

Köftelerin Bazı Kalite Özelliklerine Bamyas Müsilaj Bazlı Yenilebilir Kaplamanın Etkisi

The Effect of Okra mucilage Based Edible Coating on Some Quality Properties of Meatballs

Enes TERCANLI^{ID}
Mustafa ATASEVER^{ID}

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin-Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye



*Bu çalışma Enes Tercanlı'nın Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

Geliş Tarihi/Received: 02.10.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 14.12.2022

Yayın Tarihi/Publication Date: 26.04.2023

Sorumlu yazar/Corresponding author:
Enes TERCANLI
E-mail: enestercanli@outlook.com

Atif: Tercanlı E, Atasever M. Köftelerin bazı kalite özelliklerine bamyas müsilaj bazlı yenilebilir kaplamanın etkisi. *Vet Sci Pract.* 2023; 18(1), 12-18.

Cite this article as: Tercanlı E, Atasever M. The effect of okra mucilage based edible coating on some quality properties of meatballs. *Vet Sci Pract.* 2023; 18(1), 12-18.



Copyright@Author(s) - Available online at veterinarysciences-ataunipress.org
Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

ÖZ

Köfte tipi et ürünleri kolay hazırlanabilmesi ve beğenilerek tüketilmesinden dolayı fazla tercih edilen besinlerdendir. Ancak bu tip besinler buzdolabı şartlarında (4°C) kısa sürede bozulabilmektedir. Bu çalışmada hazırlanan kaplama malzemeleri köftelerin depolama stabilitelerini geliştirmek ve raf ömürlerini uzatmak amacıyla oluşturuldu. Bamyas meyvesinden elde edilen müsilaj; nar çekirdeği yağı (*Punica granatum*) ve kekik yağı (*Origanum heracleoticum* L.) ile kombine edilerek farklı yenilebilir kaplama malzemeleri [Kontrol (K0) ve bamyas müsilaj—% 1 gliserol (K1), bamyas müsilaj—% 1 gliserol—% 1 nar çekirdeği yağı (K2), bamyas müsilaj—% 1 gliserol—% 1 kekik yağı (K3)] oluşturuldu ve köftelere uygulandı. Depolamanın (4°C) 1., 3., 5., 7. ve 9. günlerinde köftelerin bazı mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyu analizleri yapıldı. K1 kaplama grubunun K0 grubuna göre tbars değerleri genel olarak daha düşük bulundu. Bu durum kaplama malzemesinin gaz bariyeri sağlayabileceğini göstermektedir. K3 grubunda; tbars değerinin daha düşük olduğu ve *Lactobacillus* spp. sayısındaki değişim günler arasında anlamlı bir farklılığa neden olmadığı belirlendi ($P > .05$). Kaplama malzemelerinin duyu yönden olumsuz bir etkisi gözlemlenmedi. Sonuçta kaplama malzemelerinin köftelerin raf ömrünü uzatmada çok fazla etkili olmadığı; ancak bamyas müsilajının yenilebilir film ve kaplama potansiyelinin olduğu saptandı. Bununla birlikte kaplama malzemelerinin farklı gıdalar üzerine etkisinin incelenmesine ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bamyas müsilajı, kekik yağı, köfte, nar çekirdeği yağı, yenilebilir kaplama

ABSTRACT

Meatballs are among the most preferred foods because they can be easily prepared and consumed with pleasure. Meatball-type meat products can deteriorate in a short time, even under refrigerator conditions. The coating materials applied in this study were created to increase the meatballs' storage resistance and extend their shelf life. The mucilage obtained from okra was combined with pomegranate seed oil (*Punica granatum*) and thyme oil (*Origanum heracleoticum* L.) to make different edible coating materials. These different edible coating materials [Control (K0); okra mucilage—1% glycerol (K1); okra mucilage—1% glycerol—1% pomegranate seed oil (K2); okra mucilage—1% glycerol—1% thyme oil (K3)] were applied to the meatballs. Some microbiological, chemical, physical, and sensory analyses of the meatballs were performed on the 3rd, 5th, 7th, and 9th days of storage. The tbars values of the K1 coating group were generally lower than the K0 group. This indicates that the coating material can provide a gas barrier. It was determined that the tbars value was lower in the K3 group, and the change in the number of *Lactobacillus* spp. did not cause a significant difference between days ($P > .05$). There was no negative sensory effect of the coating materials. As a result, it was determined that okra mucilage has edible film and coating potential. However, the coating materials applied in this study did not have much effect on extending the shelf life of meatballs. It is thought that there is a need to examine the effect of coating materials on different foods.

Keywords: Edible coating, meatballs, okra mucilage, pomegranate seed oil, orango oil

GİRİŞ

Et biyolojik değeri yüksek proteinler ve bazı besin öğeleri (örn., demir, B12 vitamini, çinko, selenyum) açısından zengindir.¹ Ancak et; su aktivitesi, pH ve içerdiği besin öğeleri bakımından mikrobiyal, kimyasal

ve duyuşal bozulmaya duyarlıdır. Mikrobiyal faaliyetler ve oksidatif reaksiyonlar etin işlenmesi ve depolanması esnasında bazı kalite kayıplarına (örn., duyuşal, besinsel) neden olabilmektedir. Bu durum hem halk sağlığını tehdit edebilmekte hem de ekonomik kayıplar oluşturabilmektedir.²

Köfte tipi et ürünleri hazır ve kolay tüketilebilen bir ürün olduğundan tüketiciler tarafından fazla tercih edilmektedir. Özellikle son yıllarda tüketicilerin hazır ve kolay tüketilebilen besinlere yönelik artan taleplerinin yanısıra sağlıklı beslenme ilgileri de artmıştır. Tüketici tercihleri; et ve ürünlerinin mikrobiyolojik olarak güvenli, raf ömrü uzun, minimum düzeyde işlenmiş ve daha az gıda katkı maddeleri kullanılmış olması yönündedir.^{3,4} Güvenli ve sağlıklı et ürünlerinin tüketimi; et ürününün kalitesine, besin içeriğine ve mikrobiyal güvenliğini sağlamak için uygulanan işlemlere ve koruma yöntemlerine bağlıdır. Et endüstrisi artan rekabet ve daha sıkı maliyet marjları için, et ürünlerinin kalitesini ve duyuşal özelliklerini olumsuz etkilemeden bazı muhafaza yöntemleri bulmak ve geliştirmek için çalışmaktadır.⁵ Özellikle yenilebilir film ve kaplamalar bu yöntemler içerisinde giderek ilgi görmektedir. Hem ambalaj hem de bir gıda bileşeni olan yenilebilir film ve kaplamaların; gıdaları mikrobiyolojik ve fiziksel etkilerden koruyan, tüketildiğinde iyi bir duyuşal izlenim bırakan, toksik olmayan, ucuz ve kolay uygulanabilir özellikle olması istenir.⁶ Ayrıca bazı yenilebilir film ve kaplamaların antioksidan ve antimikrobiyal maddeleri taşıma özelliklerinden de yararlanılmaktadır. Bu amaçla da kaplama malzemelerine bazı antioksidan ve antimikrobiyal katkıları eklenip koruyucu özellikleri geliştirilmektedir.⁷ Bamya müsilağından elde edilen kaplama malzemesinin tüm bu özellikleri sağlayabileceği ile ilgi literatür bilgileri olsa da farklı gıdalar üzerine uygulanması ile ilgili çalışmalar kısıtlıdır.⁸⁻¹⁰

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, köfte tipi ürünlerin soğuk depolama boyunca raf ömrünün artırılması, mikrobiyal gelişmenin önlenmesi ve oksidasyonun engellenmesi gibi bazı kriterlerin iyileştirilmesi için stratejiler geliştirilmektedir.^{3,11} Bu stratejiler doğrultusunda bu çalışmada, bamya müsilağından elde edilen yenilebilir kaplama malzemeleri nar çekirdeği ve kekik yağı ile kombine edilerek köftelere uygulanmıştır. Depolama süresince kaplama malzemesinin köftelerin mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerine etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmada kullanılacak köfteler Erzurum Et ve Süt Kurumu'ndan temin edildi. Köfte hamuru; dana eti ve yağı (%89), kuzu eti ve yağı (%10) (yağ miktarı en çok %25, kolajenin et proteinine oranı en çok %15) ve köfte harcından (%) (soğan, galeta unu, baharat karışımı, tuz ve sodyum bikarbonat) oluşmaktadır. Köfteler, soğuk zincirde Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin-Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü Laboratuvarına getirildi ve kaplama yapılarına kadar 4°C'de bekletildi.

Bamya Müsilağ Bazlı Kaplama Malzemesinin Hazırlanışı

Bamya müsilağı, Ghorı ve ark¹²'nin yöntemi modifiye edilerek elde edildi. Bu çalışmada uygulanan modifiye yöntemde; Erzurum'da yerel bir pazardan alınan taze bamya meyvelerinin uç kısımları kesilip temizlendi. %2 oranında sirkeli suda yarım saat bekletilip yıkandıktan sonra dilimlenen bamya meyveleri 1 : 3 oranında saf su içerisinde 4°C'de 24 saat bekletildikten sonra süzöldü. Elde edilen müsilağ steril kaplara alınarak 4°C'de bekletildi.

Bamya müsilağından biri kaplamasız (KO, kontrol grubu) olmak üzere üç farklı kaplama çözeltisi hazırlanarak dört grup

oluşturuldu. Birinci kaplama (K1) çözeltisinin hazırlanmasında bamya müsilağına %1 oranında gliserol ilave edildi. Gliserol, bamya müsilağına elastikiyet özellik (plastikleştirici) kazandırması amacıyla eklendi.⁹ İkinci kaplama (K2) çözeltisinin hazırlanmasında bamya müsilağına %1 gliserol ve %1 nar çekirdeği yağı eklendi. Üçüncü kaplama (K3) çözeltisinin hazırlanmasında bamya müsilağına %1 gliserol ve %1 kekik yağı ilave edildi. Hem nar çekirdeği yağı hem de kekik yağının kaplama çözeltisi içinde homojen şekilde dağılmasını sağlamak için; yağlar %0,5'lik Tween 80 ile karıştırıldıktan sonra çözeltiye ilave edildi.¹³ Kaplama çözeltisine ilave edilen maddelerin bamya müsilağına iyice karışması için çözelti; magnetik karıştırıcıda 60°C'de 30 d (dakika) karıştırıldı ve kullanılacağı zamana kadar 4°C'de bekletildi.

Kaplama Malzemelerinin Uygulanması

Numuneler önceden hazırlanmış kaplama çözeltisinde 10 d bekletildi sonra steril ızgara üzerinde 2 d süzöldü daha sonra tekrar kaplama çözeltilerine alınıp 10 dk bekletildi. Köfteler farklı günlerde analizler için hazırlanmış steril ağzı kapaklı köpük tabaklara alındı.

Depolamanın (4°C) 1., 3., 5., 7. ve 9. günlerinde mikrobiyolojik [toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB), *Lactobacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, maya/küf sayıları], kimyasal ve fiziksel [tiyobarbitürik asit reaktif substans değeri (tbars), pH, a_w (su aktivitesi)], renk analizleri], duyuşal analizleri üç tekerrürlü olarak yapıldı.

Metot

Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmada uygun dilüsyonlardan 1 ml alınarak dökme plak yöntemi ile besiyerlerine ekim yapıldı. TMAB sayısı için Plate Count Agar (PCA) besiyerinde 37°C 'de 48 saat, TPAB sayısı için PCA besiyerinde 5 ± 1°C'de 10 gün, *Lactobacillus* spp. sayısı için De Man Rogosa Sharpe Agar (MRS) besiyeri anaerobik ortamda (Anaerocult A) 37°C'de 72 saat inkübe edildikten sonra sayıldı. *Pseudomonas* spp. sayısı için CFC (Cephalovidine Fucidin Cetrimide) supplementli *Pseudomonas* Agar besiyerine uygun dilüsyonlardan ekim yapıldıktan sonra 20 °C'de 48 saat inkübasyona bırakıldı ve 1 mm çapından büyük ve katalaz pozitif olan koloniler sayıldı.¹⁴

Kimyasal ve Fiziksel Analizler

Tiyobarbitürik Asit Reaktif Substans (TBARS) Değerinin Belirlenmesi

Homojen hale getirilen köfte numunelerinden 2 g alınarak üzerine 12 ml Trikloro Asitik Asit (TCA) çözeltisi (%7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 Propil galat 3 ml etanolde çözöldür) ilave edildi. Ultra-turraxda homojenize edilen karışım daha sonra Whatman 1 filtre kağıdından süzöldü. Süzöntüden 3 ml alınarak deney tüpüne aktarıldı, üzerine 3 ml Tiyobarbitürik Asit (TBA) (0,02M) çözeltisi konuldu ve karıştırıldı. Karışım su banyosunda 100°C'de 40 d bekletildikten sonra hemen soğutuldu ve 2000 rpm de 5 d santrifüj edildi. Daha sonra spektrofotometrede (Aquamate Thermo electron corporation, England) 530 nm dalga boyunda okundu. Elde edilen absorpsiyon değeri formöde yerine konularak hesaplama yapıldı.¹⁵

TBARS = ((absorpsiyon / k (0,06) × 2/1000) × 6,8) × 1000/örnek ağırlığı

pH Değerinin Belirlenmesi

Bamya müsilağı, kıyım ve köfte numunelerinden 10 g tartıldı. Üzerine 100 ml saf su ilave edilerek homojenize edildi. Daha sonra pH metre (inolab WTW) ile pH değeri ölçöldü.¹⁶

Renk Analizi

Kıyma ve köfte numunelerinin renk analizi Chroma Meter (Konica Minolta Japonya) cihazı kullanılarak yapıldı. Sonuçlar L* (parlaklıktan koyuluğa), a* (+a kırmızılığa, -a yeşilliğe) ve b* (+b sarılığa, -b maviliğe) parametrelerine göre açıklandı.¹⁶

Su Aktivitesi Tayini

Kıyma ve köfte numunelerinin su aktivitesi (aw) değerinin belirlenmesinde Aqua LAB 4TE cihazı kullanıldı.¹⁶

Duyusal Analizler

Duyusal analiz Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nda eğitimli panelistler tarafından yapıldı. Panelistler köfte numunelerini sıra gözetmeden rastgele değerlendirdi. Köfte gruplarının duyusal analizinde; lezzet, koku, aroma tekstür, görünüş ve genel kabul edilebilirlik özellikleri incelendi. Hedonik skala kullanılarak yapılan analizlerde 1-5 arası puanlama uygulandı. Buna göre; 5 "çok iyi", 4 "iyi", 3 "ne iyi ne kötü", 2 "kötü" ve 1 "çok kötü" olarak değerlendirildi.¹⁷

İstatistiksel Analizler

Araştırma sonunda elde edilen verilerin IBM SPSS Statistics 20 programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) yapıldı ve analiz sonuçları istatistiki olarak değerlendirildi. Sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirildi, uygulama grupları ve depolama günleri arasında farklılık belirlendi.¹⁸

BULGULAR

Mikrobiyolojik Analizler

Köfte numunelerinin depolama (4°C) süresince TMAB, TPAB, *Lactobacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, maya/küf sayılarında meydana gelen değişimler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Depolama süresince TMAB, TPAB ve *Lactobacillus* spp. sayısındaki değişim, gruplar arasında anlamlı bir farklılığa neden olmamıştır ($P > ,05$). Tüm gruplarda; TMAB sayısı depolamanın 7. gününde, TPAB sayısı ise depolamanın 5. gününde anlamlı bir artış göstermiştir ($P < ,05$).

Lactobacillus spp. sayısında, KO grubunda 9. günde; K1 ve K2 grubunda ise 7. günde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($P < ,05$). K3 grubunda ise *Lactobacillus* spp. sayısındaki değişim günler arasında anlamlı bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir ($P > ,05$). *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, maya/küf sayılarında, depolama süresince gruplar ve günler arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($P > ,05$).

Bamya müsilajında TMAB, TPAB, *Lactobacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* ve maya/küf üremesi gerçekleşmemiştir.

Kimyasal ve Fiziksel Analizler

Farklı kombinasyonlarda hazırlanmış kaplama malzemelerinin uygulandığı köfte numunelerinin depolama (4°C) süresince tbars, pH a_w ve renk değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 2'de gösterilmektedir.

KO grubunda 5. ve 9. günlerde, K1 grubunda 7. ve 9. günlerde, K2 ve K3 grubunda ise 5. ve 9. günlerde tbars değerlerinde anlamlı bir artış saptanmıştır ($P < ,05$). Tbars değeri KO grubunda 5. günde anlamlı bir artış gösterirken K1 grubunda ise bu artışın 7. günde olduğu bulunmuştur. Ayrıca KO grubunun 1. ve 3. günlerde tbars değerlerinin diğer gruplara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P < ,05$). Diğer günlerde de ortalama TBARS değerleri KO grubunda daha fazladır.

Tablo 1. Köfte numunelerinin depolama süresince (4°C) bazı mikrobiyal değerlerindeki değişimler (log kob) ($\bar{x} \pm S.S$)

Mikrobiyolojik Analizler	Gruplar	Depolama Süresi (4°C)				
		1.Gün	3.Gün	5.Gün	7.Gün	9.Gün
TMAB	K0	5,14 ± 0,20b	5,91 ± 0,58ab	6,12 ± 0,64ab	6,74 ± 0,37a	6,64 ± 0,77a
	K1	5,28 ± 0,65b	5,45 ± 0,60b	6,08 ± 0,74ab	6,78 ± 0,12a	6,61 ± 0,73a
	K2	5,35 ± 0,59b	5,66 ± 0,12b	6,16 ± 0,89ab	6,93 ± 0,6a	6,60 ± 0,95ab
	K3	5,14 ± 0,49b	5,62 ± 0,11ab	6,04 ± 0,77ab	6,78 ± 0,10a	6,24 ± 1,05ab
TPAB	K0	6,52 ± 0,16c	6,84 ± 0,14bc	7,49 ± 0,32a	7,31 ± 0,48ab	7,81 ± 0,11a
	K1	6,59 ± 0,06c	6,80 ± 0,26bc	7,47 ± 0,35a	7,27 ± 0,58ab	7,77 ± 0,09a
	K2	6,26 ± 0,64c	6,82 ± 0,27bc	7,50 ± 0,31ab	7,25 ± 0,71ab	7,75 ± 0,09a
	K3	6,56 ± 0,05c	6,87 ± 0,24bc	7,41 ± 0,42ab	7,22 ± 0,79abc	7,73 ± 0,08a
<i>Lactobacillus</i> spp.	K0	5,00 ± 0,33b	5,93 ± 1,29ab	6,38 ± 0,57ab	6,20 ± 0,65ab	6,69 ± 0,29a
	K1	5,06 ± 0,43b	5,57 ± 1,08ab	6,37 ± 0,35a	6,42 ± 0,59a	6,58 ± 0,65a
	K2	5,13 ± 0,72b	5,56 ± 1,07ab	6,44 ± 0,45ab	6,59 ± 0,42a	6,59 ± 0,57a
	K3	4,78 ± 0,80	5,63 ± 0,99	6,00 ± 0,63	6,32 ± 0,33	6,37 ± 1,09
<i>Pseudomonas</i> spp.	K0	4,38 ± 1,20	4,88 ± 0,66	4,97 ± 0,76	4,95 ± 0,46	5,65 ± 0,85
	K1	4,26 ± 0,86	4,74 ± 0,61	4,85 ± 0,68	4,98 ± 0,55	5,55 ± 0,72
	K2	4,31 ± 0,85	4,62 ± 0,62	4,83 ± 0,73	5,02 ± 0,53	5,26 ± 0,30
	K3	4,42 ± 0,79	4,77 ± 0,56	4,79 ± 0,61	4,95 ± 0,56	5,40 ± 0,47
<i>Enterobacteriaceae</i>	K0	3,93 ± 0,49	3,28 ± 1,13	3,85 ± 0,47	3,79 ± 0,57	3,39 ± 0,15
	K1	3,77 ± 0,47	3,46 ± 0,96	3,65 ± 0,39	3,68 ± 0,53	3,42 ± 0,07
	K2	3,86 ± 0,65	3,37 ± 0,91	3,63 ± 0,37	3,51 ± 0,77	3,48 ± 0,16
	K3	3,85 ± 0,74	3,03 ± 0,28	3,54 ± 0,42	3,46 ± 0,68	3,27 ± 0,09
Maya/Küf	K0	5,06 ± 0,62	5,16 ± 0,33	5,51 ± 0,54	5,29 ± 0,52	5,47 ± 0,30
	K1	4,99 ± 0,71	5,19 ± 0,21	5,54 ± 0,61	5,52 ± 0,75	5,77 ± 0,62
	K2	4,98 ± 0,73	5,28 ± 0,26	5,69 ± 0,79	5,64 ± 0,59	5,93 ± 0,02
	K3	4,99 ± 0,75	5,19 ± 0,34	5,44 ± 0,63	5,48 ± 0,72	5,53 ± 0,16

K0=Kaplama suz

K1=Bamya Müsilajı+%1 Gliserol

K2=Bamya Müsilajı+%1 Gliserol+%1 Nar Çekirdeği Yağı

K3=Bamya Müsilajı+%1 Gliserol+%1 Kekik Yağı

Her satırda a,b,c (-) ve her sütünde A,B (I) aynı olmayan günler ve gruplar arasında p<0,05 düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.

Log kob=logatırmik koloni oluşturan birim

$\bar{x} \pm S.S$ =ortalama değer ± standart sapma

Tablo 2. Köfte numunelerinin depolama süresince (4°C) tbars, pH, a_w ve renk değerlerinde meydana gelen değişimler (x̄ ± S.S)

Bazı kimyasal değerler	Gruplar	Depolama Süresi (4°C)				
		1.Gün	3.Gün	5.Gün	7.Gün	9.Gün
TBARS	K0	12,25 ± 1,20Ac	11,75 ± 0,97Ac	17,48 ± 7,18Ab	20,92 ± 6,54Ab	28,52 ± 3,62Ba
	K1	11,19 ± 1,36ABcd	10,03 ± 0,70Bd	14,68 ± 7,72Ac	19,82 ± 6,68Ab	26,50 ± 4,86Ba
	K2	10,29 ± 1,84Bc	10,79 ± 1,77ABc	17,20 ± 7,66Ab	20,70 ± 6,92Ab	28,07 ± 2,06Ba
	K3	10,49 ± 1,15Bc	10,34 ± 1,28Bc	13,28 ± 1,37Ab	14,18 ± 1,95Bab	15,57 ± 2,15Aa
pH	K0	6,27 ± 0,10a	5,92 ± 0,27ab	5,45 ± 0,24bc	5,52 ± 0,60bc	5,22 ± 0,51c
	K1	6,40 ± 0,03a	5,96 ± 0,24b	5,58 ± 0,26c	5,38 ± 0,44c	5,32 ± 0,38c
	K2	6,20 ± 0,27a	5,80 ± 0,39ab	5,52 ± 0,25bc	5,37 ± 0,46bc	5,26 ± 0,40c
	K3	6,31 ± 0,10a	5,77 ± 0,40b	5,55 ± 0,29bc	5,34 ± 0,50bc	5,24 ± 0,38c
a _w	K0	0,9801 ± 0,002A	0,9768 ± 0,003A	0,9772 ± 0,005	0,9753 ± 0,006	0,9765 ± 0,002A
	K1	0,9834 ± 0,003BA	0,9809 ± 0,002BA	0,9814 ± 0,003	0,9801 ± 0,002	0,9842 ± 0,002B
	K2	0,9861 ± 0,003B	0,9852 ± 0,002B	0,9812 ± 0,004	0,9789 ± 0,003	0,9820 ± 0,001B
	K3	0,9831 ± 0,001BA	0,9811 ± 0,001BA	0,9787 ± 0,005	0,9801 ± 0,004	0,9826 ± 0,001B
Renk (L *)	K0	53,10 ± 3,09B	55,12 ± 1,76AB	52,08 ± 3,96	52,24 ± 4,13	52,21 ± 5,59
	K1	56,34 ± 1,76A	55,93 ± 1,64A	54,48 ± 2,92	53,56 ± 3,08	56,52 ± 6,69
	K2	56,86 ± 1,83A	54,32 ± 1,72AB	54,43 ± 2,12	54,00 ± 4,82	56,08 ± 5,94
	K3	57,32 ± 3,05Aa	53,13 ± 2,04Bb	52,81 ± 1,28b	54,52 ± 4,31ab	55,94 ± 2,10ab
Renk (a *)	K0	11,93 ± 1,99	8,20 ± 1,70	7,26 ± 3,17	7,21 ± 5,95	7,07 ± 6,78
	K1	11,40 ± 0,55	9,43 ± 0,87	7,85 ± 4,00	6,89 ± 5,25	6,69 ± 5,85
	K2	11,64 ± 1,12	7,48 ± 2,28	7,26 ± 4,02	6,99 ± 6,14	6,63 ± 6,08
	K3	11,27 ± 1,25a	7,99 ± 1,89ab	7,09 ± 3,15ab	6,82 ± 5,20ab	6,21 ± 4,76b
Renk (b *)	K0	20,33 ± 1,19a	20,07 ± 1,28ab	18,59 ± 1,77b	16,98 ± 1,32c	16,18 ± 0,80c
	K1	20,70 ± 2,28a	20,78 ± 1,73a	18,88 ± 2,30ab	17,75 ± 1,19b	16,74 ± 0,83b
	K2	20,94 ± 1,65a	19,37 ± 1,42ab	18,10 ± 1,33bc	17,08 ± 1,96c	17,01 ± 0,99c
	K3	20,60 ± 1,47a	18,86 ± 1,48b	18,60 ± 1,68bc	17,56 ± 1,23bc	17,03 ± 0,88c

K0=Kaplama

K1=Bamya Müsiliği + % 1 Gliserol

K2=Bamya Müsiliği + % 1 Gliserol + % 1 Nar Çekirdeği Yağı

K3=Bamya Müsiliği + % 1 Gliserol + % 1 Kekik Yağı

Her satırda a,b,c (→) ve her sütünde A,B (↓) aynı olmayan günler ve gruplar arasında p<0,05 düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.

x̄ ± S.S=ortalama değer ± standart sapma

Depolamanın ilk gününde tüm gruplarda pH değerleri birbirine yakın olup 6,27-6,40 arasındadır. Bu durum mikrobiyal üreme için uygun bir değer aralığıdır. Bamya müsiliğinin pH değeri 4,2 ± 0,12 olmasına karşın, kaplamalı gruplar ile kontrol grubu arasında pH değerinin; depolama süresince gruplar arasında anlamlı bir fark oluşturmadığı saptanmıştır ($P > ,05$). Depolamanın 5. gününde pH değeri tüm gruplarda anlamlı bir şekilde azalmıştır ($P < ,05$).

Depolamanın 1. ve 3. günlerinde K2 grubunun K0 grubuna göre a_w değerinin anlamlı olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P < ,05$). Depolamanın 9. gününde K0 grubunun a_w değerinin anlamlı olarak diğer gruplara nazaran daha düşük olduğu saptanmıştır ($P < ,05$).

Depolamanın 1. gününde L* (parlaklık) değerinin kaplamalı gruplarda kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P < ,05$).

Duyusal Analizler

Farklı kombinasyonlarda hazırlanmış kaplama malzemelerinin uygulandığı köfte numunelerinin depolama (4°C) süresince gerçekleştirilen duyusal analiz değerleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

Depolama süresi boyunca gruplar arasındaki; lezzet, koku, aroma, tekstür, görünüş ve genel kabul edilebilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > ,05$). Tüm gruplarda depolamanın 7. ve 9. gününde tüm duyusal değerlerin anlamlı bir şekilde azaldığı saptanmıştır ($P < ,05$).

TARTIŞMA

Et ve ürünleri içerdiği besin öğeleri, su aktivitesi ve pH değerleri bakımından mikrobiyal bozulmaya çok duyarlıdır. Soğukta

muhafaza süresince oksijen, sıcaklık, ışık ve metal iyonları protein ve lipidlerin oksidasyonuna neden olarak oksidatif katalistlerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum besin bileşimi, lezzet, tekstür ve renk gibi bazı kalite kriterlerini etkilemektedir.^{19,20} Bunun için araştırmalarda soğukta muhafaza boyunca bakteriyel faaliyeti kontrol altında tutmak ve oksidasyonu geciktirmek ana hedef olmalıdır. Çünkü et ve ürünlerinde oksidasyon, mikrobiyal yük ve duysal özellikler önemli kalite kriterleridir. Yenilebilir kaplamalar; et ve ürünlerinde meydana gelen oksidasyonu, mikrobiyal gelişmeyi, istenmeyen renk ve duysal özellikleri engellemek ve geciktirmek amacı ile kullanılabilir.^{21,22} Bu çalışmada kaplama malzemeleri köftelere uygulanarak soğuk depolama (4°C) boyunca numunelerde; mikrobiyal yük ve oksidasyon kontrol edilmeye çalışılmıştır.

TMAB sayısı gıdaların kalitesindeki bozulmayı gösteren önemli bir parametredir.²³ Bu çalışmada, depolama süresince TMAB sayısı gruplar arasında anlamlı bir farklılığa neden olmamıştır ($P > ,05$). K0, K1, K2 ve K3 grubunda 7. günde TMAB sayısı anlamlı bir şekilde artış göstermiştir ($P < ,05$). Tüm gruplarda ortalama TMAB sayısı 9. günde azalmıştır ($P > ,05$). Bu durum farklı mikroorganizmaların ortamda daha baskın hale gelmesi ile açıklanabilir. Gıdaların mikrobiyal florası oldukça dinamikdir. TPAB sayısında da gruplar arasında depolama süresince anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > ,05$). Tüm gruplarda TPAB sayısı depolamanın 5. gününde anlamlı bir şekilde artış göstermiştir ($P < ,05$).

Laktik asit bakterileri et ve ürünlerinin mikroflorasında doğal olarak bulunabilmektedir.²⁴ Depolama süresince *Lactobacillus* spp. sayısındaki değişim, gruplar arasında anlamlı bir farklılığa neden olmamıştır ($P > ,05$). Bu durum Emiroğlu ve ark⁷'nin yaptıkları

Tablo 3. Kofte numunelerinin depolama süresince (4°C) duyuşal değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)

Duyusal Analizler	Gruplar	Depolama Süresi (4°C)				
		1.Gün	3.Gün	5.Gün	7.Gün	9.Gün
Lezzet	K0	4,87 ± 0,33a	4,91 ± 0,28a	4,83 ± 0,38a	3,66 ± 0,48b	2,83 ± 0,38c
	K1	4,87 ± 0,33a	4,87 ± 0,33a	4,87 ± 0,33a	3,69 ± 0,47b	2,87 ± 0,33c
	K2	4,91 ± 0,28a	4,91 ± 0,28a	4,79 ± 0,41a	3,62 ± 0,49b	2,83 ± 0,38c
	K3	4,91 ± 0,28a	4,87 ± 0,33a	4,75 ± 0,44a	3,54 ± 0,50b	2,75 ± 0,44c
Koku	K0	4,91 ± 0,28a	4,91 ± 0,28a	4,79 ± 0,50a	3,66 ± 0,48b	2,79 ± 0,41c
	K1	4,87 ± 0,33a	4,87 ± 0,33a	4,87 ± 0,33a	3,73 ± 0,44b	2,87 ± 0,33c
	K2	4,83 ± 0,38a	4,91 ± 0,28a	4,83 ± 0,38a	3,66 ± 0,56b	2,75 ± 0,44c
	K3	4,87 ± 0,33a	4,87 ± 0,33a	4,79 ± 0,41a	3,50 ± 0,58b	2,75 ± 0,44c
Aroma	K0	4,87 ± 0,33a	4,91 ± 0,28a	4,87 ± 0,33a	3,66 ± 0,48b	2,83 ± 0,48c
	K1	4,87 ± 0,33a	4,91 ± 0,28a	4,87 ± 0,33a	3,78 ± 0,42b	3,00 ± 0,51c
	K2	4,87 ± 0,33a	4,91 ± 0,28a	4,83 ± 0,38a	3,75 ± 0,44b	2,87 ± 0,44c
	K3	4,87 ± 0,33a	4,87 ± 0,33a	4,79 ± 0,41a	3,62 ± 0,64b	2,79 ± 0,41c
Tekstür	K0	4,83 ± 0,38a	4,95 ± 0,20a	4,95 ± 0,20a	4,25 ± 0,60b	3,20 ± 0,41c
	K1	4,87 ± 0,33a	4,95 ± 0,20a	4,87 ± 0,33a	4,30 ± 0,55b	3,33 ± 0,48c
	K2	4,87 ± 0,33a	4,91 ± 0,28a	4,83 ± 0,38a	4,41 ± 0,50b	3,37 ± 0,49c
	K3	4,83 ± 0,38a	4,91 ± 0,28a	4,83 ± 0,38a	4,29 ± 0,62b	3,20 ± 0,50c
Görünüş	K0	4,95 ± 0,20a	4,91 ± 0,28a	5,00 ± 0,00a	4,33 ± 0,56b	3,25 ± 0,44c
	K1	4,87 ± 0,33a	4,87 ± 0,33a	4,83 ± 0,38a	4,43 ± 0,58b	3,25 ± 0,53c
	K2	4,87 ± 0,33a	4,91 ± 0,28a	4,83 ± 0,38a	4,50 ± 0,51b	3,16 ± 0,48c
	K3	4,91 ± 0,28a	4,91 ± 0,28a	4,83 ± 0,38a	4,25 ± 0,60b	3,04 ± 0,46c
Genel kabul edilebilirlik	K0	5,00 ± 0,00a	5,00 ± 0,00a	4,87 ± 0,33a	3,66 ± 0,48b	2,91 ± 0,50c
	K1	5,00 ± 0,00a	5,00 ± 0,00a	4,91 ± 0,28a	3,78 ± 0,51b	3,04 ± 0,55c
	K2	5,00 ± 0,00a	5,00 ± 0,00a	4,87 ± 0,33a	3,75 ± 0,44b	2,87 ± 0,44c
	K3	4,95 ± 0,20a	4,95 ± 0,20a	4,83 ± 0,38a	3,58 ± 0,50b	2,75 ± 0,49c

Duyusal analiz testi 5 (çok iyi), 4 (iyi), 3 (ne iyi ne kötü), 2 (kötü) ve 1 (çok kötü) olarak puanlandırılmıştır.

K0 = Kaplamasız

K1 = Bamya Müsilajı + % 1 Gliserol

K2 = Bamya Müsilajı + % 1 Gliserol + % 1 Nar Çekirdeği Yağı

K3 = Bamya Müsilajı + % 1 Gliserol + % 1 Kekik Yağı

Her satırda a,b,c (→) ve her sütünde A,B (↓) aynı olmayan günler ve gruplar arasında $P < ,05$ düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.

$\bar{x} \pm S.S$ = ortalama değer ± standart sapma

çalışma ile benzerlik göstermektedir. *Lactobacillus* spp. sayısı KO grubunda 9. günde; K1 ve K2 grubunda ise 7. günde anlamlı bir şekilde artış göstermiştir ($P < ,05$). K3 grubunda ise *Lactobacillus* spp. sayısındaki değişim günler arasında anlamlı bir farklılığa neden olmamıştır ($P > ,05$). Bu durum kekik yağı katkılı kaplama malzemesinin, laktik asit bakterilerinin gelişimi üzerine baskılayıcı bir etkiye neden olması ile açıklanabilir. Bir çalışmada²⁴ farklı bitkisel yağ katkılı kaplama malzemelerinin laktik asit bakterilerinin üreme hızını azalttığı bildirilmiştir ($P < ,05$). Sonuçlarda meydana gelen bu farklılık; kullanılan esansiyel yağın konsantrasyonu, türü ve kaplama malzemesinin antimikrobiyal ajanları taşıma kapasitesi ile ilgili olabilir.

Pseudomonas spp. suşları, etin düşük sıcaklıklarda depolanma esnasında bozulmasına sebep olan mikroorganizmalar arasında gösterilmektedir.²⁵ Bu çalışmada, *Pseudomonas* spp. sayısında depolama süresince gruplar ve günler arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($P > ,05$) Emiroğlu ve ark⁷ 'ı %5 oranında kekik yağı eklenen soya protein kaplama malzemelerinin; depolama süresi boyunca *Pseudomonas* spp. sayısını azalttığını bildirmiştir ($P < ,05$). Bu farklılık kaplama malzemesine eklenen kekik yağının oranı ile ilgili olabilir.

Enterobacteriaceae familyası gıdalarda hijyen göstergesi olarak kabul edilmektedir.²⁶ *Enterobacteriaceae* familyasından özellikle soğuğa dayanıklı türlerin etlerde bozulmaya neden olduğu ifade edilmektedir.²⁷ Maya/küfler gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmalar arasında gösterilmektedir. Bu çalışmada, *Enterobacteriaceae* ve maya/küf sayısının depolama süresince gruplar ve günler arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılığa neden olmadığı saptanmıştır ($P > ,05$).

Et ve ürünlerinde lipit oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS analizi; etlerdeki malonaldehid miktarının belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Lipit oksidasyonunun nedeni etlerdeki çoklu doymamış yağ asidi içeriğinin yüksek olmasıdır.²⁸

KO grubunda 5. ve 9. günlerde, K1 grubunda 7. ve 9. günlerde, K2 ve K3 grubunda ise 5. ve 9. günlerde TBARS değerlerinde anlamlı bir artış saptanmıştır ($P < ,05$). TBARS değeri KO grubunda 5. günde anlamlı bir artış gösterirken K1 grubunda ise 7. günde anlamlı bir artış bulunmuştur ($P < ,05$). Kaplama malzemesinin oksijen ve nem bariyeri sağlayarak köftelerde oksidasyonu geciktirdiği düşünülmektedir.

K3 grubunun 7. ve 9. günlerde TBARS değerlerinin diğer gruplara göre daha düşük olduğu saptanmıştır ($P < ,05$). Bu çalışmada kekik yağı içeren gruplardaki TBARS değerleri, Granheimer²⁹ ve Vital ve ark³⁰ 'nın yaptıkları çalışma bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Kekik yağı eklenen grupta TBARS değerlerinin daha az olması, kekik esansiyel yağının antioksidan özelliğinden kaynaklanmaktadır.^{29,30}

Nar çekirdeği yağı eklenen K2 grubunda TBARS değerlerinin yüksek bulunması; nar çekirdeği yağının yağ asidi kompozisyonu ile alakalı olabilir. Çünkü nar çekirdeği yağı; oksidasyona duyarlı çoklu doymamış yağ asitleri (%69,42-91,96) bakımından zengindir.^{28,31}

pH et ve ürünleri için önemli bir kalite kriteridir. Taze etin pH değeri mikroorganizma gelişimi için uygundur.³² Depolamanın ilk gününde tüm gruplarda pH değeri birbirine yakın olup 6,27-6,40 arasındadır. Bu durum mikrobiyal üreme için uygun bir değer aralığıdır. Çalışmada elde edilen veriler neticesinde bamya müsilajının pH değeri $4,2 \pm 0,12$ olmasına karşın, kaplamalı gruplar

ile kontrol grubu arasında pH değerinin anlamlı bir fark oluşturmadığı saptanmıştır. Depolamanın 5. gününde pH değeri tüm gruplarda anlamlı bir şekilde azalmıştır ($P < ,05$). Bu durum Xiong ve ark³³'nin yaptıkları çalışma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Depolama süresi boyunca pH değerinin düşmesi, köftelerdeki laktik asit bakterilerinin mikrobiyal faaliyetlerine bağlanabilir.³⁴

Artan su aktivitesine bağlı olarak lipid oksidasyonu, enzimatik aktivite ve mikroorganizmaların gelişmesi de artmaktadır.³⁵ Depolamanın 1. ve 3. günlerinde K2 grubunun K0 grubuna göre a_w değerinin anlamlı olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P < ,05$). Depolamanın 9. gününde K0 grubunun a_w değerinin anlamlı olarak diğer gruplara göre daha düşük olduğu bulunmuştur ($P < ,05$). Bamya müsülajı ile kaplanan köftelerde artan su aktivitesinin; köftelerin depolama stabilitesine olumsuz etki yapabileceği düşünülse de, mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerde bu durumun olumsuz bir etkiye neden olmadığı düşünülmektedir. Ayrıca su aktivitelerindeki artış köftelerin sululuk düzeyini artırmaktadır. Et ve ürünlerindeki sululuk, duyuşal beğeni yönünden istenilen bir durumdur.

Tüketici tercihinde renk çok önemli bir yere sahiptir. Et ve ürünlerinin kendisine özgü rengi depolama süresince önem arz etmektedir. Çünkü etin rengini oluşturan myogloblin ve hemogloblin pigmentleri oksidasyona oldukça duyarlıdır. Lipid peroksidasyon ürünleri ve serbest radikaller, oksimiyogloblinin metmyoglobline dönüşmesine neden olmaktadır. Bu durum renk değişiminin ana nedenidir.^{36,37} Bu çalışmada, depolamanın 1. gününde L* (parlaklık) değerinin kaplamalı gruplarda kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P < ,05$). Kaplama malzemelerinin L* değeri için kısmi bir yararlılık sağladığı ifade edilebilir. Ayrıca et ve ürünlerinde rengin soluklaşma nedeni pigment-indirgeme sistemlerine hasar veren lipid oksidasyonu sonucu oluşan radikallerdir. Bu radikallerin okside pigment oranını artırdığı ifade edilmektedir.³⁸ Bu veri kontrol grubuna göre K1, K2 ve K3 gruplarında daha az serbest radikal oluştuğu fikri uyandırsa da, durumun tespitine yönelik biyokimyasal çalışmalara ihtiyaç vardır.

Lipid oksidasyonunun artması sonucu oluşan ürünler, miyogloblinin oksidasyonunu da artırmaktadır. Bu durum a^* (kırmızılık, relative redness) değerinin düşmesi ile sonuçlanmaktadır.^{36,39} Depolama süresi boyunca a^* değeri değişiminin, gruplar arasında anlamlı bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür ($P > ,05$). Artan depolama süresi boyunca tüm gruplarda a^* değerinin azaldığı görülmüştür ($P < ,05$).

Gıdalarda duyuşal özellikler tüketici tercihinde önem arz etmektedir. Bu çalışmada gruplar arasındaki lezzet, koku, aroma, tekstür, görünüş ve genel kabul edilebilirlik değerleri arasında depolama süresi boyunca istatistik olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > ,05$).

Depolama süresinin artışına bağlı olarak tüm grupların lezzet, koku, aroma, tekstür, görünüş ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde depolamanın 7. ve 9. günlerinde azalma olduğu saptanmıştır ($P < ,05$). Radha krishnan ve ark²⁴'nin farklı kaplama malzemeleri ile kapladıkları etlerin duyuşal analiz sonuçları bu çalışma ile benzerdir.

Panelistler depolamanın 7. ve 9. günlerinde K0, K1 ve K2 gruplarında oksidatif lezzet algıladıklarını ifade etmişlerdir. Oksidatif lezzet algısının depolamanın 7. ve 9. günlerinde olması; TBARS değerlerinin K0, K1 ve K2 gruplarında daha fazla olmasıyla

açıklanabilir. Çünkü lipid oksidasyonunda oluşan hidroperoksitler kokusuz olmalarına rağmen parçalandıkları zaman; furan, sübsütü, alkol ve hidrokarbon ikincil yapılarını oluştururlar. Bu yapılar etin lezzetinde kayıplara neden olmaktadır.^{38,39}

Ayrıca panelistler depolamanın 7. ve 9. günlerinde kekik kokusunun daha belirgin olduğunu ifade etmişlerdir. Depolama süresinin uzamasına bağlı olarak kekik yağının uçucu bileşenlerinin köfte içerisinde çözünmesi ve dağılması bu durum üzerinde etkili olabilir.

Sonuç olarak kaplama malzemeleri köftelerin raf ömrünü uzatmada çok etkili bulunmamıştır. Ancak kekik yağı katkılı kaplama malzemesinin oksidasyonu azalttığı saptanmıştır. K1 kaplama grubunun K0 kontrol grubuna göre TBARS değerlerinin ortalama olarak daha düşük olması; kaplama malzemesinin oksijen bariyeri sağlayabileceğini göstermektedir. Ayrıca kaplama malzemeleri duyuşal yönden olumsuz bir etkiye neden olmamıştır. Kaplama malzemeleri tüketici beğenisi için önemli olan parlaklık değerine kısmen olumlu bir katkı sağlamıştır. Bamya müsülajının yenilebilir film ve kaplama potansiyeli bulunmaktadır. Ayrıca kaplama malzemesinde kullanılan bamyanın besin değerinden fayda sağlanabileceği göz ardı edilmemelidir. Fakat farklı gıdalar üzerine etkisinin incelenmesine ihtiyaç vardır. Bamya müsülajı farklı hidrokolloid (örn., kitosan, soya protein) ve farklı antimikrobiyal, antioksidan özellik gösteren maddelerle kombine edilerek koruyucu özelliği geliştirilebilir.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Birim Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır. (Tarih: 27.11.2019, Karar No: 2019/17).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Konsept – E.T.; Tasarım – E.T.; Denetim – M.A.; Kaynaklar – E.T.; Malzemeler – E.T.; Veri Toplama ve/veya İşleme – E.T.; Analiz ve/veya Yorum – M.A.; Literatür Taraması – E.T.; Yazma – E.T.; Eleştirel İnceleme – M.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was received for this study from the ethics committee of Atatürk University Faculty of Veterinary. (Date: 27.11.2019, Decision No: 2019/17).

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – E.T.; Design – E.T.; Supervision – M.A.; esources – E.T.; Materials – E.T.; Data Collection and/or Processing – E.T.; Analysis and/or Interpretation – M.A.; Literature Search – E.T.; Writing Manuscript – E.T.; Critical Review – M.A.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no conflicts of interest.

Funding: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

1. Tercanlı E, Besin Alerjileri AM. Academic platform journal of halal life-style. 2021;3(1):31-53.
2. Bekhit AE-DA, Holman BWB, Giteru SG, Hopkins DL. Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: a review. *Trends Food Sci Technol.* 2021;109:280-302. [CrossRef]

3. Meng X, Wu D, Zhang Z, et al. An overview of factors affecting the quality of beef meatballs: processing and preservation. *Food Sci Nutr.* 2022;00:1-14.
4. Bhagath Y, Manjula K. Influence of composite edible coating systems on preservation of fresh meat cuts and products: a brief review on their trends and applications. *Int Food Res J.* 2019;26(2):377-392.
5. Echegaray N, Hassoun A, Jagtap S, et al. Meat 4.0: principles and applications of Industry 4.0 technologies in the meat industry. *Appl Sci.* 2022;12(14):6986. [\[CrossRef\]](#)
6. Sun X, Wang J, Dong M, Zhang H, Li L, Wang L. Food spoilage, bioactive food fresh-keeping films and functional edible coatings: research status, existing problems and development trend. *Trends Food Sci Technol.* 2022;119:122-132. [\[CrossRef\]](#)
7. Emiroğlu ZK, Yemiş GP, Coşkun BK, Candoğan K. Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat Sci.* 2010;86(2):283-288. [\[CrossRef\]](#)
8. Araújo A, Galvão A, Filho CS, et al. Okra mucilage and corn starch bio-based film to be applied in food. *Polym Test.* 2018;71:352-361. [\[CrossRef\]](#)
9. de Alvarenga Pinto Cotrim M, Mottin AC, Ayres E. Preparation and characterization of okra mucilage (*Abelmoschus esculentus*) edible films. *Macromol Symp.* 2016;367(1):90-100. [\[CrossRef\]](#)
10. Olawuyi IF, Lee WY. Structural characterization, functional properties and antioxidant activities of polysaccharide extract obtained from okra leaves (*Abelmoschus esculentus*). *Food Chem.* 2021;354:129437. [\[CrossRef\]](#)
11. Wulandari D, Yuliatmo R, Sugiyanto S. The effect of coating of edible film from bovine split hide gelatin on beef meatballs properties. *J Indones Trop Anim Agric.* 2018;43(2):177-183. [\[CrossRef\]](#)
12. Ghorri MU, Alba K, Smith AM, Conway BR, Kontogiorgos V. Okra extracts in pharmaceutical and food applications. *Food Hydrocoll.* 2014;42:342-347. [\[CrossRef\]](#)
13. Yemiş GP, Emiroğlu ZK, Mercanköşk CK. (*Oreganum heracleoticum* L.) ve Bahçe Kekliği (*Thymus vulgaris* L.) uçucu yağı içeren soya bazlı yenilebilir filmlerin patojen bakterilere karşı antimikrobiyel etkileri. *Gıda.* 2017;42(3):268-276.
14. Afshar Mehrabi F, Sharifi A, Ahvazi M. Effect of chitosan coating containing *Nepeta pogonosperma* extract on shelf life of chicken fillets during chilled storage. *Food Sci Nutr.* 2021;9(8):4517-4528. [\[CrossRef\]](#)
15. Lemon D. *An improved TBA test for rancidity new series circular.* Halifax, NS, Canada: Halifax-Laboratory. 1975;51.
16. İmİK H, Gümüş R, Özlü H, Gelen SU, Atasever MA. The effect of the supplementation of lamb feed with *Yucca schidigera* on the lipid oxidation, color, physico-chemical and microbiological properties in meat. *Asian J Med Biol Res.* 2018;4(1):86-94. [\[CrossRef\]](#)
17. Milli TC. Eğitim bakanlığı, duyu analizi test teknikleri. Available at: http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Duyusal%20Test%20Teknikleri.pdf. Accessed May 2, 2022.
18. Arbuckle JL. *IBM SPSS Amos 20 User's Guide.* Chicago: Amos Development Corporation, SPSS Inc.; 2011.
19. Zhang Y, Holman BWB, Ponnampalam EN, et al. Understanding beef flavour and overall liking traits using two different methods for determination of thiobarbituric acid reactive substance (TBARS). *Meat Sci.* 2019;149:114-119. [\[CrossRef\]](#)
20. Al-Dalali S, Li C, Xu B. Effect of frozen storage on the lipid oxidation, protein oxidation, and flavor profile of marinated raw beef meat. *Food Chem.* 2021;376:131881. [\[CrossRef\]](#)
21. Noshad M, Alizadeh Behbahani B, Jooyandeh H, Rahmati-Joneidabad M, Hemmati Kaykha ME, Ghodsi Sheikhjan M. Utilization of Plantago major seed mucilage containing Citrus limon essential oil as an edible coating to improve shelf-life of buffalo meat under refrigeration conditions. *Food Sci Nutr.* 2021;9(3):1625-1639. [\[CrossRef\]](#)
22. Alves Mauricio R, Alvares Duarte Bonini Campos J, Tiekko Nassu R. Meat with edible coating: acceptance, purchase intention and neophobia. *Food Res Int.* 2022;154:111002. [\[CrossRef\]](#)
23. Desvita H, Faisal M, Mahidin, Suhendrayatna. Preservation of meatballs with edible coating of chitosan dissolved in rice hull-based liquid smoke. *Heliyon.* 2020;6(10):e05228. [\[CrossRef\]](#)
24. Radha Krishnan K, Babuskin S, Rakhavan KR, et al. Potential application of corn starch edible films with spice essential oils for the shelf life extension of red meat. *J Appl Microbiol.* 2015;119(6):1613-1623. [\[CrossRef\]](#)
25. Wickramasinghe NN, Ravensdale J, Coorey R, Chandry SP, Dykes GA. The predominance of psychrotrophic pseudomonads on aerobically stored chilled red meat. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2019;18(5):1622-1635. [\[CrossRef\]](#)
26. Cegar S, Kuruca L, Vidovic B, et al. Risk categorisation of poultry abattoirs on the basis of the current process hygiene criteria and indicator microorganisms. *Food Control.* 2022;132:108530. [\[CrossRef\]](#)
27. Odeyemi OA, Alegbeleye OO, Strateva M, Stratev D. Understanding spoilage microbial community and spoilage mechanisms in foods of animal origin. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2020;19(2):311-331. [\[CrossRef\]](#)
28. Mun HS, Rathnayake D, Dilawar MA, Jeong M, Yang CJ. Effect of ambient temperature on growth performances, carcass traits and meat quality of pigs. *J Appl Anim Res.* 2022;50(1):103-108. [\[CrossRef\]](#)
29. Granheimer K. *Different Parameters Affecting Lipid Oxidation in Meatballs* [Dissertation]. Lund University; 2017. https://scholar.google.com/content/scholar?q=cache:FiyGoWPYsFOJ:scholar.google.com/+Granheimer+K.+Different+Parameters+Affecting+Lipid+Oxidation+in+Meatballs+%5BDissertation%5D.+Lund+University%3B+2017&hl=tr&as_sdt=0,5 and <https://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8912102/file/8913213.pdf>
30. Vital ACP, Guerrero A, Monteschio Jde O, et al. Effect of edible and active coating (with rosemary and oregano essential oils) on beef characteristics and consumer acceptability. *PLoS One.* 2016;11(8):e0160535. [\[CrossRef\]](#)
31. Paul A, Radhakrishnan M. Pomegranate seed oil in food industry: extraction, characterization, and applications. *Trends Food Sci Technol.* 2020;105:273-283. [\[CrossRef\]](#)
32. Luong NM, Coroller L, Zagorec M, et al. A bayesian approach to describe and simulate the pH evolution of fresh meat products depending on the preservation conditions. *Foods.* 2022;11(8):1114. [\[CrossRef\]](#)
33. Xiong Y, Li S, Warner RD, Fang Z. Effect of oregano essential oil and resveratrol nanoemulsion loaded pectin edible coating on the preservation of pork loin in modified atmosphere packaging. *Food Control.* 2020;114:107226. [\[CrossRef\]](#)
34. Barcenilla C, Ducic M, López M, Prieto M, Álvarez-Ordóñez A. Application of lactic acid bacteria for the biopreservation of meat products: a systematic review. *Meat Sci.* 2022;183:108661. [\[CrossRef\]](#)
35. Yu HH, Chin Y-W, Paik H-D. Application of natural preservatives for meat and meat products against food-borne pathogens and spoilage bacteria: a review. *Foods.* 2021;10(10):2418. [\[CrossRef\]](#)
36. Wang X, Wang Z, Zhuang H, et al. Changes in color, myoglobin, and lipid oxidation in beef patties treated by dielectric barrier discharge cold plasma during storage. *Meat Sci.* 2021;176:108456. [\[CrossRef\]](#)
37. Kondjoyan A, Sicard J, Badaroux M, Gatellier P. Kinetics analysis of the reactions responsible for myoglobin chemical state in meat using an advanced reaction-diffusion model. *Meat Sci.* 2022;191:108866. [\[CrossRef\]](#)
38. Mohan A, Roy A, Duggirala K, Klein L. Oxidative reactions of 4-oxo-2-Nonenal in meat and meat products. *LWT.* 2022;165:113747. [\[CrossRef\]](#)
39. Chan WKM, Faustman C, Decker EA. Oxymyoglobin oxidation as affected by oxidation products of phosphatidylcholine liposomes. *J Food Sci.* 1997;62(4):709-712. [\[CrossRef\]](#)