ENKAPSÜLE AHUDUDU TOZUNUN ÖZELLİKLERİ VE TAVUK NUGGETLERİNİN RENK STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

PROPERTIES OF ENCAPSULATED RASPBERRY POWDER AND ITS EFFECTS ON THE COLOR STABILITY OF CHICKEN NUGGETS

Muhammet İrfan AKSU
Prof. Dr. Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 25240, Erzurum, TÜRKIYE
ORCID ID: 0000-0001-9391-6955

Hicran ARSLAN
MSc Student, Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 26160, Eskişehir, TÜRKİYE
ORCID ID: 0000-0002-3420-3143

ÖZET

Son araştırmalar enkapsüle ahududu tozunun gıda maddeleri için iyi bir antioksidan, antimikrobiyal ve renklendirici olduğunu göstermiştir. Ancak, kanatlı eti ürünlerinde kullanımına ilişkin herhangi bir araştırma yapılmamıştır. Bu nedenle mevcut araştırma kapsamında üretilen ahududu tozunun DPPH antiradikal aktivite (DPPH-ARA), ABTS antiradikal aktivite (ABTS-ARA) ve Ferrik iyon indirgeyici antioksidan güç (FRAP) gibi bazı kalite özellikleri belirlenmiş ve daha sonra farklı miktarlarda (kontrol, % 0,5 ve % 1,0) fosfatlı (% 0,3) ve fosfatsız (% 0,0) tavuk nugget üretiminde kullanılmıştır. Enkapsüle ahududu tozu üretiminde, taze meyvelerden elde edilen meyve suları (*Rubus ideaus* L. cv. Heritage) kullanılmış, maltodekstrin (12-16 DE; %40 m/m) kullanılarak sprey kurutucu ile kapsüllenmiştir. Üretilen nuggetlar modifiye atmosfer (% 40 CO_2 + % 60 N_2) ortamında ambalajlanmış ve 2,0±0,5 ºC'de 120 gün muhafaza edilmiştir. Depolama süresinin 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 ve 120. günlerinde kesit/iç yüzey enstrümental renk (L*, a*, b*, C* ve h°) değerleri ölçülmüştür. Nugget üretiminde enkapsüle ahududu tozu kullanımı ürün iç yüzeyinde kırmızılığı ifade eden a* değerini artırmıştır ($P < 0.05$). Ahududu tozu ile fosfatın birlikte kullanıldığı nugget örneklerinde a* değerindeki artış daha fazla olmuştur ($P < 0.05$). Depolama süresince en yüksek a* değerleri fosfat + % 0,1 ahududu tozu içeren nuggetlarda tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Sonuç olarak tavuk nugget üretiminde fosfat ve ahududu tozunun kullanılması ürünün renk kalitesi özelliklerini ve depolama stabilitesini arttırmıştır. Ahududu tozunun nugget üretiminde kullanılmasıyla, depolama sırasında renk oksidasyonu nedeniyle oluşması beklenen renk bozulması/değişimi de önlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enkapsüle ahududu tozu, *Rubus ideaus* L., Tavuk nugget, Renk, MAP, Raf ömrü.

ABSTRACT

Recent research has shown that encapsulated raspberry powder is a good antioxidant, antimicrobial and colorant for foodstuffs. No research has been conducted on its use in poultry meat products. Therefore, in this research, some quality properties (DPPH radical scavenging activity, ABTS radical scavenging activity, ferric reducing antioxidant power) of raspberry powder were determined, and then, by using it in different amounts (control, 0.5% and 1.0%) in with phosphate (0.3%) and without phosphate (0.0%) chicken nuggets process, their effects on sliced / internal surface color quality properties were determined. In the production of raspberry powder, red raspberry juices (from fresh *Rubus ideaus* L. cv. Heritage) were encapsulated by using maltodextrin (12-16 DE; 40.0 %, m/m) with a spray-dryer. Nuggets were packaged in a modified atmosphere packaging (40 % CO_2 + 60 % N_2) and were stored at 2.0±0.5 ºC for 120 days. The internal surface colour (L*, a*, b*, C* and hº) values were measured on the 0th, 15th,30th, 45th, 60th, 75th, 90th, 105th and 120th days of storage period. The internal surface a* value was increased with the addition of raspberry powder in nugget production ($P<0.05$). The increase in a* value was greater in samples with phosphate addition ($P<0.05$). During storage, the highest a* values were determined in nuggets with phosphate and 0.1% RP ($P<0.05$). As a result, the use of phosphate and raspberry powder in chicken nugget production increased the color quality properties and storage stability of the product. By using raspberry powder in nugget production, discoloration/change, which were expected to occur due to color oxidation during storage, were also prevented.

Keywords: Encapsulated raspberry powder, *Rubus ideaus* L., Chicken nugget, Color, MAP, Shelf-life.

GİRİŞ

Ahududu (*Rubus ideaus* L.) meyvesi Rosaceae familyasının bir üyesidir ve zengin bir fitokimyasal kaynağıdır. Bu meyve, fitokimyasallardan fenolik bileşiklerin ve fenolik bileşiklerden antosiyaninlerin kaynağı olmasının yanı sıra, fenolik asitler ve diğer flavonoidleri de içermektedir (Wang ve ark., 2009). Fenolik bileşikler içerisinde tanımlanan antosiyaninlerden siyanidin-3-glukozit, siyanidin-3-rutinosit ve siyanidin-3-soforozitin ahudududaki kırmızı renk oluşumundan sorumlu bileşikler (Skrovankova ve ark., 2015) olması ve miktarlarının fazla olması (Aksu ve ark., 2021) ahududu tozunun kırmızılık (a*) değerinin de yüksek olmasına (+46,40) neden olmaktadır (Aksu ve ark., 2023). Farklı meyve ve sebzelerden doğal ekstrakt veya toz üretimine paralel olarak et ve et ürünlerinde de kullanımları yaygınlaşmaktadır (Munekata ve ark., 2020). Bu kapsamda ahududu da yapısal ve bileşim özellikleri bakımından son yıllarda meyve tozu üretiminde tercih edilen bir meyve olmuştur (Aksu et al., 2023). Meyve tozları; İçerdikleri glikoz, fruktoz, sakkaroz gibi şekerler ve camsı özellikleri nedeniyle renk değişimine ve yapışkanlığa eğilimlidir. Püskürterek kurutma yöntemi özellikle yapışkanlığı önlemek açısından tercih edilen bir yöntemdir ve bu

yöntemle üretilen tozlar fiziksel olarak stabildirler ve yapışmazlar. Bu yöntem aynı zamanda düşük maliyetlidir, sürekli sistemdir ve üretim sürecinde biyoaktif bileşenler daha fazla korunmaktadır. Bu nedenlerden dolayı endüstriyel uygulamalarda daha çok tercih edilmektedir (Fang ve Bhandari, 2011; Konar ve ark., 2022; Roopesh ve ark., 2012). Kanatlı eti, derisi ve kanatlı karkas atığı parçalama ürünlerinin yanı sıra hammadde olarak kullanılan ve ısıl işlemle üretilen nugget, şnitzel gibi ürünler son yıllarda tüketiciler arasında popülerliğini artırmıştır. Ancak hem taze kanatlı etinin hem de ürünlerinin yapısal özelliklerinde meydana gelen hızlı kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel değişiklikler raf ömrünü kısaltmaktadır. Nugget üretiminde kanatlı hayvan derisinin kullanılması nedeniyle bazı kalite özelliklerinde ve renklerinde istenilen stabilite sağlanamamaktadır. Bu nedenler dikkate alındığında nugget üretiminde doğal renklendiri**ci** özelliği güçlü olan bitkisel veya doğal kökenli bir katkı maddesi kullanımının faydalı olabileceği anlaşılmaktadır. Diğer taraftan günümüzde, sentetik antioksidanların doğal antioksidanlarla değiştirilmesi yoluyla daha sağlıklı ürünlere yönelik talep gün geçtikçe artmaktadır. Bu kapsamda ahududu tozunun, güçlü renklendirici, antioksitadif ve antimikrobiyal özellikleri bakımından et ve et ürünlerinde alternatif bir katkı maddesi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Aksu ve ark., 2023). Ahududu tozunun vakum ambalajlanmış taze kırmızı sığır kıymalarında renk değerlerini iyileştirici, renk bozulmasına karşı koruyucu ve raf ömrünü uzatıcı etkisi yapılan çeşitli araştırmalarda tespit edilmiştir (Aksu ve ark., 2021; 2022: Aksu ve ark., 2023). Ancak, ahududu tozunun nugget gibi işlenmiş kanatlı eti ürünlerinde kullanımına ve nugget kesit yüzey renk değerlerine etkisi kapsamlı herhangi bir literatüre rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amaçları; 1) Enkapsüle ahududu tozunun çeşitli kalite özelliklerinin belirlenmesi, 2) Fosfatsız ve fosfatlı tavuk nugget üretiminde kullanılabilirliğini ve ürün renk kalite özellikleri ile renk stabilitesi üzerindeki etkilerini belirlemektir.

YÖNTEM

Enkapsüle ahududu tozu üretimi ve muhafazası

Ahududu tozu üretiminde, hammadde olarak Eskişehir bölgesinden satın alınan taze ahududu (*Rubus ideaus* L. cv. Heritage) meyveleri kullanılmıştır. Ahududu tozu üretimi Gagneten ve ark. (2019) ve Aksu ve ark. (2023)'de verilen yönteme göre yapılmıştır. Üretimde taze ahududu suları ve maltodekstrin karıştırılmış ve laboratuar ölçekli bir sprey kurutucuda (B-290, Buchi, İsviçre) toz haline getirilmiştir. Üretilen ahududu tozları kullanılıncaya kadar ışık ve nem geçirgenliği olmayan bir ambalaj içerisinde ve 20±2 °C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Enkapsüle Ahududu Tozu

Ahududu tozu analizleri

Ahududu tozlarının toplam antosiyanin (TAC; mg C3G/100 g) ve toplam fenolik miktarı (TAP; mg GAE/100 g) ile DPPH antiradikal aktivite (DPPH-RSA), ABTS antiradikal aktivite (ABTS-ARA) ve Ferrik iyon indirgeyici antioksidan güç (FRAP) analizleri sırasıyla Lee ve ark. (2005), Singleton ve ark. (1999), Blois (1958), Re ve ark. (1999) ve Benzie ve Strain (1996) tarafından kullanılan yöntemlere göre analiz edilmiştir. Ahududu tozlarının enstrümantal renk değerleri kolorimetre (Konica Minolta CR-400, Osaka, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. pH değerleri ise saf su ilave edilen ahududu (1:10 ağırlık/hacim) örneklerinde bir pH metre (HANNA Edge, Woonsocket, RI, ABD) kullanılarak belirlenmiştir.

Tavuk nugget üretimi, ambalajlama ve depolama

Nugget üretimi özel bir üretim tesisinde (C.P. Standart Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş., Bilecik/TÜRKİYE) gerçekleştirilmiştir. Her bir üretimde öncelikle fosfatlı (%0,3) ve fosfatsız (%0,0) olmak üzere iki grup nugget emülsiyonu hazırlanmıştır. Daha sonra hazırlanan fosfatlı ve fosfatsız nugget emülsiyonları 3'e bölünerek %0,0, %0,5 ve %1,0 oranlarında ahududu tozu ilave edilmiştir. Toplam altı grup ve iki tekerrürlü olarak üretilen nuggetlar %40 CO_2 + %60 N_2 gaz bileşimi kullanılarak MAP'lanmış ve 2,0±0,5 ºC'de 120 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın farklı günlerinde (0., 15., 30., 60., 75., 90., 105. ve 120. gün) nuggetların enstrümental renk değerleri tespit edilmiştir.

Kesit yüzey renk değerlerinin belirlenmesi

Nugget örneklerinin kesit/iç yüzey enstrümental renk değerleri (L*, a*, b, C* ve h°) Minolta (CR-400, Minolta Co. Osaka, Japonya) kolorimetre kullanılarak belirlenmiştir. Renk yoğunlukları, üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationele de I'e Clairage) tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır. Bu kriterlere göre; L*; L*=0, siyah; L*=100, beyaz (koyuluk veya açıklık); a*; +a=kırmızı, -a*=yeşil ve b*; +b*=sarı, -b*=mavi renk yoğunluklarını göstermektedir.

İstatistik analizleri

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Verilere SPSS 25.0 (IBM SPSS Inc., Chicago, ABD) paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile ($P<0.05$) karşılaştırılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Ahududu tozlarının toplam antosiyanin (TAC; mg C3G/100 g), toplam fenolik miktarı (TAP; mg GAE/100 g), DPPH antiradikal aktivite (DPPH-RSA), ABTS antiradikal aktivite (ABTS-ARA) ve Ferrik iyon indirgeyici antioksidan güç (FRAP) değerleri sırasıyla 130.14 ± 2.29 mg C3G/100 g, 602.42 ± 17.73 mg GAE/100 g, 11.45 ± 1.10 µg TE/mg, 15.51 ± 0.52 µg TE/mg ve 266.80 ± 10.30 µg TE/mg olarak tespit edilmiştir. Araştırmada üretilen ve nugget

üretiminde kullanılan ahududu tozunun L*, a*, b* ve pH değerleri ise sırasıyla ortalama 45.76, 46.35, 14.10 ve 3.32 olarak belirlenmiştir. Ahududu tozlarında belirlenen biyoaktif bileşiklere ait değerler Aksu ve ark. (2023) ve Sadowska ve ark. (2020) tarafından yapılan araştırma sonuçlarıyla da uyumludur. Ahududu tozunun yüksek antosiyanin ve fenolik içeriği antioksidan kapasitesini arttırmıştır. Fenolik içeriği 500 mg GAE/100 g'ın üzerinde olan ürünler yüksek fenolik içeriğe sahip ürünler olarak tanımlanmıştır (Vasco ve ark., 2008). Bu kapsamda ahududu tozu oldukça zengin bir fenolik kaynağıdır. Ahududu tozunda belirlenen hem renk (L*, a* ve b*) değerleri hem de pH değerleri Aksu ve ark. (2023) tarafından yapılan araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Farklı oranlarda fosfat ve ahududu tozu içeren tavuk nugget numunelerinde depolama süresi boyunca belirlenen ortalama kesit yüzey L*, a*, b*, Chroma (C*) ve hue açısı (h°) değerlerine ait istatistik analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

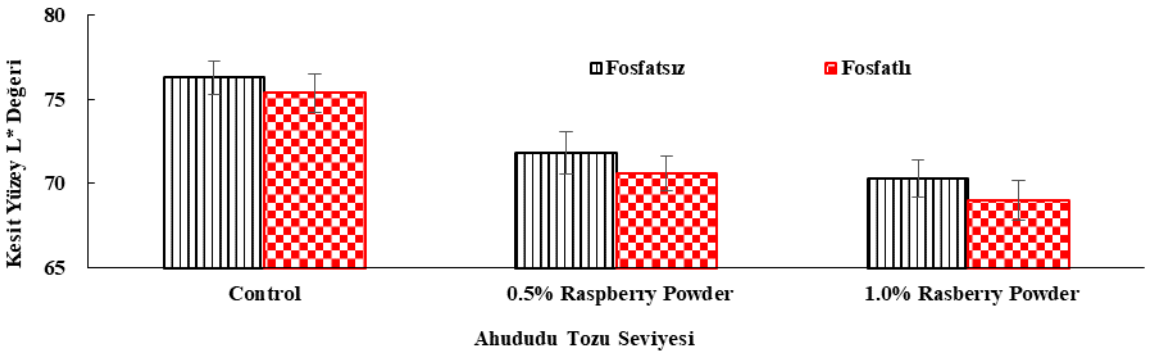
Tablo 1. Farklı oranlarda fosfat ve ahududu tozu ilave edilerek üretilen tavuk nuggetlerinde 2.0±0.5 ºC'de 120 günlük depolama süresince belirlenen kesit yüzey renk değerlerine ait istatistik analiz sonuçları.

	L*	***a****	***b****	**Chroma (*C**)**	**Hue angle (*h°*)**
Fosfat Seviyesi (FS)	**	**	**	**	**
Ahududu Tozu Seviyesi (ATS)	**	**	**	**	**
Depolama Süresi (gün, DS)	**	**	**	**	**
İnteraksiyonlar					
FS x ATS	*	**	**	**	**
FS x DS	**	**	**	**	**
ATS x DS	**	**	**	**	**
FS x ATS x DS	**	**	**	**	**

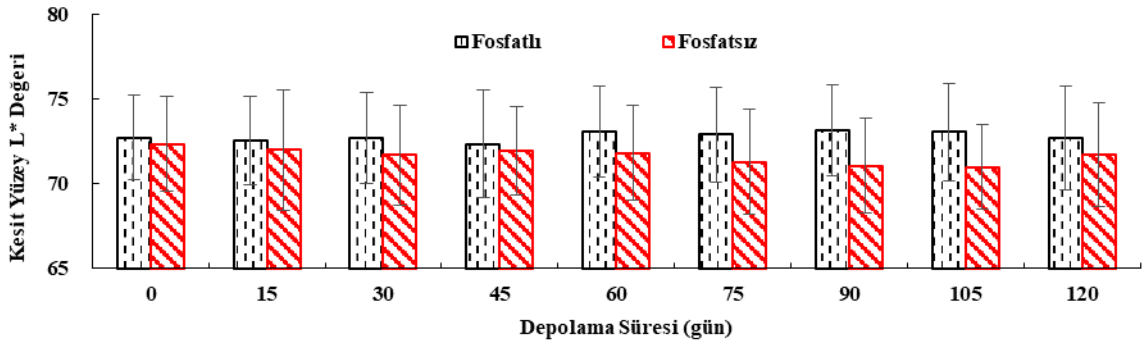
L:* Parlaklık*; a*:* Kırmızılık*; b*;* Sarılık, *: P<0,05, **:P<0,01

Nugget üretiminde fosfat ve ahududu tozu kullanımının kesit yüzey L* değerleri üzerinde önemli (P<0.01) etkisi olmuştur. Depolama süresi, fosfat ilavesi ve ahududu tozu arttıkça L* değerlerinde genel olarak bir azalma olmuştur. Fosfatlı ve ahududu tozu içeren nuggetlarda iç yüzey L* değerleri, fosfatsız numunelere göre daha düşüktür (Şekil 2a). Depolama süresi x fosfat intaraksiyonunu gösteren Şekil 2b incelendiğinde depolama sırasında fosfat örneklerinde L* değerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak depolamanın 60. gününden sonra fosfatlı ve fosfatsız gruplar arasındaki L* değeri farkı artmıştır. Depolama sırasında en düşük L* değeri %1,0 ahududu tozu ilave edilen örneklerde, en yüksek değer ise kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Bu işlem sırasında özellikle ahududu ilaveli örneklerde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir (Şekil 2c). L* değeri üzerine fosfat x ahududu tozu

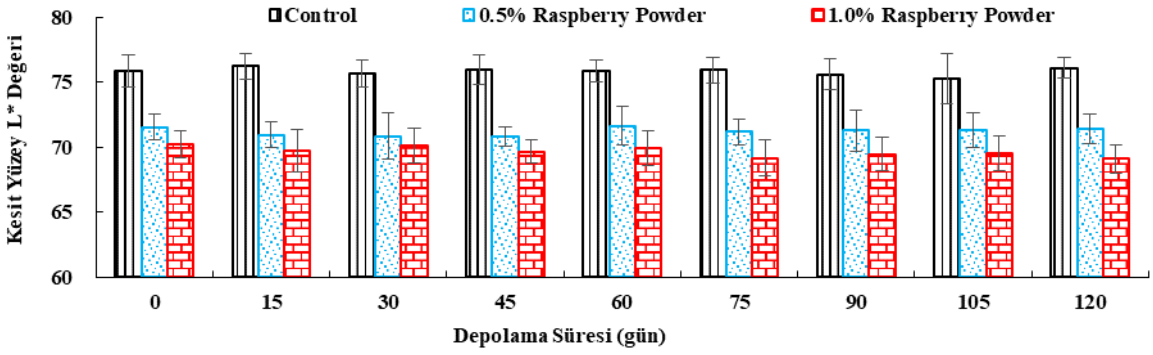
seviyesi x depolama süresi interaksiyonunun da çok önemli (P<0,01) etkisinin olduğu belirlenmiş (Tablo 1), depolamanın 15. gününden sonra fosfat ve ahududu tozu ilaveli örneklerde daha düşük değerler tespit edilmiştir. Depolama süresince fosfat + ahududu ilave edilen gruplar genellikle daha düşük L* değerlerine sahip olmuştur.



Şekil 2a



Şekil 2b



Şekil 2c

Şekil 2. Tavut nuggetlerinin kesit yüzey L* değerleri üzerine fosfat x ahududu tozu sevivesi (a), fosfat x depolama süresi (b) ve ahududu tozu seviyesi x depolama süresi (c) interaksiyonlarının etkisi (Raspberry powder: Ahududu tozu; Hata çubukları ortalama

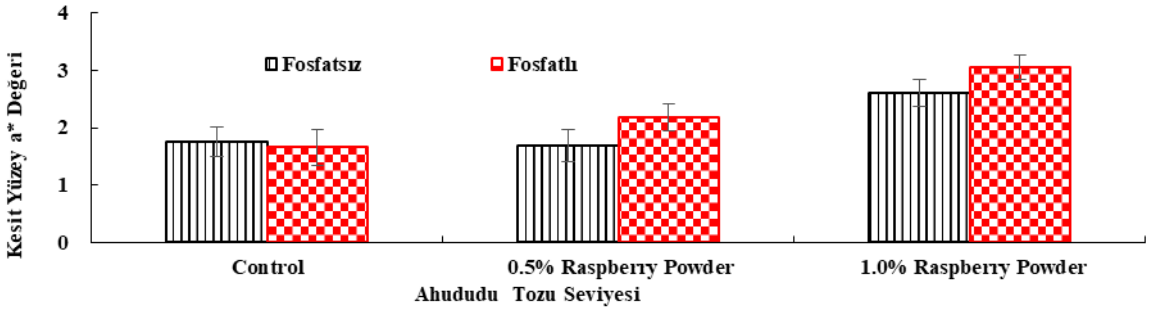
değerlerin standart hatalarını göstermektedir).

Enstrümental renk ölçümleri, nugget üretiminde fosfat kullanımının kesit yüzey a* değeri üzerindeki etkisini açıkça göstermektedir ($P<0.01$) ve fosfatlı nugget örneklerinde (2,30) fosfat içermeyenlere (2,01) göre önemli ($P<0.05$) bir artış görülmüştür. Benzer şekilde ahududu tozu ilavesi de a* değerini etkilemiş ($P<0,01$), a* değeri emülsiyona ilave edilen seviyeye bağlı olarak artmıştır. Kontrol ile %1 ahududu tozu ilavesi yapılan nuggetlar arasındaki ortalama fark yaklaşık 1,2 birimdir. Tavuk nugget emülsiyon hamuruna eklenen ahududu tozunun konsantrasyonu, antosiyanin ve fenolik miktarını arttırarak iç yüzeyin toplam kırmızılık değerinin artmasına neden olmuştur. Aksu ve ark. (2023) tarafından yapılan araştırmada da sığır kıymasına ilave edilen ahududu miktarına bağlı olarak a* değerinin arttığı belirtilmiştir. Farklı oranlarda fosfat ve ahududu tozu ilave edilerek üretilen nuggetların kesit yüzey a* değerleri üzerine fosfat x ahududu tozu seviyesi ($P<0.01$; Şekil 3a), fosfat x depolama süresi ($P<0.01$; Şekil 3b) ve ahududu tozu seviyesi x depolama süresi ($P<0.01$; Şekil 3c) interaksiyonların etkisi önemli bulunmuştur (Tablo 1). Fosfatlı ve fosfatsız olarak üretilen nugget bileşimine ilave edilen ahududu tozu miktarına bağlı olarak a* değeri artmıştır. a* değeri bakımından fosfatsız kontrol ve fosfatlı kontrol arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiş, ancak fosfatlı nuggetlara ahududu ilavesi a* değerini daha fazla artırmıştır (Şekil 3a). Depolama başlangıcında kontrol örneklerinde 1,410 olarak belirlenen a* değeri %0,5 ve %1,0 ahududu tozu içeren örneklerde sırasıyla 1,898 ve 3,128 olarak belirlenmiş olup kontrol ve %1,0 grupları arasındaki fark 1.718 birim olarak tespit edilmiştir (Şekil 3c). Üretim sonunda (0 gün) belirlenen bu fark, ürünün renk kalitesinin iyileştirilmesi açısından oldukça önemli olup, depolama süresince de korunmuştur. a* değeri, hem fosfatsız hem de fosfat içeren örneklerde ahududu tozu ilavesiyle artmıştır. Özellikle %1,0 oranında ahududu tozu ilavesiyle nugget örneklerinde belirlenen yüksek a* değerlerinin ahududu tozunun pH değerinin düşük olmasından ve ilave edildiği üründe pH değerini düşürmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yani nugget bileşimine %1,0 oranında ahududu ilavesi emülsiyonun pH değerini azaltmış ve antosiyaninlerin etkinliğini artırarak kırmızı renk yoğunluğunu (a*) artırmıştır (Aksu ve ark., 2020).

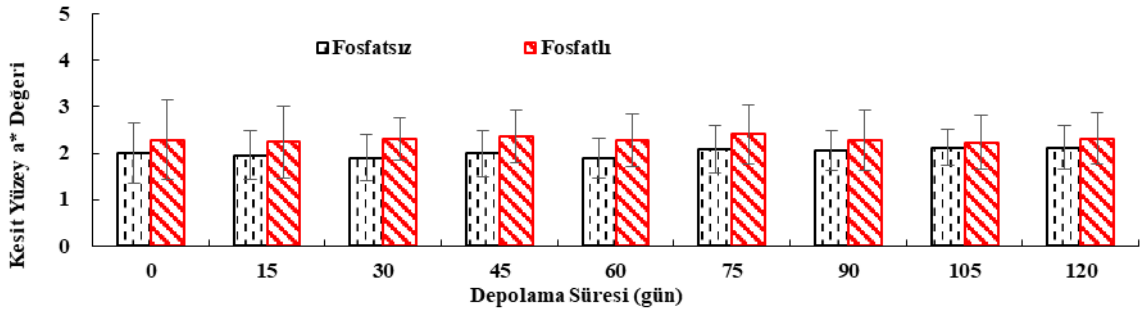
Ahududu tozu ilavesinin ($P < 0.01$) ve depolama süresinin ($P < 0.01$) nugget örneklerinin kesit yüzey b* değeri üzerine önemli etkileri tespit edilmiştir. Nuget örneklerinin kesit yüzey b* değerleri ilave edilen ahududu tozu miktarına bağlı olarak yaklaşık 5 birim azalmış, en yüksek b* değeri kontrol örneklerinde belirlenmiştir ($P<0.05$, Tablo 1). Şekil 4'de görüldüğü gibi b* değeri nugget bileşimine ilave edilen ahududu tozunun oranına bağlı olarak azalmıştır. Madene ve ark. (2019), %0,3 fosfat ile %1 ve %2 Moringa çiçeği ekstraktı ilave ettikleri tavuk nuggetlarında a* değerinin azaldığını, b* değerinin değişmediğini, L* değerinin ise arttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca renk değerlerinin (L*, a* ve b*) 4 °C'de 20 günlük depolama sırasında azaldığını, ancak ekstrakt eklenen nugget örneklerinde a* değerinin daha iyi korunduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma bulgularımız, Özvural (2019) tarafından kontrol örneklerinde belirlenen değerler ve değişikliklerle paralellik

göstermektedir.

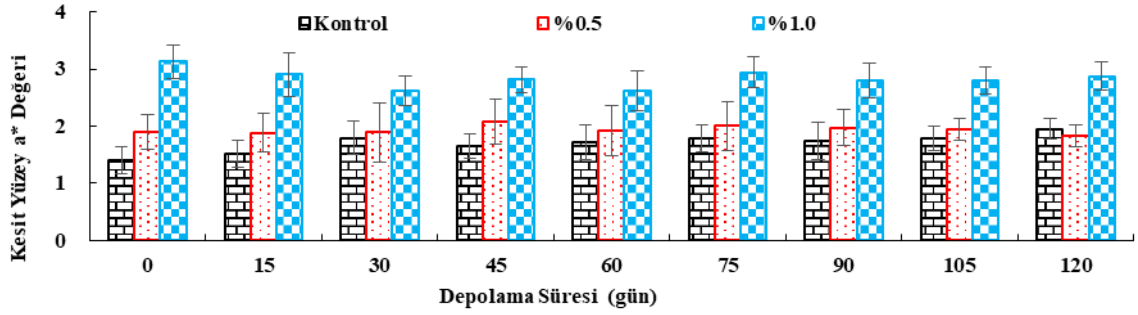
Araştırma sonuçları, fosfatın nugget örneklerinin kesit yüzey C* ve *h*° renk değerleri üzerinde önemli ($P < 0.01$) etkisinin olduğunu göstermektedir. Fosfat ilavesiyle C* değeri artarken *h*° değeri azalmıştır ($P<0.05$; Tablo 1). Ahududu tozunun ise bu iki renk parametresi üzerinde çok önemli ($P<0.01$) etkilerinin olduğu belirlenmiş; en yüksek ortalama C* değeri kontrol örneklerinde, *h*° ise %0,5 ahududu tozu ilave edilen örneklerde tespit edilmiştir (Tablo 1). Depolama sırasında da fosfat içeren nugget örneklerinin C* değerlerinde fosfatsız olanlara göre önemli bir artış görülmüştür.



Şekil 3a



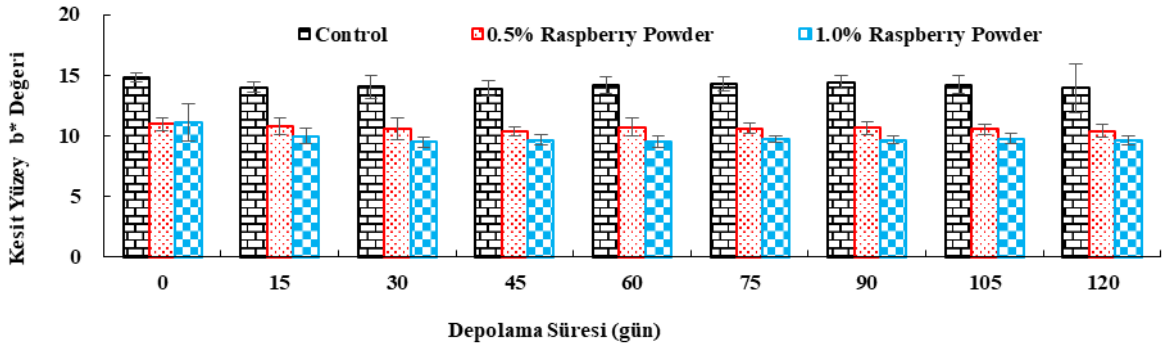
Şekil 3b



Şekil 3c

Şekil 3. Tavut nuggetlerinin kesit yüzey a* değerleri üzerine fosfat x ahududu tozu sevivesi (a), fosfat x depolama süresi (b) ve ahududu tozu seviyesi x depolama süresi

interaksiyonlarının etkisi (Raspberry powder: Ahududu tozu; Hata çubukları ortalama değerlerin standart hatalarını göstermektedir).



Şekil 4. Tavut nuggetlerinin kesit yüzey b* değerleri üzerine ahududu tozu seviyesi x depolama süresi interaksiyonlarının etkisi (Raspberry powder: Ahududu tozu; Hata çubukları ortalama değerlerin standart hatalarını göstermektedir).

SONUÇ

Araştırmada ahududu tozunun biyoaktif bileşenler bakımından önemli bir doğal kaynak olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda yüksek fenolik içeriğine sahip ürünler arasındadır (>500 mg GAE/100g). Tavuk nugget üretiminde ahududu tozu ilavesi ile ürünlerin kesit/iç yüzey a* değeri artmış, bu artış nugget renk kalitesi özelliklerinin iyileştirilmesi açısından önemli bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Depolama sırasında en yüksek kesit/iç yüzey a* değerleri %1,0 ahududu tozu ilave edilen örneklerde belirlenmiş ve bu örneklerde depolama süresince ürün renk stabilitesi korunmuştur. Ayrıca tavuk nugget üretiminde fosfatla birlikte ahududu tozunun kullanımı ürünün renk kalite özelliklerini ve depolama stabilitesini arttırmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (ESOGÜ) Araştırma Merkezi tarafından desteklenen BAP FYL-2023-2676 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Aksu, M.İ., Turan, E., Gülbandilar, A., Tamtürk, F. 2023. 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. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.109072

Aksu, M.İ., Erdemir, E., Turan, E., Öz, F. 2022. Chemical, microbial, color, oxidative and sensory properties of clean-label pastırma produced with raspberry water extracts as a novel ingredient. *Meat Science* 186:108737.

Aksu, M.İ., Turan, E., Şat, İ.G., Erdemir, E. 2021. Red raspberry (*Rubus ideaus* L.) extracts: A novel ingredient in cemen paste. *Journal of Food Processing and Preservation.* 45:e15930. https://doi.org/10.1111/jfpp.15930

Aksu, M.İ., Turan, E., Sat, İ.G. 2020. Effects of lyophilized red cabbage water extract and pH levels on the quality properties of pastırma cemen paste during chilled storage. *Journal of Stored Products Research*. 89, 101696. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101696

Benzie, I.F., Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry.* 239:70-76. https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292.

Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature.* 26: 1199-1200.

Fang, Z., Bhandari, B. 2011. Effect of spray drying and storage on the stability of bayberry polyphenols. *Food Chemistry* 129(3): 1139-1147. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.05.093

Gagneten, M., Corfield, R., Mattson, M. G., Sozzi, A., Leiva, G., Salvatori, D., & C. Schebor. (2019). Spray-dried powders from berries extracts obtained upon several processing steps to improve the bioactive components content. *Powder Technology*. 342: 1008-1015.

Konar, N., Durmaz, Y., Genç Polat, D., Mert, B. 2022. Optimization of spray drying for Chlorella vulgaris by using RSM methodology and maltodextrin. *Journal of Food Processing and Preservation.* 46:e16594.

Lee, J., Durst, R.W., 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.* 88:1269-1278.

Madane, P., Das, A.K., Pateiro, M., Nanda, P.K., Bandyopadhyay, S., Jagtap, P., Barba, F.J. Shewalkar, A. Maity, B., Lorenzo, J.M. 2019. Drumstick (*Moringa oleifera*) flower as an antioxidant dietary fibre in chicken meat nuggets. *Foods. 8*:307.

Munekata, P.E.S., Rocchetti, G., Pateiro, M., Lucini, L., Domínguez, R., 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.

Özvural, E.B. 2019. Fabrication of olive leaf extract and hazelnut skin incorporated films to improve the quality of nuggets during refrigerated and deep freeze storage. *British Poultry Science.* 60(6):1-8.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology Medicine.* 26:1231-1237.

Roopesh, M.S., Insan, S.K., Dhawan, S., Andrews, P., Sablani, S.S. 2012. Physicochemical properties of encapsulated red raspberry (*Rubus idaeus*) powder: Influence of high-pressure homogenization. *Drying Technology*. 30:484–493.

Sadowska, A., Świderski, F., Hallmann, E. 2020. Properties of raspberry powder obtained by a new method of fluidised-bed jet milling and drying compared to other drying methods. *Journal of Science Food and Agriculture.* 100 (11): 4303-4309.

Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 299:152- 178.

Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., Sochor, J. 2015. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Moleculer Science* 16(10):24673–24706.

Vasco, C., J. Ruales, J., Kamal-Eldin, A. 2008. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chemistry.* 111 (4):816-823,

Wang, S.Y., Chen, C.T. 2009. The influence of light and maturity on fruit quality and flavonoid content of red raspberries. *Food Chemistry.* 112:676-684.