6. ULUSLARARASI

TRAKYA

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

05-06 NİSAN 2025

EDİRNE



EDİTÖRLER:

Prof. Dr. Muhammad TAYYAB

Doç. Dr. Nisa GÖKDEN KAYA

Dr. Iram LIAGAT

www.isarconference.org

İKSAD Publishing House

KONGRE KİTABI

TAVUK NUGGET ÜRETİMİNDE ENKAPSÜLE AHUDUDU (*Rubus idaeus* L.) TOZU KULLANIMININ MAP KOMPOZİSYONU (CO_2, O_2, ve N_2) ÜZERİNE ETKİSİ*

Hicran ARSLAN
2A Tüketim Ürünleri ve Gıda San. Tic. Ltd. Sti. Poyra O.S.B. Bozüyük
ORCID: 0000-0002-3420-3143

Muhammet İrfan AKSU
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
ORCID: 0000-0001-9391-6955

ÖZET

Tavuk nugget hızlı bozulan et ürünleri arasında olup raf ömürleri kısadır. Bu tip ürünler modifiye atmosferde ambalajlanarak (MAP) piyasaya sunulmakta ve bu sayede raf ömrü uzatılabilmektedir. MAP'ın etkisi ise içerdiği gaz bileşimine ve depolama süresince gazların oranındaki değişime bağlıdır. Bu araştırmada tavuk nugget üretiminde enkapsüle ahududu tozu kullanımının uzun depolama süresince MAP bileşimindeki (CO_2, O_2 ve N_2) değişim üzerine etkisi tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında taze kırmızı ahududu (*Rubus idaeus* L.) kullanılarak enkapsüle ahududu tozu (EAT) üretilmiş, üretilen EAT'lar fosfatsız (%0,0) ve fosfatlı (%0,3) nugget hamurlarına %0,0, %0,5, %1,0 oranlarında ilave edilerek nugget üretilmiştir. %40 CO_2 + %60 N_2 gaz bileşimi ile MAP'lanan nuggetlar 2,0±0,5 °C'de 120 gün depolanmıştır. MAP gaz kompozisyonundaki değişimler depolamanın 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 ve 120. günlerinde yapılan CO_2, O_2 ve N_2 oranı analizleri ile tespit edilmiştir. Fosfat seviyesi ve depolama süresinin MAP gaz kompozisyonu üzerine çok önemli ($P<0.01$), ahududu seviyesinin O_2 üzerine önemli ($P<0.05$), CO_2 ve N_2 oranları üzerine ise çok önemli ($P<0.01$) etkisi olmuştur. Fosfatlı nuggetların MAP'larındaki CO_2 oranı fosfatsız gruplardan daha yüksektir ($P<0.05$). EAT'lı örneklerin CO_2 oranındaki azalma kontrole göre daha düşüktür ($P<0.05$). Depolama süresince ise MAP'taki O_2 ve N_2 oranları artmış ($P<0.05$), CO_2 oranı ise azalmıştır ($P<0.05$). Sonuç olarak, EAT'nin nuggetlar üzerindeki koruyucu özelliği MAP kompozisyonundaki değişimi azaltmış, depolama süresince CO_2 oranında azalma ve O_2 oranında artış kontrol örneklere göre daha az olmuştur.

Anahtar kelimeler: Tavuk nugget, Enkapsüle ahududu tozu, MAP, O_2, CO_2, N_2, Fosfat, Depolama

*Bu araştırma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (ESOGÜ) Araştırma Merkezi tarafından desteklenen BAP FYL-2023-2676 numaralı proje kapsamında ve C.P. Standart Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Bilecik/TÜRKİYE)'nin destekleriyle hazırlanan Hicran ARSLAN'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

EFFECT OF USE OF ENCAPSULATED RASPBERRY (*Rubus idaeus* L.) POWDER ON MAP COMPOSITION (CO_2, O_2, and N_2) IN CHICKEN NUGGET PRODUCTION*

ABSTRACT

Chicken nuggets are among the rapidly spoiling meat products and have a short shelf life. These types of products are offered for consumption by being packaged in modified atmosphere (MAP), and thus the shelf life can be extended. The effect of MAP depends on the gas composition it contains and the change in the ratio of gases during storage. In the current study, the effect of using encapsulated raspberry powder (ERP) in chicken nugget production on the change in MAP composition (CO_2, O_2, and N_2) during long-term storage was determined. Within the scope of the research, ERP was produced using fresh red raspberries (*Rubus idaeus* L.) and nuggets were produced by adding the produced ERPs to phosphate-free (0.0%) and phosphate-containing (0.3%) nugget dough at rates of 0.0%, 0.5% and 1.0%. The produced nuggets were packaged in a modified atmosphere with 40% CO_2 + 60% N_2 gas composition and stored at 2.0±0.5 °C for 120 days. Changes in MAP gas composition were determined by CO_2, O_2 and N_2 ratio analyses performed on the 0^{th}, 15^{th}, 30^{th}, 45^{th}, 60^{th}, 75^{th}, 90^{th}, 105^{th}, and 120^{th} days of storage. Phosphate level and storage period had significant effects on MAP gas composition ($P<0.01$), ERP level had significant effects on O_2 ($P<0.05$), and CO_2 and N_2 ratios ($P<0.01$). The CO_2 ratio in MAP of phosphate nuggets was higher than the non-phosphate groups ($P<0.05$). The decrease in CO_2 ratio of ERP samples was lower than the control ($P<0.05$). During storage, O_2 and N_2 ratios in MAP increased ($P<0.05$), and CO_2 ratio decreased ($P<0.05$). As a result, the protective properties of ERP on nuggets reduced the change in MAP composition, and the decrease in CO_2 ratio and increase in O_2 ratio were less than the control samples during storage.

Keywords: Chicken nuggets, Encapsulated raspberry powder, MAP, O_2, CO_2, N_2, Phosphate, Storage

*This research was summarized from the Master's thesis of Hicran ARSLAN, which was prepared within the scope of the project number BAP FYL-2023-2676 supported by Eskişehir Osmangazi University (ESOGÜ) Research Center and with the support of C.P. Standard Food Industry and Trade Inc. (Bilecik/Türkiye).

GİRİŞ

Kanatlı etinin hammadde olarak kullanılarak üretildiği birçok ürün mevcuttur. Bu ürünler arasında en yaygın olarak üretilenler yeniden yapılandırılmış ve kaplanmış şnitzel ve nugget gibi ürünlerdir. Fast food ürün grubu içerisinde yer alan nugget; "tavuk etinin veya tüketilebilir bazı karkas bileşenlerinin kıyma makinesinden geçirilerek formülasyona uygun olarak su, tuz,

çeşitli katkı ve baharatlar eklenmesi ile hazırlanan emülsiyonların şekillendirilmesi ve kaplama materyali ile kaplanması sonrasında derin yağda kızartılması sonucu üretilen bir ürün" (TGK, 2019) veya "hazırlanan et hamuruna şekil verildikten sonra ilk aşamada sıvı sos ve ardından kuru sos ile kaplanan, kısa süreli kızartma sonrası buharlı fırında pişirilerek tüketime hazır hâle getirilen bir ürün" (Şahin, 2019) olarak tanımlanabilir. Nuggetin iç kısmında emülsiye bileşim, dış kısmında ise kuru, gevrek ve sıkı bir kaplama tabakası mevcuttur. Bu nedenle yapı olarak içi yumuşak ve sulu, dışı ise gevrektir. Nugget; kısa sürede hazırlanabilmesi, lezzeti ve gevrekliği gibi nedenlerle tüketiciler tarafından en fazla tercih edilen kaplanmış bir kanatlı ileri işlenmiş ürünüdür (Aktepe, 2019; Alp vd., 2022; Öztürk-Kerimoğlu ve Serdaroğlu, 2020; Youn-Kim vd., 2015; Arslan, 2024).

Nuggetların raf ömrünü artırmak, mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel bozulmaları önlemek için üretim sırasında endüstride sentetik antioksidan ve antimikrobiyal maddeler kullanılmakta ve modifiye atmosferde ambalajlanarak (MAP) tüketime sunulmaktadır. Son yıllarda et endüstrisinde sentetik antioksidan kullanımı yerine doğal antioksidan kullanımı ile ilgili yapılan araştırma sayısı artmış, yapılan araştırmalar çeşitli et ve et ürünlerinde bitkisel kaynaklı ekstrakt ve enkapsüle formdaki doğal bileşenlerin yüksek miktarda biyoaktif bileşik içermelerinden dolayı antioksidan olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu bileşenlerin antioksidan özelliklerinin yanı sıra güçlü renklendirici ve antimikrobiyal özelliklerinin de olması et ürünlerinde kalitenin artırılması ve korunmasına yönelik birçok avantaj sağlamaktadır (Aksu ve Turan, 2021, 2022; Turan ve Şimşek, 2022; Aksu vd., 2015, 2021, 2022, 2023a, b; Aksu ve Derman, 2022; Madane vd., 2019; Rani vd., 2024; Skrovankova vd., 2015; Roopesh vd., 2012; Lee vd., 2005). Antioksidan, antimikrobiyal ve renklendirici özellikli doğal bileşenler çeşitli meyve, sebze ve alglerden üretilmektedir ve üretimde avantajları dikkate alınarak genellikle enkapsülasyon yöntemi kullanılmaktadır (Konar vd., 2022; Konar vd., 2023; Aksu vd., 2023). Bu kapsamda hammadde olarak kullanılan meyvelerden biri de ahudududur (Şahin, 2019; Munekata vd., 2020; Aksu vd., 2023). Ahududunun hem liyofilize (Aksu vd., 2021) hem de enkapsüle tozunun yüksek antioksidatif, antimikrobiyal ve doğal renklendirici özellikleri bakımından et ve et ürünlerinde ve pastırma çemeni üretiminde sentetik katkıların yerine kullanılabileceği belirtilmiştir (Aksu vd., 2023a, b; Aksu vd., 2024; Aksu ve Arslan, 2024).

Kanatlı etinden üretilen ürünler kanatlı etinin bileşimi gereği hızlı bozulma eğilimine sahiptir. Özellikle mikrobiyolojik bozulma ve yağ oksidasyonu en büyük bozulma problemleri

arasındadır (Chmiel vd., 2019; Shah vd., 2014; Yılmaz ve Yılmaz, 2018). Buna ek olarak üretilen ürünlerin depolanması sırasında ısı, sıcaklık, oksijen gibi çevresel faktörler de bozulma olayını hızlandırmaktadır (Chmiel vd., 2019; Sánchez-Escalante vd., 2001). Üretilen ürünlerin bozulmasını önlemek ve onları daha uzun süre muhafaza edebilmek için çeşitli paketleme yöntemleri üzerinde araştırmalar yapılmış, modifiye atmosferde paketleme yönteminin avantajlı bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Chmiel vd., 2019;). Kanatlı ürünlerinin MAP'lanmasında en çok kullanılan gazlar oksijen, karbondioksit ve azot gazları ile bu gazların farklı oranlarda karışımlarıdır. İleri işlenmiş ürünlerin ambalajlanmasında MAP içerisindeki O_2 miktarının %1'in altına düşürülmesi ile birlikte CO_2 oranının artırılması etkin bir koruma sağlamaktadır (Argyri vd., 2012; Sánchez-Escalante vd., 2001). Çünkü CO_2 seçici olmayan antimikrobiyal özelliğe sahiptir ve gıdaların bozulmasını engellemedeki rolü lag fazını uzatıp log fazının hızını azaltması olarak ortaya konulmuştur (Caleb vd., 2013; Karagöz ve Demirdöven, 2017). Ancak ürün özelliklerine, depolama şartlarına ve süresine, MAP içindeki ürün/gaz/CO_2 oranına bağlı olarak ürün bozulmaktadır. Bu bozulma sürecinde CO_2 oranı azalmakta, MAP içindeki gaz bileşimi değişmektedir. Buna bağlı olarak CO_2'nin etkisi de azalmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi MAP'ın raf ömrü üzerine etkisi içerdiği gaz bileşimine ve depolama süresince gazların oranındaki değişime bağlıdır. Bu kapsamda ürüne ilave edilen antioksidan ve antimikrobiyal gibi koruyucu maddelerin bozulmayı önlemesinden/ yavaşlatmasından dolayı MAP'daki gaz bileşimindeki değişimi de etkilemektedir. Bu araştırmada tavuk nugget üretiminde enkapsüle ahududu tozu kullanımının 2,0±0,5 °C'de 120 günlük depolama süresince MAP bileşimindeki gaz oranlarının (CO_2, O_2 ve N_2) değişimi üzerine etkisi tespit edilmiştir.

ARAŞTIRMA

Nugget üretimi C.P. Standart Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş., (Bilecik/TÜRKİYE) üretim tesisinde gerçekleştirilmiştir (CP, 2023). Üretimde ana hammadde olarak tavuk eti kullanılarak öncelikle fosfatsız ve %0,3 fosfatlı iki grup nugget emülsiyonu hazırlanmış, daha sonra bu emülsiyonların her biri 3'e bölünerek %0,0, %0,5 ve %1,0 oranlarında enkapsüle ahududu tozu (EAT) ilave edilmiştir. Üretim iki tekerrürlü olarak yapılmış ve toplam altı farklı grup nugget üretilmiştir (Tablo 1). Enkapsüle ahududu tozu (EAT) üretiminde taze ahududu (*Rubus idaeus* L.) meyveleri kullanılmış, meyvelerden üretilen meyve suları maltodekstrin ile karıştırılmış ve sprey kurutucuda (B-290, Buchi, İsviçre) toz haline (Şekil 1) getirilmiştir (Gagneten vd., 2019; Aksu vd., 2023a).

Tablo 1. Araştırma kapsamında üretilen nugget grupları

Nugget Grubu (Muamele)	Fosfat (%)	Enkapsüle Ahududu Tozu (%)
1 (Kontrol 1-Fosfatsız)	0	0
2	0	0,5
3	0	1,0
4 (Kontrol 2-Fosfatlı)	0,3	0
5	0,3	0,5
6	0,3	1,0



Şekil 1. Enkapsüle ahududu tozu

Nuggetlar %40 CO_2 + %60 N_2 gaz bileşimi ile modifiye atmosferde ambalajlama ünitesinde (GEA, Powerpack 420 with Labelling and X Y Traverse Unit (Flex, Rigid film and round cutting), 2009, 665/624, CFS Germany GmbH) ambalajlanmıştır (Şekil 2).Tüm nugget örnekleri için lamine PVC alt film ambalaj malzemesi [PVC+PE+EVOH+PEEL, kalınlık 500 µm + 50 µm EVOHPE; Oksijen İletim Oranı (OTR): 23 ºC' de, %90 RH'de ≤ maximum 1 ml/m^2/gün; Su Buharı İletim Oranı (VWTR): 38 ºC'de ≤ maximum 2 g/m^2/gün, %90 RH] kullanılmıştır. Daha sonra lamine PVC filmin üst kısmı PET+COEX EVOH ANTIFOGL film ambalaj malzemesi [kalınlık 65 ± %10 µm, Oksijen İletim Oranı (OTR): ≤ 3ml/m^2/gün.bar; N_2 İletim Hızı ≤ 15 ml/m^2 gün.bar; Su Buharı İletim Hızı (VWTR): ≤ 2 g/m^2/gün] ile kaplanmıştır. MAP'lanmış nuggetlar 2,0±0,5 ºC'de 120 gün süreyle depolanmıştır.

Üretilen nuggetlarda depolamanın 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 ve 120. günlerinde MAP gaz kompozisyonu (CO_2, O_2, N_2) oranları belirlenmiştir. Karbondioksit ve oksijen gaz oranları gaz analizörü (WITTGAS, Gaz Analizörü OXYBABY® M+ P) kullanılarak tespit edilmiştir. Gaz analizörünün ölçümlerden önce kalibrasyonu hava ile yapılmıştır (oksijen değeri: % 20,9, karbondioksit değeri: %0,0). Gaz analizöründe öncelikle ambalaj içindeki %CO_2 ve %O_2 oranları tespit edilmiş, daha sonra CO_2 ve O_2 oranları toplamı 100'den çıkarılarak %N_2 oranı belirlenmiştir.

Araştırma, iki tekerrürlü olarak şansa bağlı tam bloklar deneme desenine göre yürütülmüştür. Varyans analizi SPSS 25.0 (IBM SPSS Inc., Chicago, ABD) programı ile yapılmış ve varyasyon kaynaklarına ait önemli bulunan ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile ($p<0.05$) karşılaştırılmıştır. İlave olarak ana varyasyon kaynakları arasındaki interaksiyonlar belirlenmiştir.



Nugget grubu- 1



Nugget grubu- 4



Nugget grubu- 2



Nugget grubu- 5



Nugget grubu- 3



Nugget grubu- 6

Şekil 2. Farklı oranlarda enkapsüle ahududu tozu kullanılarak üretilen nuggetlar

BULGULAR ve TARTIŞMA

Enkapsüle ahududu tozu ve fosfat ilave edilerek üretilip %40 CO_2 + %60 N_2 gaz bileşimli modifiye atmosferde ambalajlanan nugget örneklerinin ambalajı içerisinde depolama süresince belirlenen gaz oranı (karbondioksit, oksijen ve azot) değerlerine ait istatistik analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Modifiye atmosfer paketleme (MAP), ürünün etrafındaki atmosferin kaldırılması ve bilinen bir gaz karışımıyla değiştirilmesi şeklinde uygulanan bir teknolojidir (Rodrigues vd., 2018; Zhang vd., 2015). Kırmızı et ve et ürünlerinde ürün özelliklerine bağlı olarak genellikle karbondioksit başta olmak üzere CO_2, N_2 ve O_2 içeren gaz bileşimleri

kullanılsa da kanatlı ürünlerinde genellikle CO_2+N_2 gaz bileşimi tercih edilmektedir. O_2 oksidatif değişiklikleri teşvik ettiğinden kaplanmış kanatlı ürünlerinde kullanılması uygun değildir. Ürün özelliklerine, depolama koşullarına ve ürün/gaz oranına bağlı olarak depolama sırasında ambalaj içindeki gaz bileşimi oransal olarak değişmektedir. Mevcut araştırmada tavuk nuggetlarının ambalajlandığı MAP gazı bileşimi oransal olarak fosfat ($p<0.01$), EAT ilavesi ($p<0.01$) ve depolama süresinden ($p<0.01$) etkilenmiştir (Tablo 2). Hem fosfat ($p<0.05$) hem de EAT ($p<0.05$) içeren nuggetlarda O_2 ve N_2 oranları düşük iken, CO_2 oranı ($p<0.05$) kontrol ve fosfatsız ürünlerden daha yüksektir. Genel olarak fosfatlı ve fosfatsız gruplar arasında CO_2 oranı bakımından %1 civarında farklılık tespit edilmiştir. Kontrol ve EAT'lı gruplar arasındaki farklılıklarda bu düzeydedir. Genel ortalama olarak depolama başlangıcında %40,45±0,47 olan CO_2 oranı depolama süresince %50,33 oranında azalmış ve 120 gün sonunda ortalama %20,36±1,67'a kadar düşmüştür. Bu azalma kontrol ve fosfatsız gruplarda daha fazla olmuş, fosfat ve EAT ilaveli grupların MAP'larındaki CO_2 kontrol gruplardan daha yüksek oranda kalmıştır. Bu sonuçlar hem fosfatın hem de ahududu tozunun depolama süresince nuggetlarda bozulmayı önlediğini, bu sayede de MAP içindeki CO_2'in ürüne daha az geçtiğini ve daha az parçalandığını göstermektedir.

Tablo 2. Nugget örneklerinin ambalajı içerisinde (MAP) belirlenen oksijen, karbondioksit ve azot oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	KO	F	KO	F
		Karbondioksit Oranı (%)		Oksijen Oranı (%)		Azot Oranı (%)	
Fosfat (F)	1	65,450	32,185**	1,156	15,962**	49,211	24,560**
Ahududu (A)	2	13,939	6,855**	0,233	3,212*	11,122	5,551**
Depolama Süresi (DS)	8	1641,716	807,309**	13,272	183,298**	1430,235	713,779**
Deneme	1	6,441	3,167	0,031	0,432	6,370	3,678
F x A	2	2,171	1,068	0,258	3,561*	3,781	1,887
F x DS	8	12,339	6,068**	0,793	10,948**	7,681	3,834**
A x DS	16	7,878	3,874**	0,260	3,596**	7,016	3,501**
F x A x DS	16	3,446	1,695	0,124	1,709	3,113	1,553
Hata	108	2,034		0,072		1,988	

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *p<0.05, **p<0.01

Genel ortalama olarak depolama başlangıcında %0,37±0,10 olarak belirlenen O_2 oranı, depolamanın 75. gününe kadar %1'in altında kalmış, 90. günden sonra ise %2 düzeyine çıkmıştır. Fosfat ilaveli nugget örneklerinin MAP ambalajı içerisinde O_2 oranı depolamanın 60. gününe kadar fosfatsız gruba göre nispeten yüksek olarak belirlenmiştir. Ancak 75. günden sonra fosfatsız nugget örneklerinin ambalajlandığı MAP'lerde hızlı bir O_2 artışı belirlenmiştir. Bu artışın nedeni, özellikle depolamanın 60. gününden sonra CO_2'in parçalanmasının fosfatsız

gruplarda daha hızlı olmasıdır. MAP gaz bileşimine oksijen ilavesi veya depolama sırasında oksijen oluşumu oksidasyon hızını artırmaktadır. Antioksidan özellikli bitkisel ekstraktların et ürünlerinde kullanılması ile oksijenin bu olumsuz etkisini azaltmak mümkündür (Alp ve Aksu, 2010). Bu nedenle EAT ilave edilerek üretilen nuggetlarda depolama süresine bağlı olarak MAP içindeki oksijen oranının artmasına rağmen lipid oksidasyonunun ölçüsü olan TBARS değerleri kontrole göre daha az artmıştır (Arslan, 2024). Benzer değişimler yüksek miktarda oksijen içeren MAP'lanmış (HiOx-MAP) kıyma örneklerinin depolanmasında da tespit edilmiştir (Aksu ve Turan, 2021). MAP'teki azot oranındaki tespitlere göre depolamanın ilk 30 gününde başlangıçtaki %60 azot oranı değişmemiş, daha sonra depolama süresine bağlı olarak artmıştır. Bu artış fosfat içeren nugget örneklerinde 75. günden sonra fosfat içermeyenlere göre daha düşüktür. MAP'teki azot oranında oluşan artış ürün özelliklerinin değişmesinden özellikle de mikrobiyolojik bozulmadan kaynaklanmıştır (Arslan, 2024). Bu süreçte özellikle proteolitik mikroorganizmalar sayesinde proteine bağlı azot veya azotlu maddeler serbest forma gelerek MAP'teki azot oranını artırmıştır. N_2 oranındaki değişiklikler kontrol ve EAT muameleleri arasında farklılık göstermiştir. EAT ilaveli örneklerde N_2 oranının düşük olmasının ahududu tozunun antimikrobiyal etkisinden dolayı bozulmayı yavaşlatmasından/geciktirmesinden (Aksu et al., 2023a; Aksu et al., 2024) kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Farklı oranlarda EAT ve fosfat kullanılarak üretilmiş, %40 CO_2 + %60 N_2 gaz bileşimi ile MAP'lanmış ve 2,0 ± 0,5 °C'de 120 gün depolanmış tavuk nuggetlarının MAP gaz kompozisyonunda depolama süresince önemli değişimler olmuştur. Depolama süresince MAP içindeki CO_2 oranı azalmış ($p<0.01$), O_2 oranı ise artmıştır ($p<0.01$). EAT'nin ürünü koruyucu özelliği sayesinde ilave edildiği nuggetlarda depolama süresince CO_2 oranında azalma ve O_2 oranında artış kontrol nuggetlara göre daha az olmuştur ($p<0.05$). Sonuç olarak tavuk nugget üretiminde ahududu tozu ilavesi ile MAP içindeki CO_2 oranında azalmanın az olması, nugget kalitesi özelliklerinin ve depolama stabilitesinin iyileştirilmesi açısından önemli bir sonuç olarak değerlendirilmiştir.

KAYNAKÇA

Aksu, M. İ., Konar, N., Turan, E., Tamtürk, F. and Serpen, A. (2024). Properties of encapsulated raspberry powder and its efficacy for improving the color stability and amino acid composition of pastırma cemen pastes with different pH during long term cold-storage. *Journal of Food Science and Technology*, 62, 2: 310-324.

Aksu, M.İ. and Arslan, H. (2024). Properties of encapsulated raspberry powder and its efficacy for improving the pH, color quality, and shelf life of modified atmosphere packaged chicken nuggets. *British Poultry Science*, 65, 5, 559-573.

Aksu, M.İ., Turan, E., Gülbandilar, A. and Tamtürk, F. (2023a). Utilization of spray-dried raspberry powder as a natural additive to improve oxidative stability, microbial quality and overcome the perception of discoloration in vacuum-packed ground beef during chilled storage. *Meat Science*, 197, 109072.
Aksu, M.I., Turan, E., Erdemir, E. and Öz, F. (2023b). Freeze-dried pomegranate extract as a natural and novel ingredient in cemen paste and pastırma quality during refrigerated storage. *European Food Research and Technology*, 249, 1329-1341.
Aksu, M.İ., Erdemir, E., Turan, E. and Oz, F. (2022). Chemical, microbial, color, oxidative and sensory properties of clean-label pastirma produced with raspberry water extracts as a novel ingredient. *Meat Science*, 186, 108737.
Aksu, M.İ. and Turan, E. (2022). Properties of black carrot extract and its efficacy for improving the storage quality of vacuum packaged fresh meat products. *Packaging Technology and Science*, 35(4), 339-349.
Aksu, M.İ. and Derman, H. (2022). Sığır kıymasının bazı kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine *Trachystemon Orientalis* L. su, metanol ve petrol eter ekstraktlarının etkileri. *The Journal of Food (GIDA)*, 47 (3) 468-480.
Aksu, M.İ. and Turan, E. (2021). Effects of lyophilized black carrot (*Daucus carota* L.) water extract on the shelf life, physico-chemical and microbiological quality of high-oxygen modified atmosphere packaged (HiOx-MAP) ground beef. *Journal of Food Science and Technology*, 58(9), 3514-3524.
Aksu, M.İ., Turan, E., Şat, İ.G. and Erdemir, E. (2021). Red raspberry *(Rubus idaeus L.)* extracts: A novel ingredient in cemen paste. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(11), e15930.
Aksu, M.I., Alinezhad, H. and Erdemir, E. (2015). Effect of lyophilized water extract of *Urtica dioica* L. on the shelf-life of vacuum packaged beef steaks. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 3059-3066.
Aktepe, Y. (2019). Nugget üretiminde alternatif kaplama materyali olarak tarhana kullanımının kalite üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi, Bolu İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
Alp, E. and Aksu, M.İ. (2010). Effects of water extract of *Urtica dioica* L. and modified atmosphere packaging on the shelf life of ground beef. *Meat Science*, 86(2), 468-473.
Alp, H., Ünal, K. and Erdem, N. (2022). Amarant, karabuğday ve siyez katkılı tavuk nuggetların bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 12(1), 227-238.
Arslan, H. (2024). Enkapsüle ahududu (*Rubus idaeus* L.) tozunun nugget kalite ve raf ömrü üzerine etkilerinin incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
Argyri, A.A., Panagou, E.Z. and Nychas, G.J.E. (2012). Advances in vacuum and modified atmosphere packaging of poultry products. Woodhead Publishing Series in Food Science, *Technology and Nutrition*, 205-247.
Caleb, O.J., Mahajan, P.V., Al-Said, F.A. and Opara, U.L. (2013). Modified atmosphere packaging technology of fresh and fresh-cut produce and the microbial consequences- A Review. *Food Bioprocess Technology*, 6(2), 303-329.
Chmiel, M., Roszko, M., Adamczak, L., Florowski, T. and Pietrzak, D. (2019). Influence of storage and packaging method on chicken breast meat chemical composition and fat oxidation. *Poultry Science*, 98(6), 2679-2690.
CP (2023). CP Standart Gıda A.Ş. Nugget üretim spekti. CP Standart Gıda ve Sanayi Ticaret A.Ş., Bilecik/TÜRKİYE.
Gagneten, M., Corfield, R., Mattson, M. G., Sozzi, A., Leiva, G., Salvatori, D. and Schebor, C. (2019). Spray-dried powders from berries extracts obtained upon several processing steps to improve the bioactive components content. *Powder Technology*, 342, 1008-1015.
Karagöz, Ş. and Demirdöven, A. (2017). Gıda ambalajlamada güncel uygulamalar: Modifiye atmosfer, aktif, akıllı ve nanoteknolojik ambalajlama uygulamaları. *Gaziosmanpasa Journal of Scientific Research*, 6(1), 9-21.

Konar, N., Durmaz, Y., Genç Polat, D. and Mert, B. (2022). Optimization of spray drying for Chlorella vulgaris by using RSM methodology and maltodextrin. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(5), 20-23.
Konar, N., Durmaz, Y., Gurbuz, B., Genç Polat, D. and Mert. B. (2023). Spray-drying optimization for *Dunaliella salina* and *Porphyridium cruentum* biomass. *Drying Technology*, 41(15), 2371-2384.
Lee, J., Durst, R.W. and Wrolstad, R.E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural Colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 8(5), 1269-1278.
Madane, P., Das, A.K., Pateiro, M., Nanda, P.K., Bandyopadhyay, S., Jagtap, P., Barba, F.J. Shewalkar, A. Maity, B. and Lorenzo, J.M. (2019). Drumstick (*Moringa oleifera*) flower as an antioxidant dietary fibre in chicken meat nuggets. *Foods*, 8(8), 1-19.
Munekata, P.E.S., Rocchetti, G., Pateiro, M., Lucini, L., Domínguez, R. and Lorenzo, J. M. (2020). Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes: An Overview. *Current Opinion in Food Science*, 31, 81-87.
Öztürk-Kerimoğlu, B. and Serdaroğlu, M. (2020). Tavuk nugget formülasyonlarında buğday unu yerine bal kabağı tozu kullanımı üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 7(3), 555-565.
Rani, R., Yaday, S., Thakur, N., Kumar, S., Han, H., Alturk, H.A., Ahmad, M.F. and Raposo, A. (2024). Effect of incorporation of pumpkin seed powder and chia seed powder on storage stability of fiber enriched chicken meat nuggets. *LWT- Food Science and Technology*, 191, 115574.
Rodrigues, I., Trindade, M.A., Palu, A.F., Baldin, J.C., Lima, G.C. and de Alvarenga Freire, M.T. (2018). Modified atmosphere packaging for lamb meat: Evaluation of gas composition in the extension of shelf life and consumer acceptance. *Journal of Food Science and Technology*, 55(9), 3547-3555.
Roopesh, M.S., Insan, S.K., Dhawan, S., Andrews, P. and Sablani, S.S. (2012). Physicochemical properties of encapsulated red raspberry (*Rubus idaeus*) powder: Influence of high-pressure homogenization. *Drying Technology*, 30(5), 484-493.
Sánchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltrán, J.A. and Roncalés P. (2001*)*. The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 58(4), 421-429.
Shah, M.A., Bosco, S.J.D. and Mir, S.A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, 98(1), 21-33.
Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T. and Sochor, J. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10), 24673-24706.
Şahin, İ.A. (2019). Bazı kaplamalı tavuk ürünlerinde kaplama materyaline ilave edilen farklı oranlardaki ruşeymin ürün kalitesine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
TGK. (2019). Türk Gıda Kodeksi. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği, (Tebliğ No: 2018/52).
Turan, E. and Şimşek, A. (2022). Determination of physicochemical, antioxidant, textural and sensory features of pastırma cemen paste produced by different concentrations of black garlic. *The Journal of Food (Gıda)*, 47(6), 980-991.
Yılmaz, I. and Yılmaz, B. (2018). Determination on coated chicken meat products (nugget, schnitzel, cordon bleu) physical, chemical and microbiological quality characteristics. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(6), 52-58.
Youn Kim. H., Joong, K. K., Wan, J., Wook K. H., Yohan Y. Y., Kim, H. W., Yoon, Y. and Kim, C. J. (2015). Quality evaluation of chicken nugget formulated with various contents of chicken skin and wheat fiber mixture. *Korean Journal Food Science Animal Resources*, 35(1), 19-26.
Zhang, M., Meng, X., Bhandari, B., Fang, Z. and Chen, H. (2015). Recent application of modified atmosphere packaging (MAP) in fresh and fresh-cut foods. *Food Review International*, 31(2), 172-193.