 ve 5,61 log kob/g olmuştur. [Kaba vd. \(2013\)](#) yaptıkları çalışmada palamut balığı köftesinin başlangıç maya-küf değerinin 4,08 log kob/g olduğunu ve depolama süresince bu değer artış göstererek depolama sonunda (10. gün) 6,32 log kob/g değerine ulaştığını bildirmiştir. Bir başka çalışmada kadife balığı köftesinin maya-küf değerleri depolama başında 3,6 log kob/g olarak bulunmuştur ([Çapkin, 2008](#)).

Tablo 2. Nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerinin mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri (kob/g)
Table 2. Effects of pomegranate peel extract on microbiological quality of trout burgers (cfu/g)

	Depolama (gün)	K	NK5	NK10
Toplam mezofilik bakteri sayısı	0	2,92±0,34 ^{dA}	2,92±0,34 ^{dA}	2,92±0,34 ^{dA}
	3	3,96±0,07 ^{cA}	3,81±0,15 ^{cAB}	3,47±0,15 ^{cB}
	6	5,44±0,01 ^{bA}	4,41±0,27 ^{cA}	4,47±0,15 ^{bA}
	9	5,75±0,06 ^{bA}	5,40±0,05 ^{bAB}	4,56±0,08 ^{bC}
	12	7,23±0,10 ^{aA}	7,07±0,04 ^{aAB}	6,93±0,01 ^{aB}
	15	7,42±0,00 ^{aA}	7,20±0,04 ^{aB}	7,12±0,00 ^{aC}
Toplam psikrofilik bakteri sayısı	0	2,65±0,16 ^{eA}	2,65±0,16 ^{eA}	2,65±0,16 ^{eA}
	3	3,03±0,10 ^{dA}	2,99±0,04 ^{dA}	2,54±0,09 ^{cB}
	6	4,31±0,01 ^{cB}	4,48±0,00 ^{cA}	4,46±0,00 ^{bA}
	9	6,48±0,00 ^{bA}	6,40±0,07 ^{bA}	5,88±0,01 ^{aB}
	12	7,07±0,16 ^{aA}	6,48±0,00 ^{bB}	6,04±0,03 ^{aC}
	15	7,15±0,03 ^{aA}	6,76±0,10 ^{aB}	6,04±0,03 ^{aC}
Toplam maya-küf sayısı	0	1,45±0,02 ^{dA}	1,45±0,02 ^{eA}	1,45±0,02 ^{dA}
	3	1,71±0,01 ^{dA}	1,61±0,21 ^{eA}	1,68±0,19 ^{dA}
	6	4,30±0,03 ^{cA}	3,30±0,06 ^{dB}	2,88±0,06 ^{cC}
	9	5,17±0,21 ^{bA}	4,90±0,00 ^{cB}	4,50±0,07 ^{bB}
	12	6,30±0,18 ^{aA}	5,68±0,02 ^{bB}	5,46±0,09 ^{aB}
	15	6,09±0,10 ^{aA}	5,99±0,03 ^{aB}	5,61±0,08 ^{aB}

Aynı satırdaki büyük harfler gruplar arası istatistiksel farkı, aynı sütundaki küçük harfler grup içi istatistiksel farkı belirtmektedir (P<0,05)

Means indicated by different capital letters in the same row differ significantly, means indicated by different lowercase letters in the same column differ significantly (P<0,05)

Tablo 3. Nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerinin mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri (kob/g)
Table 3. Effects of pomegranate peel extract on microbiological quality of trout burgers (cfu/g)

	Depolama (gün)	K	NK5	NK10
Toplam koliform bakteri sayısı	0	1,81±0,01 ^{eA}	1,81±0,01 ^{eA}	1,81±0,01 ^{eA}
	3	1,93±0,05 ^{eA}	1,92±0,10 ^{eA}	1,84±0,08 ^{eA}
	6	4,48±0,00 ^{dA}	3,84±0,00 ^{dB}	2,40±0,11 ^{dC}
	9	5,59±0,05 ^{cA}	5,04±0,01 ^{cB}	3,84±0,03 ^{cC}
	12	6,33±0,16 ^{bA}	6,22±0,03 ^{bA}	5,67±0,09 ^{bB}
	15	7,29±0,02 ^{aA}	6,92±6,92 ^{aB}	6,75±0,04 ^{aC}
Laktik asit bakteri sayısı	0	1,78±0,11 ^{eA}	1,78±0,11 ^{eA}	1,78±0,11 ^{eA}
	3	1,91±0,09 ^{eA}	1,87±0,05 ^{eA}	1,81±0,07 ^{eA}
	6	2,83±0,04 ^{dA}	2,77±0,04 ^{dA}	2,73±0,12 ^{dA}
	9	4,24±0,03 ^{cA}	4,08±0,01 ^{cA}	3,77±0,34 ^{cA}
	12	5,48±0,00 ^{bA}	5,42±0,05 ^{bA}	4,78±0,01 ^{bB}
	15	5,94±0,04 ^{aA}	5,85±0,08 ^{aA}	5,79±0,00 ^{aA}

Aynı satırdaki büyük harfler gruplar arası istatistiksel farkı, aynı sütundaki küçük harfler grup içi istatistiksel farkı belirtmektedir (p<0,05)

Means indicated by different capital letters in the same row differ significantly, means indicated by different lowercase letters in the same column differ significantly (p<0,05)

Toplam koliform bakteri sayısı balıkta hijyen göstergesi olarak kabul edilmektedir. Alabalık etinin başlangıç koliform bakteri sayısı 1,81 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolamanın sonuna kadar artış gösteren koliform bakteri gelişimi %1 nar kabuğu ekstraktı ilave edilen gruplarda önemli derecede (p<0,05) baskılanmıştır. 15. günde toplam koliform bakteri sayısı kontrol grubunda 7,29 log kob/g değerine ulaşırken NK5 ve NK10 gruplarında sırası ile 6,92 ve 6,75 log kob/g olarak belirlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalar da doğal ekstraktların balık ve ürünlerinde toplam koliform bakteri gelişimi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (Uçak vd., 2018; Frangos vd., 2010; Mexis vd., 2009).

Hem anaerobik hemde aerobik koşullarda gelişebilen ve fakültatif anaerobik bakteriler olan laktik asit bakteri (LAB) sayısı alabalık etinde başlangıçta 1,78 log kob/g bulunurken tüm burger örneklerinde artış göstermiştir. Ancak bu artış nar kabuğu ekstraktı eklenen gruplarda kontrol grubuna göre daha düşük düzeylerde olmuştur. Nar kabuğu ekstraktı ile hazırlanan burger örnekleri ile kontrol grubu arasında LAB gelişimi bakımından önemli farklılıklar (p>0,05) bulunmamış ancak en düşük değerler depolama sonunda yine NK5 (5,85 log kob/g) ve NK10 (5,79 log kob/g) gruplarında tespit edilmiştir. Kuş (2012) altınotu ve ökseotu ekstraktlarının alabalık filetosunda LAB gelişimini baskıladığını bildirmiştir. Benzer şekilde Frangos vd. (2010)'de yaptıkları çalışmada

kekik yağının alabalık filetosunda LAB gelişimini önemli derecede düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

Duyusal değişimler

Balık ve ürünlerinin duyuşsal olarak kabul edilebilirlikleri depolanmaları süresince duyuşsal özelliklerinde meydana gelen değişikliklere bağlıdır. Nar kabuğu ekstraktı ile hazırlanan alabalık burgerler koku, tekstür, lezzet, görünüş ve genel beğeni parametreleri ile değerlendirilmiştir (Tablo 4).

Elde edilen veriler sonucunda kontrol grubuna ait burgerlerin 6. günde reddedildiği ve genel beğeni puanının 3,00 olduğu gözlenmiştir. NK5 ve NK10 grubu burger örneklerinin ise depolamanın 12. gününde reddedildiği ve genel beğeni puanlarının sırası 1,80 ve 3,00 olduğu bulunmuştur. Yapılan duyuşsal değerlendirmeler sonucunda nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerinde duyuşsal özelliklere katkı sağladığı ve raf ömrünü kontrol grubuna göre 6 gün uzattığı gözlenmiştir.

Tablo 4. Nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerinin duyuşsal kalite değişimleri üzerine etkileri
Table 4. Effects of pomegranate peel extract on sensorial quality changes of trout burgers

	Depolama (gün)	K	NK5	NK10
Koku	0	9,00±0,00 ^{aA}	9,00±0,00 ^{aA}	9,00±0,00 ^{aA}
	3	6,50±0,55 ^{bA}	7,00±1,00 ^{bA}	7,00±1,00 ^{bA}
	6	3,40±0,55 ^{cC}	6,40±0,55 ^{bA}	5,60±0,55 ^{cB}
	9	0,00±0,00 ^{dC}	6,40±0,55 ^{bA}	4,80±0,45 ^{dB}
	12	0,00±0,00 ^{dC}	1,60±0,55 ^{cB}	3,00±0,71 ^{eA}
	15	0,00±0,00 ^d	0,00±0,00 ^d	0,00±0,00 ^f
Tekstür	0	9,00±0,00 ^{aA}	9,00±0,00 ^{aA}	9,00±0,00 ^{aA}
	3	6,70±0,45 ^{bA}	7,40±0,55 ^{bA}	7,20±0,84 ^{bA}
	6	4,70±0,45 ^{cA}	5,40±0,55 ^{dA}	4,80±0,84 ^{cA}
	9	0,00±0,00 ^{dC}	6,60±0,55 ^{cA}	5,40±0,55 ^{cB}
	12	0,00±0,00 ^{dC}	2,00±0,00 ^{eB}	3,00±0,71 ^{dA}
	15	0,00±0,00 ^d	0,00±0,00 ^f	0,00±0,00 ^e
Lezzet	0	9,00±0,00 ^{aA}	9,00±0,00 ^{aA}	9,00±0,00 ^{aA}
	3	6,40±0,55 ^{bA}	6,60±0,55 ^{bA}	6,40±0,55 ^{bA}
	6	2,20±0,45 ^{cC}	6,60±0,55 ^{bA}	4,60±0,89 ^{cB}
	9	0,00±0,00 ^{dC}	5,60±0,55 ^{cA}	4,60±0,55 ^{cB}
	12	0,00±0,00 ^{dC}	1,60±0,55 ^{dB}	2,20±0,45 ^{dA}
	15	0,00±0,00 ^d	0,00±0,00 ^e	0,00±0,00 ^e
Görünüş	0	9,00±0,00 ^{aA}	9,00±0,00 ^{aA}	9,00±0,00 ^{aA}
	3	6,50±0,55 ^{bA}	6,60±0,55 ^{bA}	6,80±0,45 ^{bA}
	6	5,50±0,55 ^{cA}	5,40±0,55 ^{cA}	4,40±0,55 ^{cB}
	9	0,00±0,00 ^{dB}	5,20±0,45 ^{cA}	5,00±0,00 ^{dA}
	12	0,00±0,00 ^{dC}	1,80±0,45 ^{dB}	2,60±0,55 ^{eA}
	15	0,00±0,00 ^d	0,00±0,00 ^e	0,00±0,00 ^f
Genel beğeni	0	9,00±0,00 ^{aA}	9,00±0,00 ^{aA}	9,00±0,00 ^{aA}
	3	6,30±0,55 ^{bA}	6,80±0,45 ^{bA}	6,80±0,45 ^{bA}
	6	3,00±0,85 ^{cC}	6,20±0,45 ^{cA}	4,80±0,45 ^{cB}
	9	0,00±0,00 ^{dC}	5,80±0,45 ^{cA}	4,80±0,45 ^{cB}
	12	0,00±0,00 ^{dC}	1,80±0,45 ^{dB}	3,00±0,00 ^{dA}
	15	0,00±0,00 ^d	0,00±0,00 ^e	0,00±0,00 ^e

Aynı satırdaki büyük harfler gruplar arası istatistiksel farkı, aynı sütundaki küçük harfler grup içi istatistiksel farkı belirtmektedir (p<0,05)

Means indicated by different capital letters in the same row differ significantly, means indicated by different lowercase letters in the same column differ significantly (p<0,05)

Aref vd. (2018) transglutaminaz enzimi, kitosan ve biberiye ekstraktı ile hazırladıkları balık burgerlerin raf ömrünün kontrol grubuna göre daha uzun olduğunu bulmuşlardır. Benzer bir çalışmada Özoğul ve Uçar (2013) kekik, yeşil çay, adaçayı ve defne ekstraktları ile hazırlanan balık burgerlerin duyuşsal olarak kontrol grubuna göre daha kabul edilebilir olduğunu ve raf ömürlerinin kontrol grubu örneklerinden 1-2 ay daha uzun olduğunu bildirmiştir. Bazı doğal bitki ekstraktlarının balık burgerlerin duyuşsal özellikleri üzerinde olumlu etkileri olduğu ve raf ömrünün uzadığı birçok

çalışmada gözlenmiştir (Corbo vd., 2009; Uçak vd., 2011; Shinde vd., 2015).

SONUÇ

Son yıllarda endüstriyel gıda atıklarının değerlendirilmesi ve bu atıklardan antioksidan ve antimikrobiyal maddelerin elde edilerek gıdalara eklenmesi oldukça önemli konulardan biri haline gelmiştir. Nar kabuğu da meyvenin büyük bir kısmını oluşturan ve güçlü antioksidan olan yan ürünler arasındadır.

Bu çalışmadan elde edilen veriler nar kabuğu ekstraktının alabalık burgerlerinin kalite parametreleri üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Balık burgerlerde mikrobiyal bozulma ve lipid oksidasyonu geciktirilmiş, ürünün raf ömrü kontrol grubuna göre 6 gün uzatılarak tüketici beğenisini kazanan bir ürün elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Akhtar, S., Ismail, T., Fraternali, D. & Sestili, P. (2015). Pomegranate peel and peel extracts: *Chemistry and food features*. *Food Chemistry*, 174, 417-425. DOI: [10.1016/j.foodchem.2014.11.035](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.035)
- Alsaggaf, M.S., Moussa, S.H. & Tayel, A.A. (2017). Application of fungal chitosan incorporated with pomegranate peel extract as edible coating for microbiological, chemical and sensorial quality enhancement of Nile tilapia filets. *International Journal of Biological Macromolecules*, 99, 499-505. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2017.03.017](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.03.017)
- Anonymous (1998). *Bacteriological Analytical Manual* 8th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, ch.28.
- AOAC (1990). *Official methods of analysis*. Association of official analytical chemists, Washington DC., USA.
- AOCS (American Oil Chemists' Society) (1998). *AOCS Official Method Cd 19-90. 2 Thiobarbituric acid value. Direct Method*. In: *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*. Firestone, D (Eds). AOCS, Champaign, Ill.
- Aref, S., Morsy, N., Habibal, R.A. & Zayat, F.M. (2018). Effect of Transglutaminase Enzyme, Chitosan and Rosemary Extract on Some Quality Characteristics of Ready to Eat Fish Fingers Made from Catfish (*Clarias gariepinus*) during *Frozen Storage*. *EC Nutrition*, 13.11, 716-731. DOI: [10.21608/SCUJ.2016.6664](https://doi.org/10.21608/SCUJ.2016.6664)
- Berizi, E., Hosseinzadeh, S., Shekarforoush, S.S. & Barbieri, G. (2018). Microbial, chemical, textural and sensory properties of coated rainbow trout by chitosan combined with pomegranate peel extract during frozen storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 106, 1004-1013. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2017.08.099](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.08.099)
- Berizi, E., Shekarforoush, S.S. & Hosseinzadeh, S. (2016). Effects of methanolic pomegranate peel extract on the chemical, sensory, textural, and microbiological properties of gutted rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during frozen storage. *Journal of Food Protection*, 79, 1700-1706. DOI: [10.4315/0362-028X.JFP-16-047](https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-047)
- Cakli, S., Taskaya, L., Kislal, D., Celik, U., Ataman, C.A., Cadun, A., Kilinc, B. & Maleki, R.H. (2005). Production and quality of fish fingers from different fish species. *European Food Research and Technology*, 220, 526-530. DOI: [10.1007/s00217-004-1089-9](https://doi.org/10.1007/s00217-004-1089-9)
- Corbo, M.R., Di Giulio, S., Conte, A., Speranza, B., Sinigaglia, M. & Del Nobile, M.A. (2009). Thymol and Modified Atmosphere Packaging to Control Microbiological Spoilage in Packed Fresh Cod Hamburgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1553-1560. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2008.01822.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01822.x)
- Çam, M. & Hışıl, Y. (2010). Pressurised water extraction of polyphenols from pomegranate peels. *Food Chemistry*, 123(3), 878-885. DOI: [10.1016/j.foodchem.2010.05.011](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.011)
- Çapkın, K. (2008). Kadife balığı (Tinca tinca) köftesinin buzdolabı koşullarında muhafazası sırasında meydana gelen bazı kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- de Man, J.C., Ragosa, M. & Sharpe, M. (1960). A medium for the cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology*, 23, 130-135
- Fernandes, R.D.P.P., Trindade, M.A., Tonin, F.G., Pugine, S.M.P., Lima, C.G.D., Lorenzo, J.M. & De Melo, M.P. (2017). Evaluation of oxidative stability of lamb burger with *Origanum vulgare* extract. *Food Chemistry*, 233, 101-109. DOI: [10.1016/j.foodchem.2017.04.100](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.100)

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından TGT 2019/9-BAGEP proje numarası ile desteklenmiştir.

- Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A. & Isavvaidis, N. (2010). Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelflife of refrigerated trout filets. *Food Microbiology*, 27, 115-121. DOI: [10.1016/j.fm.2009.09.002](https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.09.002)
- 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-Food Science and Technology*, 101, 25-31. DOI: [10.1016/j.lwt.2018.11.024](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.024)
- Ifesan, B.O.T., Fadipe, E.A. & Ifesan, B.T. (2014). Investigation of Antioxidant and Antimicrobial properties of garlic peel extract (*Allium sativum*) and its use as natural food additive in cooked beef. *Journal of Scientific Research*, 3(5), 711-721. DOI: [10.9734/JSRR/2014/5726](https://doi.org/10.9734/JSRR/2014/5726)
- Kaba, N., Çorapçı, B., Yüzel, 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.
- Keser, İ. & İzci, L. (2020). Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nden Elde Edilen Balık Köftelerinde Biberiye ve Defne Uçucu Yağlarının Mikrobiyolojik ve Duyusal Kaliteye Etkisi. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 13-21.
- Khan, J.A. & Haneer, S. (2011). Antibacterial properties of *Punica granatum* peels. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 2(3), 23-27.
- Kuş, B. (2012). Altınotu ve Ökseotu Bitki Ekstrelerinin Alabalık Filetosu Üzerindeki Antimikrobiyal ve Antioksidan Etkilerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- Mexis, S.F., Chouliara, E. & Kontominas, M.G. (2009). Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout filets stored at 4°C. *Food Microbiology*, 26, 598-605. DOI: [10.1016/j.fm.2009.04.002](https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.04.002)
- Öz, M. (2018). Effects of garlic (*Allium sativum*) supplemented fish diet on sensory, chemical and microbiological properties of rainbow trout during storage at -18°C. *LWT-Food Science and Technology*, 92, 155-160. DOI: [10.1016/j.lwt.2018.02.030](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.030)
- Özoğul, Y. & Uçar, Y. (2013). The Effects of Natural Extracts on the Quality Changes of Frozen Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Burgers. *Food Bioprocess Technology*, 6, 1550-1560. DOI: [10.1007/s11947-012-0794-9](https://doi.org/10.1007/s11947-012-0794-9)
- Paulus, K., Zacharias, R., Robinson, L. & Geidel, H. (1979). Kritische betrachtungen zur "bewertenden prüfung mit skale als einem wesentlichen verfahren der sensorischen analyse. *LebensmittelWissenschaft und Technologie*, 12, 52-61. DOI: [1111/j.1365-2621.2011.02610.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02610.x)
- Shinde, P.A., Reddy, V.K. & Patange, S.B. (2015). Quality Of Indian Mackerel as Affected by Pomegranate Peel and Tea Leaf Extracts During Ice Storage. *SAARC Journal of Agriculture*, 13(1), 109-122. DOI: [10.3329/sja.v13i1.24185](https://doi.org/10.3329/sja.v13i1.24185)

- Singh, B., Singh J.P., Kaur, A. & Singh, N. (2018). Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel: A review. *Food Chemistry*, 261, 75-86. DOI: [10.1016/j.foodchem.2018.04.039](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.039)
- Supayang, P.V., Treechada, S., Surasak, L., Thanomjit, S., Tetsuya, I. & Honda, T. (2005). Inhibitory effects of active compounds from *Punica granatum* pericarp on verocytotoxin production by Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Health Science*, 51(5), 590-596. DOI: [10.1248/jhs.51.590](https://doi.org/10.1248/jhs.51.590)
- Tokur, B., Polat, A., Beklevik, G. & Ozkutuk S. (2004). Changes in the quality of fish burger produced from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18oC). *European Food Research and Technology*, 218, 420-423. DOI: [10.1007/s00217-004-0879-4](https://doi.org/10.1007/s00217-004-0879-4)
- Turgut, S.S., Işıkçı, F. & Soyer, A. (2017). Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. *Meat Science*, 129, 111-119. DOI: [10.1016/j.meatsci.2017.02.019](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.02.019)
- Uçak, İ., Khalily, R., Abuibaid, A.K.M. & Abidemi Ogunkalu, O. (2018). Maintaining the quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets by treatment of red onion peel extract during refrigerated storage. *Progress in Nutrition*, 20(4), 672-678. DOI: [10.23751/pn.v20i4.7690](https://doi.org/10.23751/pn.v20i4.7690)
- Uçak, İ., Özoğul, 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. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2011.02610.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02610.x)
- Zhuang, S., Li, Y., Jia, S., Hong, H., Liu, Y. & Luo, Y. (2019). Effects of pomegranate peel extract on quality and microbiota composition of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fillets during chilled storage. *Food Microbiology*, 445-454. DOI: [10.1016/j.fm.2019.03.019](https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.03.019)