

## Nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş balık burgerlerin oksidatif, mikrobiyal ve duyu kalite değişimlerinin incelenmesi

İlknur Uçak<sup>1b</sup>

### Cite this article as:

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>

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

### ORCID IDs of the authors:

İ.U. 0000-0002-9701-0824

Submitted: 28.03.2020

Revision requested: 21.04.2020

Last revision received: 22.04.2020

Accepted: 16.05.2020

Published online: 16.08.2020

Correspondence: İlknur UÇAK

E-mail: [ilknurucak@ohu.edu.tr](mailto:ilknurucak@ohu.edu.tr)



© 2020 The Author(s)

Available online at  
<http://jfh.sciencwebjournals.com>

### ÖZ

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda (%0.5 ve %1) nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilen alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) burgerlerinin soğukta ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ) 15 gün boyunca depolanması sırasında oksidatif, mikrobiyal ve duyu kalitesinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda nar çekirdeği ekstraktı ile hazırlanan alabalık burgerlerinde daha düşük peroksit ve TBARS değerleri bulunmuş ve oksidatif bozulma geciktirilmiştir. Toplam mezofilik ve toplam psikrofilik bakteri sayısı, toplam koliform bakteri sayısı, toplam maya-küf sayısı ve toplam laktik asit bakterileri sayısı nar çekirdeği ekstraktı ilave edilerek hazırlanan gruplarda kontrol grubuna göre önemli düzeyde ( $P < 0.05$ ) düşük bulunmuştur. Özellikle %1 konsantrasyonda ekstrakt ilave edilen grupta mikrobiyal gelişim önemli düzeyde baskılanmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre kontrol grubu depolamanın 6. gününde panelistler tarafından reddedilirken, nar çekirdeği ekstraktı ilaveli gruplar depolamanın 15. gününde reddedilmiştir. Tüm sonuçlar doğrultusunda nar çekirdeği ekstraktının antioksidan ve antimikrobiyal özellik göstererek alabalık burgerlerinde bozulmayı geciktirdiği ve raf ömrünü 9 gün arttırdığı göz önünde bulundurulduğunda gıda endüstrisinde alternatif doğal koruyucu katkı maddesi olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Balık burger, Nar çekirdeği ekstraktı, Oksidatif bozulma, Mikrobiyal bozulma

### ABSTRACT

#### Investigation of oxidative, microbial and sensory quality changes of fish burgers enriched with pomegranate seed extract

In this study, it was aimed to investigate the changes in oxidative, microbial and sensory quality of trout (*Oncorhynchus mykiss*) burgers enriched with pomegranate seed extract in different concentrations (0.5, 1%) during 15 days storage at  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ . According to the results, lower peroxide and TBARS values were found and oxidative degradation was delayed in trout burgers prepared with pomegranate seed extract. Total mesophilic and psychrophilic bacteria count, total coliform bacteria count, total number of yeast-mold and the lactic acid bacteria counts were found to be significantly lower ( $P < 0.05$ ) in the groups prepared with addition of pomegranate seed extract than the control group. In particular, microbial growth was significantly suppressed in the group supplemented with 1% extract concentration. According to sensory evaluation results, the control group was rejected by panellists on 6 days of the storage, while pomegranate seed extract added groups were rejected on 15 days of the storage. Considering the antioxidant and antimicrobial properties of pomegranate seed extract with delaying spoilage and increasing shelf life as 9 days, it may be thought that the seeds can be used as an alternative natural food preservative in the food industry.

**Keywords:** Fish burger, Pomegranate seed extract, Oxidative spoilage, Microbial spoilage

## Giriş

Son yıllarda çalışan kadınların ve yalnız yaşayan insanların sayısındaki artış hazır gıda teknolojisinin artan bir önem kazanmasına ve tüketicilerin kolay hazırlanabilen ürünlere olan taleplerinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle et ve su ürünleri farklı teknolojiler ile işlenerek tüketiciye sunulmaktadır. Ancak kırmızı et yüksek kolesterol içeriği nedeni ile kalp ve damar rahatsızlıklarına neden olmakta ve bu da balık etinin kırmızı ete alternatif olarak kullanımını sağlamaktadır. Dünyada hayvansal protein açığının kapatılması, su ürünlerinin sezon dışındaki zamanlarda ve az buldukları bölgelerde tüketiminin sağlanması amacıyla yeni ürünlerin elde edilmesi de kaçınılmaz olmaktadır.

Balık etinin oldukça popüler işlenmiş bir ürünün olan balık kıymasından üretilen balık burger, balık tüketim alışkanlığına farklı lezzetler kazandırılarak kolay hazırlanan tatların sunulması açısından oldukça talep görmektedir. Ancak tüm bunların yanında, nem içeriğinin yüksek, pH değerinin nötre yakın olması, bağ doku yapısının zayıf olması, yüksek oranda doymamış yağ asitleri içeriği ve serbest aminoasitler bakımından zengin olması balık etini çok çabuk bozulabilir yapmaktadır (Ghaly ve ark., 2010). Bu nedenle balık etinin raf ömrünün uzatılması önem kazanmaktadır.

Dondurma ve soğutma işlemleri tek başına lipit oksidasyonunun ve mikrobiyal aktivitenin tamamen engellenmesi için yeterli değildir. Bu amaçla balık ve balık ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasında vakum paketlenme, modifiye atmosfer paketlenme (MAP), tuzlama, alüminyum folyo ve streç filmle kaplama, doğal antioksidan ve antimikrobiyal maddelerin eklenmesi gibi yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır (Aras-hisar ve ark., 2004; Frangos ve ark., 2010; Gimenez ve ark., 2002; Gimenez ve ark., 2004; Pyrgotou ve ark., 2010; Erkan ve ark., 2011).

Gıda maddeleri üretiminde güvenilirliğin ön plana çıktığı günümüzde doğal katkı maddelerinin kullanımı önem kazanmıştır. Bu amaçla, gıdalar üzerinde antioksidan ve antimikrobiyal etkisi olan doğal bitki ekstraktlarının kullanımı yaygınlaşmıştır (Ucak, 2011). Antioksidanların gıda endüstrisinde temel kullanım amacı bozulmayı önlemek ve raf ömrünü uzatmaktır (Ulaş ve ark., 2019).

Nar (*Punica granatum* L), yüksek oranda fenolik madde içeriği ile dünya çapında tüketilen en önemli meyvelerden birisidir. Ancak narın işlenmesi ve tüketimi sırasında çok fazla miktarda kabuk ve çekirdek gibi yan ürünler oluşmaktadır. Nar kabuğu, çekirdeği ve suyu önemli miktarda fenolik bileşikler içermekte ve bu bileşikler narın antioksidan aktivitesiyle ilişkilendirilmektedir (Ghasemian ve ark., 2006; Orak ve ark., 2012; Tehranifar ve ark., 2010). Nar işlemenin bir

yan ürünü olan nar çekirdeği, tüm meyvenin yaklaşık % 20'sidir (Jing ve ark., 2012). Yapılan çalışmalar nar çekirdeğinin iyi bir antioksidan kaynağı potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Nar çekirdeği ile besin takviyesinin DNA hasarını önleyebileceği ve kanser riskini azaltabileceği de bildirilmiştir (Guo ve ark., 2007). Nar çekirdeğinin yararlı etkileri içerisinde bulunan özellikle polifenoller gibi biyolojik olarak aktif bileşiklerin varlığı ile ilişkilidir (Jing ve ark., 2012). Nar çekirdeğinde triterpenoidler, steroid, glikozitler, saponinler, alkaloidler, tanenler, karbonhidratlar ve C vitamini gibi fitokimyasallar bulunmaktadır (Khan ve ark., 2017). Son yıllarda gıda atıklarından yan ürün değerlendirme ve bu ürünlerin endüstriyel olarak kullanımları gittikçe artan bir önem kazanmakla birlikte, özellikle antioksidan ve antimikrobiyal özellik gösteren doğal kaynakların gıdalarda kullanımı üzerine çalışmalar artmıştır.

Bu nedenle bu çalışmada, nar işleme atıklarından elde edilen farklı konsantrasyonlarda nar çekirdeği ekstraktının buzdolabında depolanan balık burgerlerde duyu, kimyasal, oksidatif ve mikrobiyolojik kalite üzerine etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

## Materyal ve Metot

### *Nar Çekirdeği Ekstraktının Hazırlanması*

Nar çekirdekleri Niğde bölgesinde bulunan yerel bir marketten temin edilen narlardan elde edilmiştir. Suyu sıkılan narlar kabuk ve çekirdeklerine ayrılmıştır. Çekirdekler yıkanmış ve 40°C'de 48 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutulmuş çekirdekler daha sonra laboratuvar tipi blendır ile öğütülmüştür. Ekstraksiyon için 10 g nar çekirdeği 100 mL etanol (%80) içerisinde 25°C'de ultrasonik su banyosunda 1 saat ağzı kapalı cam balonlarda çözdürülmüştür. Etanol ile çözdürülmüş ekstraktlar kaba filtre kağıdı ile süzülerek rotary evaporatöre aktarılmış ve ekstraktlarda bulunan etanol 45°C'de uçurularak nar çekirdeği ekstraktları elde edilmiştir. Elde edilen nar çekirdeği ekstraktları kullanılmaya kadar -80°C'de saklanmıştır.

### *Balık Burgerlerin Hazırlanması*

Niğde bölgesinde bulunan bir alabalık çiftliğinden taze olarak alınan alabalıklar (*Oncorhynchus mykiss*) strafor kutularda buz içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Balıklar hızla temizlenmiş, iç organları ve kılçıkları çıkarılmış ve kıyma makinesinde kıyma haline getirilerek burger yapımı için ilave maddeler eklenmiştir. Balık burgerlerin yapımında Tokur vd. (2004) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Örnekler kontrol grubu (K), %0.5 nar çekirdeği ekstraktı ilaveli grup (S0.5) ve %1 nar çekirdeği ekstraktı ilaveli grup olarak (S1)

olarak üçe ayrılmıştır. Her bir burger 50 gram olarak şekillendirilmiş ve strafor tabaklara koyularak streç filmle kaplanmıştır. Daha sonra tüm örnekler buzdolabında ( $4^{\circ}\text{C}\pm 1$ ) 15 gün boyunca depolanmıştır. Burger hazırlama aşamasında kullanılan maddeler Çizelge 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Burger hazırlamada kullanılan maddeler

**Table 1.** Substances used in burger preparation

	K (%)	S 0.5 (%)	S 1 (%)
Alabalık 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 çekirdeği ekstraktı	-	0.5	1

### Peroksit Analizi

Balık burgerlerde peroksit analizi AOAC (1990) tarafından bildirilen yönteme göre gerçekleştirilmiştir. 30 mL kloroform-glasiel asetik asit çözeltisi (3kloroform:2glasiel asetik asit) içerisinde yaklaşık 2 g yağ örneği karıştırılmış, üzerine 1 mL doymuş potasyum iyodür (KI) çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra çözelti karanlık ortamda 5 dakika bekletilerek üzerine 75 mL saf su ve birkaç damla nişasta solüsyonu eklenerek 0.1 M sodyum tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) çözeltisi ile titre edilmiştir. Burgerlerin peroksit değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanıp meq/kg cinsinden ifade edilmiştir.

$$\text{PV (meq/ kg)} = K \times (V - V_0) \times 12.69 \times 78.8 / w$$

$K$  titrasyonda harcanan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ’un konsantrasyonu (mol/lit),  $V$  titrasyonda harcanan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ’un miktarı (mL),  $w$  balık yağının ağırlığı (g)

### Tiyobarbitürikasit (TBARS) Sayısı

AOCS (1998)’in belirttiği yönteme göre yapılan TBARS analizinde n-bütanol içerisinde çözülen balık burger yağı örneğinden 5 mL alınmış ve aynı miktarda TBA reaktifi ile karıştırılmıştır. Reaksiyona girmesi amacıyla 120 dakika  $95^{\circ}\text{C}$  su banyosunda tutulmuştur. Hızla soğutulan örnekler, 530 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülerek aşağıda verilen formülle hesaplanan sonuçlar mg malondialdehit/kg örnek olarak ifade edilmiştir.

$$\text{TBARS} = 50 (\text{standart değer}) \times (\text{Yağ örneğinin absorbanansı} - \text{Blank absorbanansı}) / \text{örnek ağırlığı (mg)}$$

### Mikrobiyolojik Analizler

10 g balık eti 90 mL steril ringer solüsyonu ile laboratuvar tipi blender ile homojenize edilmiştir. Bu solüsyondan uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve toplam psikrofilik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) besiyerine yayma kültür yöntemi ile ekim yapılarak ve  $8^{\circ}\text{C}$ ’de bir hafta inkübasyona bırakılmıştır (Anonymous, 1998). Toplam mezofilik bakteri sayımı PCA besiyerine yayma ekim yöntemi yapılarak  $37^{\circ}\text{C}$ ’de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Maya ve küf sayısını belirlemek için Potato Dextrose Agar (PDA) (pH’sı 3.5’e ayarlanmış) besiyerine yayma ekim yöntem ile ekim yapılmış, petri kutuları  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır (Anonymous, 1976). Toplam koliform sayımı için uygun dilüsyonlardan dökme ekim yöntemi ile Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyerine ekim yapılmış ve  $37^{\circ}\text{C}$ ’de 24-48 saat inkübe edilmiştir (Anonymous, 1998). Laktik asit bakterileri de Man Rogosa ve Shape (MRS Agar) agara yayma ekim yapılarak belirlenmiş ve petri anaerob jarlarda  $30^{\circ}\text{C}$ ’de 48 saat inkübe edilmiştir.

### Duyusal Değerlendirme

Burgerlerde duyu analizler Paulus ve ark. (1979) metoduna göre yapılmıştır (Çizelge 2). Burgerler 8 panelist tarafından değerlendirilmiş ve 9 dan 1 e kadar olan hedonik skala kullanılmıştır. Burgerler ızgarada  $350^{\circ}\text{C}$ ’ de her bir yüzü 5 dakika pişirildikten sonra duyu değerlendirme için panelistlere sunulmuştur.

**Tablo 2.** Balık burgerlerde duyu değerlendirme

**Table 2.** Sensory evaluation in fish burgers

	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Renk									
Koku									
Lezzet									
Doku yapısı									
Genel Kabul Edilebilirlik									

9: çok iyi, 8: oldukça iyi, 7: iyi, 6: biraz iyi, 5: yorumsuz, 4: biraz kötü, 3: kötü, 2: oldukça kötü, 1: çok kötü (4 ve altı puan alan burgerler reddedilmiştir)

### İstatistiksel Analiz

SPSS yazılımı (Statistical Analysis System, Cary, NC, USA) ile gerçekleştirilen istatistiksel analizlerde, burgerlerin depolanması sonucunda elde edilen verilere 0.05 önem düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### *Peroksit Değerinde Meydana Gelen Değişimler*

Lipid oksidasyonunun birincil oksidasyon ürünleri ve kararsız bileşikler olan peroksitler ve hidroperoksitler uçucu ürünler olan aldehitlere, ketonlara ve alkollere ayrılmaktadır (Hamilton ve ark., 1998). Peroksit sayısı, yağlarda oksidasyonun başlangıç düzeyinin ölçülmesinde kullanılmaktadır (Iqbal ve ark., 2008). Farklı konsantrasyonlarda nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilen alabalık burgerlerinin peroksit değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo1'de verilmiştir. Başlangıçta alabalık örneklerinde peroksit sayısı 3.50 meq O<sub>2</sub>/kg olarak bulunmuş ve depolama boyunca tüm gruplarda artış göstermiştir. Nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş alabalık burgerlerinin peroksit değerleri kontrol grubundan önemli derecede (P<0.05) düşük bulunmuştur. Depolama sonunda peroksit değerleri K, S0.5 ve S1 gruplarında sırası ile 31.50, 21.00 ve 19.50 meq O<sub>2</sub>/kg olarak bulunmuştur.

Benzer bir çalışmada Al Bulushi ve ark. (2005) -20° de depolanan balık burgerlerinde peroksit değerlerinin depolama süresince arttığını ve depolama sonunda 24.00 meq O<sub>2</sub>/kg'a ulaştığını bildirmişlerdir. Ucak ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada biberiye ekstraktı ile hazırlanan uskumru burgerlerinin peroksit değerlerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Bir başka çalışmada ise tilapya burgerlerinin depolama sonunda peroksit değerlerinde artış gözlenmiştir (Tokur ve ark., 2004).

Mevcut çalışmada peroksit değerlerinin yükselmesi mekanik kemik çıkarma, kemik çıkarma işlemi sırasında yağın doku ve deriden ayrılması, kıyma işlemi esnasında yüzey etkileri oksidatif değişimlerin hızlandırılmasından kaynaklanmaktadır (Webb ve ark., 1976; Mai ve Kinsella, 1980). Bu çalışmada en düşük (P<0.05) peroksit değerleri %1 konsantrasyonda nar çekirdeği ekstraktı ilave edilen grupta bulunmuştur.

### *TBARS Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler*

Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS), aldehitler veya karboniller gibi ikincil oksidasyon ürünlerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Shahidi ve Wanasundara, 1998). Başlangıçta alabalık etinde TBARS değeri 0.10 mg MDA/kg bulunmuştur (Tablo1). Depolama boyunca tüm gruplarda TBARS değerleri artış göstermiş ve depolama sonunda kontrol grubunda en yüksek değere (2.60 mg MDA/kg) ulaşmıştır. Tüm gruplarda TBARS değerleri depolamanın 3. gününden sonra hızlı bir artış göstermiştir. Depolama sonunda önemli derecede (P<0.05) en düşük TBARS değeri S1 grubunda 2.19 mg MDA/kg olarak bulunmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla benzer şekilde Ozogul ve Ucar (2013) yeşil çay, kekik ve adaçayı ekstraktları ilave edilen balık burgerlerinin TBARS değerlerinin kontrol grubundan daha düşük olduğunu, özellikle yeşil çay ekstraktı ile hazırlanan burgerlerde daha düşük değerler elde edildiğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada da Guan ve ark. (2019) kekik ve üzüm çekirdeği ekstraktı ile hazırlanan balık köftelerinin TBARS değerlerinin kontrol grubuna göre daha düşük düzeylerde olduğunu rapor etmişlerdir. Kekik ekstraktı içeren et burgerlerin daha yüksek oksidatif stabilite gösterdiği ve kekik ekstraktının burgerlerde TBARS değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir (Fernandes ve ark., 2017). Benzer şekilde nar çekirdeği ekstraktlarının da alabalık burgerlerde oksidatif stabiliteyi sağladığı gözlenmiştir. Nar çekirdeği ekstraktının lipit oksidasyonunu önleyici etkisi, oksidasyon işleminde radikal zincir reaksiyonlarını bloke ederek antioksidan aktivite gösteren fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır.

### *Mikrobiyolojik Değişimler*

Farklı konsantrasyonlarda nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş alabalık burgerlerinin buzdolabında depolaması süresince mikrobiyolojik kalitesinde meydana gelen değişimler Tablo 2 ve Tablo 3'te sunulmuştur. Alabalık filetoalarının başlangıçta toplam mezofilik bakteri (TMB) sayısı 2.42 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolama süresince tüm gruplarda TMB sayısında artış gözlenmiş ve nar çekirdeği ekstraktı ile hazırlanan gruplarda kontrol grubundan önemli derecede (P<0.05) daha düşük değerler olduğu bulunmuştur. Depolama sonunda K, S0.5 ve S1 gruplarında TMB değerleri sırası ile 7.29, 6.97 ve 6.79 log kob/g olmuştur. Kontrol grubu taze balıkta limit olarak kabul edilen 7 log kob/g değerini (ICMSF, 1986) aşarken, nar çekirdeği ekstraktı ile hazırlanan gruplar depolama boyunca bu değer altında kalmıştır.

Gram negatif psikrotrof bakteriler soğukta aerobik olarak depolanan taze balıklarda bozulmaya neden olan temel mikroorganizma grubudur (İbrahim Sallam, 2007). Depolama başında alabalık etinde toplam psikrofilik bakteri (TPB) sayısı 3.64 log kob/g bulunmuş ve depolama sonunda tüm gruplarda artış göstermiştir. Depolama boyunca en düşük TPB değerleri (P<0.05) S1 ve S0.5 gruplarında gözlenmiş ve 15. günde sırası ile 6.87 ve 6.98 log kob/g olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda TPB sayısı depolamanın 12. gününde limit değeri (ICMSF, 1986) (7 log kob/g) aşmış ve depolama sonunda 7.09 log kob/g olmuştur.

Alabalık etinin depolama başında toplam maya ve küf sayısı 1.25 log kob/g olarak bulunmuş ve depolama sonuna kadar artmıştır. Depolama süresince (depolamanın 6. günü dışında) nar çekirdeği ekstraktı ilavesi ile hazırlanan alabalık burgerlerinin toplam maya ve küf sayısı kontrol grubuna göre daha

düşük ( $P<0.05$ ) değerler göstermiştir. Depolamanın 15. gününde K, S0.5 ve S1 gruplarında toplam maya ve küf sayısı sırası ile 6.70, 5.50 ve 4.84 log kob/g değerlerine ulaşmıştır.

Enterobacteriaceae grubu bakteriler balıkta hijyen göstergesi olup bazen alabalık mikroflorasında bulunabilmektedir (Mexis ve ark., 2009; Frangos ve ark., 2010). Toplam koliform bakteri sayısı başlangıçta 1.54 log kob/g olarak gözlenmiş ve tüm gruplarda artış göstermiştir. Depolama süresince önemli derecede en düşük toplam koliform bakteri sayısı %1 konsantrasyonunda nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş alabalık burgerlerinde bulunmuş depolama sonunda 5.20 log kob/g'a ulaşmıştır. K ve S0.5 gruplarında ise bu değer sırası ile 5.84 ve 5.54 log kob/g olarak bulunmuştur.

Laktik asit bakterileri (LAB) balık etinde başlangıçta 1.48 log kob/g değerinde bulunmuştur. Kontrol grubunda bu bakteri grubu depolama boyunca artmış ve depolamanın sonunda en yüksek ( $P<0.05$ ) değere (5.82 log kob/g) ulaşmıştır. İstatistiksel olarak önemli derecede en düşük ( $P<0.05$ ) LAB sayısı nar çekirdeği ekstraktı ilave edilerek hazırlanan alabalık burgerde gözlenmiş ve depolama sonunda en düşük değerler sırası ile S1 (5.59 log kob/g) ve S0.5 (5.63 log kob/g) gruplarında bulunmuştur.

Schelegueda ve ark. (2016) antimikrobiyal maddeler (kitosan, nisin) ilave edilerek modifiye atmosfer paketlenerek buzdolabında depolanan balık burgerlerin toplam canlı sayısının kontrol grubunda 5. günde  $10^7$  kob/g değerinin aştığını ancak muamele gruplarında depolama sonuna kadar (30 gün) bu değere ulaşmadığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde LAB sayısının da 15. günde kontrol grubu il aynı seviyeye ulaştığını ancak nisin ve kitosan içeren gruplarda LAB artışının hafifte olsa baskılandığını bildirmişlerdir. Morsy ve ark. (2018) köfte örneklerinde kontrol grubunda TMB sayısının 9. günde 8.01 log kob/g olduğunu ancak farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktı içeren gruplarda bu değer 5-6 log kob/g arası olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca TPB sayısının da kontrol grubunda 1 log daha düşük düzeylerde olduğunu rapor etmişlerdir. Bir başka çalışmada sodyum laktat ilavesi ile hazırlanan alabalık köftelerinin buzdolabında depolanması süresince TMB, toplam koliform ve toplam maya-küf sayısının kontrol grubundan daha düşük düzeylerde olduğu bulunmuştur (Öksüztepe ve ark., 2010).

Karpinska-Tymoszczyk (2007) %0.1 etanolik adaçayı ekstraktı ilavesinin hindi köftelerinde toplam mezofilik bakteri sayısını 1 log azalttığını rapor etmişlerdir. Aref ve ark. (2018) transglutaminaz enzimi, kitosan ve biberiye ekstraktı ile zenginleştirilmiş balık kroketlerinde TMB ve toplam koliform sayısının üretimden sonra düşüş gösterdiğini, bu düşüşün nedeninin de ilave edilen katkı maddelerinin antimikrobiyal

özelliklerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da nar çekirdeği ekstraktı ilavesinin alabalık burgerlerinde mikrobiyal gelişimi baskıladığı bunun da nar çekirdeğinin antimikrobiyal özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

### **Duyusal Değişimler**

Nar çekirdeği ekstraktı ilavesinin alabalık burgerlerinin duyusal kalitesi üzerine olan etkileri Tablo 4'te sunulmuştur. Alabalık burgerlerine nar çekirdeği ekstraktı ilavesinin üründe duyusal kaliteyi iyileştirdiği ve raf ömrüne katkı sağladığı görülmüştür. Kontrol grubu örneklerinin koku, tekstür, lezzet, görünüş ve genel beğeni değerleri depolamanın 6. gününde sırası ile 3.40, 4.80, 2.20, 5.40 ve 3.20 olarak belirlenmiştir. Bu duyusal veriler doğrultusunda kontrol grubu örnekleri depolamanın 6. gününde panelistler tarafından reddedilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda nar çekirdeği ekstraktı ile hazırlanan alabalık burgerlerinin duyusal verileri ise depolamanın 12. gününe kadar oldukça iyi değerlerde bulunmuştur. Hem S0.5 hem de S1 grubu örnekleri depolamanın 15. gününde duyusal olarak reddedilmiştir. Depolama sonunda S0.5 ve S1 örneklerinin genel beğeni değerleri 2.60 olarak rapor edilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda nar çekirdeği ekstraktının alabalık burgerlerinde antioksidan ve antimikrobiyal özellik göstererek bozulmayı geciktirdiği ve böylece raf ömrünü kontrol grubuna göre 9 gün arttırdığı bulunmuştur.

Yapılan birçok çalışma balık köftesi, balık burger ve balık kroketi gibi ürünlere ilave edilen antioksidan veya antimikrobiyal özellikteki doğal yada sentetik katkı maddelerinin ürünün bozulmasını geciktirdiğini ve raf ömrünü arttırdığını bildirmektedir (Corbo ve ark., 2009; Aref ve ark., 2018; Cedola ve ark., 2017; Gahruie ve ark., 2017; Öksüztepe ve ark., 2010; Ucak ve ark., 2011).

**Table 1.** Nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilen alabalık burgerlerinin oksidatif kalitesinde meydana gelen değişimler**Table 1.** Oxidative quality changes of trout burgers supplemented with pomegranate seed extract

	Depolama (gün)	K	S0.5	S1
Peroksit değeri	0	3.50±0.71 <sup>cA</sup>	3.50±0.71 <sup>cA</sup>	3.50±0.71 <sup>dA</sup>
	3	12.00±1.41 <sup>bA</sup>	7.50±0.71 <sup>dB</sup>	5.50±0.71 <sup>dB</sup>
	6	15.50±6.36 <sup>bA</sup>	10.00±0.00 <sup>cA</sup>	8.00±1.41 <sup>cA</sup>
	9	26.00±4.24 <sup>aA</sup>	16.50±0.71 <sup>bB</sup>	16.00±1.41 <sup>bB</sup>
	12	28.50±2.12 <sup>aA</sup>	17.50±0.71 <sup>bB</sup>	18.50±0.71 <sup>aB</sup>
	15	31.50±0.71 <sup>aA</sup>	21.0±0.00 <sup>aB</sup>	19.50±0.71 <sup>aB</sup>
TBARS değeri	0	0.10±0.01 <sup>eA</sup>	0.10±0.01 <sup>eA</sup>	0.10±0.01 <sup>eA</sup>
	3	0.09±0.01 <sup>eA</sup>	0.07±0.01 <sup>eB</sup>	0.06±0.00 <sup>eB</sup>
	6	1.38±0.02 <sup>dA</sup>	1.08±0.00 <sup>dB</sup>	1.01±0.02 <sup>dC</sup>
	9	1.76±0.02 <sup>cA</sup>	1.39±0.02 <sup>cB</sup>	1.32±0.01 <sup>cC</sup>
	12	2.36±0.02 <sup>bA</sup>	1.61±0.03 <sup>bB</sup>	1.50±0.02 <sup>bC</sup>
	15	2.60±0.00 <sup>aA</sup>	2.21±0.01 <sup>aB</sup>	2.19±0.01 <sup>aC</sup>

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)

**Table 2.** Nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilen alabalık burgerlerinin mikrobiyolojik kalitesinde meydana gelen değişimler (kob/g)**Table 2.** Microbiological quality changes of trout burgers supplemented with pomegranate seed extract (cfu/g)

	Depolama (gün)	K	S0.5	S1
Toplam mezofilik bakteriler sayısı	0	1.92±0.34 <sup>cA</sup>	1.92±0.34 <sup>eA</sup>	1.92±0.34 <sup>dA</sup>
	3	3.65±0.72 <sup>bA</sup>	3.42±0.04 <sup>dAB</sup>	2.28±0.01 <sup>dB</sup>
	6	4.81±0.94 <sup>bA</sup>	4.07±0.53 <sup>cB</sup>	3.82±0.61 <sup>cC</sup>
	9	4.89±0.17 <sup>bA</sup>	4.78±0.09 <sup>bA</sup>	4.67±0.04 <sup>bA</sup>
	12	7.25±0.03 <sup>aA</sup>	6.93±0.01 <sup>aB</sup>	6.49±0.02 <sup>aC</sup>
	15	7.29±0.02 <sup>aA</sup>	6.97±0.01 <sup>aB</sup>	6.79±0.01 <sup>aC</sup>
Toplam psikrofilik bakteri sayısı	0	3.64±0.13 <sup>dA</sup>	3.64±0.13 <sup>dA</sup>	3.64±0.13 <sup>cdA</sup>
	3	2.66±0.09 <sup>eB</sup>	2.87±0.02 <sup>cAB</sup>	2.85±0.06 <sup>dA</sup>
	6	4.29±0.10 <sup>cAB</sup>	4.45±0.03 <sup>cA</sup>	4.08±0.09 <sup>cB</sup>
	9	5.97±0.06 <sup>bA</sup>	5.64±0.07 <sup>bA</sup>	5.42±0.90 <sup>bA</sup>
	12	7.08±0.10 <sup>aA</sup>	6.86±0.03 <sup>aA</sup>	6.04±0.06 <sup>abB</sup>
	15	7.09±0.01 <sup>aA</sup>	6.98±0.02 <sup>aB</sup>	6.87±0.02 <sup>aC</sup>
Toplam maya-küf sayısı	0	1.25±0.03 <sup>fA</sup>	1.25±0.03 <sup>eA</sup>	1.25±0.03 <sup>fA</sup>
	3	2.24±0.09 <sup>eA</sup>	1.23±0.07 <sup>eC</sup>	1.48±0.15 <sup>eB</sup>
	6	2.76±0.05 <sup>dA</sup>	2.86±0.03 <sup>dA</sup>	2.88±0.11 <sup>dA</sup>
	9	4.47±0.01 <sup>cA</sup>	3.93±0.08 <sup>cB</sup>	3.45±0.03 <sup>cC</sup>
	12	5.63±0.44 <sup>bA</sup>	4.49±0.24 <sup>bB</sup>	4.20±0.04 <sup>bB</sup>
	15	6.70±0.15 <sup>aA</sup>	5.50±0.02 <sup>aB</sup>	4.84±0.01 <sup>aC</sup>

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 çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilen alabalık burgerlerinin mikrobiyolojik kalitesinde meydana gelen değişimler (kob/g)  
**Table 3.** Microbiological quality changes of trout burgers supplemented with pomegranate seed extract (cfu/g)

	Depolama (gün)	K	S0.5	S1
<b>Toplam koliform bakteri sayısı</b>	0	1.54±0.02 <sup>cA</sup>	1.54±0.02 <sup>fA</sup>	1.54±0.02 <sup>cA</sup>
	3	1.95±0.06 <sup>dA</sup>	1.74±0.06 <sup>eB</sup>	1.48±0.01 <sup>cC</sup>
	6	2.38±0.14 <sup>cA</sup>	2.48±0.00 <sup>dA</sup>	2.04±0.06 <sup>dB</sup>
	9	4.07±0.32 <sup>bA</sup>	3.53±0.02 <sup>cA</sup>	2.63±0.01 <sup>cB</sup>
	12	5.64±0.17 <sup>aA</sup>	5.02±0.04 <sup>bB</sup>	4.83±0.08 <sup>bB</sup>
	15	5.84±0.01 <sup>aA</sup>	5.54±0.02 <sup>aB</sup>	5.20±0.01 <sup>aC</sup>
<b>Laktik asit bakteri sayısı</b>	0	1.48±0.01 <sup>fA</sup>	1.48±0.01 <sup>fA</sup>	1.48±0.01 <sup>dA</sup>
	3	1.78±0.07 <sup>eA</sup>	1.56±0.02 <sup>feB</sup>	1.48±0.01 <sup>dB</sup>
	6	2.74±0.06 <sup>dA</sup>	1.58±0.07 <sup>dB</sup>	1.53±0.02 <sup>dB</sup>
	9	4.31±0.01 <sup>cA</sup>	2.79±0.01 <sup>cB</sup>	2.75±0.05 <sup>cB</sup>
	12	4.89±0.03 <sup>bA</sup>	4.70±0.01 <sup>bB</sup>	4.62±0.03 <sup>bC</sup>
	15	5.82±0.05 <sup>aA</sup>	5.63±0.03 <sup>aB</sup>	5.59±0.02 <sup>aB</sup>

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 4.** Nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilen alabalık burgerlerinin duyu kalitesinde meydana gelen değişimler  
**Table 4.** Sensorial quality changes of trout burgers supplemented with pomegranate seed extract

	Depolama (gün)	K	S0.5	S1
<b>Koku</b>	0	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	9.00±0.00 <sup>aA</sup>
	3	6.60±0.55 <sup>bB</sup>	7.80±0.45 <sup>bA</sup>	7.80±0.45 <sup>bA</sup>
	6	3.40±0.55 <sup>cB</sup>	7.40±0.55 <sup>bA</sup>	7.60±0.55 <sup>bA</sup>
	9	*	7.40±0.55 <sup>bA</sup>	7.40±0.55 <sup>bA</sup>
	12	*	7.20±0.45 <sup>bA</sup>	7.60±0.55 <sup>bA</sup>
	15	*	4.20±0.84 <sup>cA</sup>	5.00±0.71 <sup>cA</sup>
<b>Tekstür</b>	0	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	9.00±0.00 <sup>aA</sup>
	3	6.80±0.45 <sup>bB</sup>	7.60±0.55 <sup>bA</sup>	7.60±0.55 <sup>bA</sup>
	6	4.80±0.45 <sup>cB</sup>	7.40±0.55 <sup>bA</sup>	7.60±0.55 <sup>bA</sup>
	9	*	7.40±0.55 <sup>bA</sup>	7.60±0.55 <sup>bA</sup>
	12	*	6.40±0.55 <sup>cB</sup>	7.40±0.55 <sup>bA</sup>
	15	*	3.00±0.71 <sup>dB</sup>	3.60±0.55 <sup>cA</sup>
<b>Lezzet</b>	0	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	9.00±0.00 <sup>aA</sup>
	3	6.60±0.55 <sup>bB</sup>	7.40±0.55 <sup>cA</sup>	7.40±0.55 <sup>cA</sup>
	6	2.20±0.45 <sup>cC</sup>	8.00±0.00 <sup>bA</sup>	7.20±0.45 <sup>cB</sup>
	9	*	7.20±0.45 <sup>dA</sup>	7.60±0.55 <sup>bcA</sup>
	12	*	7.00±0.00 <sup>dB</sup>	8.00±0.00 <sup>bA</sup>
	15	*	2.00±0.00 <sup>eB</sup>	3.20±0.45 <sup>dA</sup>
<b>Görünüş</b>	0	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	9.00±0.00 <sup>aA</sup>
	3	6.60±0.55 <sup>bB</sup>	7.60±0.55 <sup>bA</sup>	7.40±0.55 <sup>bA</sup>
	6	5.40±0.55 <sup>cB</sup>	7.80±0.45 <sup>bA</sup>	7.80±0.45 <sup>bA</sup>
	9	*	7.20±0.45 <sup>bA</sup>	7.60±0.55 <sup>bA</sup>
	12	*	7.40±0.55 <sup>bA</sup>	7.40±0.55 <sup>bA</sup>
	15	*	2.60±0.55 <sup>cA</sup>	2.20±0.84 <sup>cA</sup>
<b>Genel beğeni</b>	0	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	9.00±0.00 <sup>aA</sup>
	3	6.40±0.55 <sup>bA</sup>	7.60±0.55 <sup>bB</sup>	7.80±0.45 <sup>bB</sup>
	6	3.20±0.84 <sup>cA</sup>	7.80±0.45 <sup>bB</sup>	7.60±0.55 <sup>bB</sup>
	9	*	7.00±0.00 <sup>cA</sup>	7.00±0.00 <sup>cA</sup>
	12	*	7.00±0.00 <sup>cA</sup>	7.00±0.00 <sup>cA</sup>
	15	*	2.60±0.55 <sup>dA</sup>	2.60±0.55 <sup>dA</sup>

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)

\*Analiz yapılmadı \*Analysis did not conducted

## Sonuç

Balık en hızlı bozulan gıda ürünleri arasında yer almasından dolayı kalitesi ve raf ömrünün korunması da oldukça önemlidir. Son yıllarda tüketici farkındalıklarının ve tüketicilerin hazır gıdalara olan taleplerinin artmasıyla hazır gıda teknolojisi ve gıdalarda doğal katkı maddelerinin kullanımı da önem kazanmaktadır. Ayrıca son zamanlarda gıda atıklarından yan ürün değerlendirme ve bu ürünlerin endüstriyel olarak kullanımları gittikçe artan bir önem kazanmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada güçlü antioksidan ve antimikrobiyal özelliğe sahip olan nar çekirdeği ekstraktı kullanılmıştır. Alabalık burgerlerine farklı konsantrasyonlarda ilave edilmiş ve üründe oksidatif ve mikrobiyal bozulmayı geciktirerek duyu kalitesini arttırmıştır. Sonuç olarak raf ömrünü kontrol grubuna göre 9 gün arttırmıştır. Tüm bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda nar çekirdeği ekstraktının balık burgerlerde doğal koruyucu bir katkı maddesi olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir.

## Etik Standart ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Etik izin:** Araştırma niteliği bakımından etik izin gerektirmemektedir.

**Finansal destek:** Bu çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: TGT 2019/9-BAGEP).

**Teşekkür:** -

**Açıklama:** -

## Kaynaklar

**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.

<https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2005.01011.x>

**Anonymous (1998).** Bacteriological Analytical Manual 8th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, ch.28. ISBN: 978-0935584592

**Anonymous (1976).** American Public Health Assoc., Compendium of Methods for The Microbiological Examinations of Foods. Apha Inc. Washington DC. ISBN: 978-0875531755

**AOAC (1990).** Official methods of analysis, 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. ISBN: 0-935584-42-0

**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. 5th ed. (D. Firestone, ed.) AOCS, Champaign, III. ISBN: 0-935315-97-7

**Arashisar, Ş., Hisar, O., Kaya, M., Yanik, T. (2004).** Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. *International Journal of Food Microbiology*, 97(2), 209-214.

<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.024>

**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.

<https://doi.org/10.21608/scuj.2016.6664>

**Cedola, A., Cardinali, A., Del Nobile, M.A. (2017).** Fish burger enriched by olive oil industrial by-product. *Food Science and Nutrition*, 5, 837-844.

<https://doi.org/10.1002/fsn3.461>

**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.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01822.x>

**Erkan, N., Tosun, Ş. Y., Ulusoy, Ş., Üretener, G. (2011).** The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) during storage in ice. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6(1), 39-48.

<https://doi.org/10.1007/s00003-010-0587-x>

**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.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.100>



Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A., Savvaidis, I. N. (2010). Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelf-life of refrigerated trout fillets. *Food microbiology*, 27(1), 115-121.

<https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.09.002>

Gahruie, 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*.

<https://doi.org/10.1155/2017/6350156>

Ghaly, A.E., Dave, D., Budge, S., Brooks, M.S. (2010). Fish spoilage mechanisms and preservation techniques. *American Journal of Applied Sciences*, 7(7), 859.

<https://doi.org/10.3844/ajassp.2010.859.877>

Ghasemian, A., Mehrabian, S., Majd, A. (2006). Peel extracts of two Iranian cultivars of pomegranate (*Punica granatum*) have antioxidant and antimutagenic activities. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7, 1402-405.

<https://doi.org/10.3923/pjbs.2006.1402.1405>

Gimenez, B., Roncales, P., Beltran, J.A. (2002). Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(10), 1154-1159.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.1136>

Gimenez, B., Roncales, P., Beltran, J.A. (2004). The effects of natural antioxidants and lighting conditions on the quality characteristics of gilt-head sea bream fillets (*Sparus aurata*) packaged in a modified atmosphere. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(9), 1053-1060.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.1785>

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.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.024>

Guo, S., Deng, Q., Xiao, J., Xie, B., Sun, Z. (2007). Evaluation of antioxidant activity and preventing DNA damage effect of pomegranate extracts by chemiluminescence method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(8), 3134-3140.

<https://doi.org/10.1021/jf063443g>

Hamilton, R.H., Kalu, C., McNeill, G.P., Padley, F.B., Pierce, J.H. (1998). Effects of tocopherols, ascorbyl palmitate, and lecithin on autoxidation of fish oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(7), 813-822.

<https://doi.org/10.1021/jf063443g>

ICMSF (1986). Microorganisms in foods. The international commission on microbiological specifications for foods of the international union of biological societies. p, 181-196. Oxford: Blackwell Scientific Publications. ISBN: 0-632015-67-5

Ibrahim Sallam, K. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18(5), 566-575.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.02.002>

Iqbal, S., Haleem, S., Akhtar, M., Zia-ul-Haq, M., Akbar, J. (2008). Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions. *Food Research International*, 41(2), 194-200.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.11.005>

Jing, P.U., Ye, T., Shi, H., Sheng, Y., Slavin, M., Gao, B., Yu, L.L. (2012). Antioxidant properties and phytochemical composition of China-grown pomegranate seeds. *Food Chemistry*, 132(3), 1457-1464.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.12.002>

Karpinska-Tymoszczyk, M. (2007). Effects of sage extract (*Salvia officinalis* L.) and a mixture of sage extract and sodium isoascorbate on the quality and shelf life of vacuum-packed turkey meatballs. *Journal of Muscle Foods*, 18(4), 420-434.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2007.00096.x>

Khan, N.H., Ying, A.L.T., Tian, C.G.Z. (2017). Screening of Punica Granatum seeds for antibacterial and antioxidant activity with various extracts. *Journal of Gastroenterology and Digestive Diseases*, 1(1), 1-7.

<https://doi.org/10.35841/biotechnology-phytochemistry.1.1.1-7>

Mai, J., Kinsella, J.E. (1980). Composition of lipids and proteins of deboned minced and filleted white sucker (*Catostomus commersoni*). *Journal of Food Biochemistry*, 3(4), 229-239.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.1980.tb00779.x>

- Manthey, M., Karnop, G., Rehbein, H. (1988).** Quality changes of European catfish (*Silurus glanis*) from warm-water aquaculture during storage on ice. *International Journal of Food Science & Technology*, 23(1), 1-9.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1988.tb00543.x>
- 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 fillets stored at 4°C. *Food Microbiology*, 26(6), 598-605.  
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.04.002>
- Morsy, M.K., Mekawi, E., Elsabagh, R. (2018).** Impact of pomegranate peel nanoparticles on quality attributes of meatballs during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*, 89, 489-495.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.022>
- Öksüztepe, G., Emir Çoban, Ö., Güran. (2010).** Sodyum Laktat İlavésinin Taze Gökkuşığı Alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W.) Yapılan Köftelere Etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(A), 65-72.  
<https://doi.org/10.9775/kvfd.2009.1470>
- Orak, H.H., Yagar, H., Isbilir, S.S. (2012).** Comparison of antioxidant activities of juice, peel, and seed of pomegranate (*Punica granatum L.*) and inter-relationships with total phenolic, Tannin, anthocyanin, and flavonoid contents. *Food Science and Biotechnology*, 21(2), 373-387.  
<https://doi.org/10.1007/s10068-012-0049-6>
- Ozogul, Y., Uçar, Y. (2013).** The effects of natural extracts on the quality changes of frozen chub mackerel (*Scomber japonicus*) burgers. *Food and Bioprocess Technology*, 6(6), 1550-1560.  
<https://doi.org/10.1007/s11947-012-0794-9>
- Paulus, K., Zacharias, R., Robinson, L., Geidel, H. (1979).** Kritische Betrachtungen Zur (Bewetenden Prüfung Mit Skale) Als Einem Wesentlichen Verfahren Der Sensorischen Analyse. *LWT-Food Science and Technology*, 12(1), 52-61.
- Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A., Savvaidis, I.N. (2010).** Quality assessment of salted, modified atmosphere packaged rainbow trout under treatment with oregano essential oil. *Journal of Food Science*, 75(7), 406-411.  
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01724.x>
- Schelegueda, L.I., Delcarlo, S.B., Gliemmo, M.F., Campos, C.A. (2016).** Effect of antimicrobial mixtures and modified atmosphere packaging on the quality of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*) burgers. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 258-264.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.012>
- Shahidi, F., Wanasundara, U.N. (1998).** Methods of measuring oxidative rancidity in fats and oils. In C.C. Akoh & D.B. Min (Eds.), *Food lipids, Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*, (p. 377-396). Boca Raton, Florida, CRC Press Inc. ISBN: 13: 978-1-4200-4663-2
- Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B., Vazifeshenas, M.R. (2010).** Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 126, 180-185.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.001>
- Tokur, B., Polat, A., Beklevik, G., Ozkutuk S. (2004).** Changes in the quality of fish burger produced from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18°C). *European Food Research and Technology*, 218, 420-423.  
<https://doi.org/10.1007/s00217-004-0879-4>
- Ucak, I., Ozogul, Y., Durmus, 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, 1157-1163.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02610.x>
- Ulaç, E., Köseoğlu Yılmaz, P., Kolak U. (2019).** Evaluation of Antioxidant and Cholinesterase Inhibitory Activities of Some Medicinal. *Food and Health*, 5(1), 39-47.  
<https://doi.org/10.3153/FH19005>
- Webb, N.B., Hardy, E.R., Giddings, G., Howell, A.J. (1976).** Influence of mechanical separation upon proximate composition, functional properties and textural characteristics of frozen Atlantic croaker muscle tissue. *Journal of Food Science*, 41, 1277-1281.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1976.tb01151.x>