

**KARADUT (*Morus nigra*) VE HİBİSKUS (*Hibiscus sabdariffa* L.) EKSTRAKTARI
KULLANILARAK BİYOAKTİF BİLEŞENLERCE ZENGİN ve KARMİNE
ALTERNATİF OLARAK RENKLENDİRİLMİŞ FONKSİYONEL ET ÇUBUĞU
ÜRETİMİ**

Cem YİĞİT, Elif AYKIN DİNÇER*

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

Geliş /Received 28.08.2024; Kabul /Accepted: 04.02.2025; Online baskı /Published online: 06.02.2025

Yiğit, C., Aykın Dinçer, E. (2025) Karadut (*Morus nigra*) ve hibiskus (*Hibiscus sabdariffa* L.) ekstraktları kullanılarak biyoaktif bileşenlerce zengin ve karmine alternatif olarak renklendirilmiş fonksiyonel et çubuğu üretimi. *GIDA (2025) 50 (1) 87-101 doi: 10.15237/gida.GD24088*

Yiğit, C., Aykın Dinçer, E. (2025). Use of black mulberry and hibiscus extracts as an alternative to carmine in coloring snack meat sticks. *GIDA (2025) 50 (1) 87-101 doi: 10.15237/gida.GD24088*

ÖZ

Atıştırmalık et çubukları, genel olarak tuz ve çeşitli baharatları içeren et hamurunun doğal kuzu bağırsaklarına doldurulduktan sonra pişirilmesiyle elde edilen bir et ürünüdür. Bu çalışmada, et çubukları üretiminde karmine alternatif olarak karadut ve hibiskus ekstraktlarının renklendirici olarak kullanımının, çubukların renk stabilitesi, lipid oksidasyonu ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Karadut ekstraktı içeren et çubuklarının pH ve su aktivitesi (a_w) değerleri, karmine ve hibiskus ekstraktı içeren çubuklardan daha düşük ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Toplam fenolik miktarı, en yüksek hibiskus ekstraktı içeren çubuklarda (1118.36 mg/kg GAE) tespit edilirken, örneklerin antioksidan aktiviteleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Karmine kullanılan çubukların daha düşük L^* ve b^* değerleri ($P<0.05$; $P<0.01$) ve daha yüksek a^* değeri ($P<0.01$) ile daha koyu kırmızı renkli olduğu belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede ise, en yüksek lezzet ve genel beğeni puanına hibiskus içeren çubuklar sahip olmuştur. Bu çalışmada, atıştırmalık et çubuklarının hem renklendirilmesi hem de zenginleştirilmesinde hibiskus ekstraktının başarıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Atıştırmalık et çubukları, doğal boya, hibiskus, karadut

**USE OF BLACK MULBERRY AND HIBISCUS EXTRACTS AS AN
ALTERNATIVE TO CARMINE IN COLORING SNACK MEAT STICKS**

ABSTRACT

Snack meat sticks are meat product obtained by stuffing natural lamb intestines with meat paste, which generally contains salt and various spices, and then cooking it. This study investigated the effect of mulberry and hibiscus extracts as natural colorants on the color stability, lipid oxidation, and sensory properties of snack sticks. pH and water activity (a_w) values of snack sticks containing mulberry extract were lower ($P<0.05$) than those containing carmine and hibiscus extracts. The highest total phenolic was in sticks containing hibiscus (1118.36 mg/kg GAE), while no statistically significant differences were in antioxidant activity among samples. Carmine-containing sticks were

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: elifaykin@akdeniz.edu.tr

☎: (+90) 242 310 4345

☎: (+90) 242 227 4564

Cem Yiğit; ORCID no: 0009-0007-2543-6395

Elif Aykın Dinçer; ORCID no: 0000-0003-4427-9819

darker red with lower L^* and b^* values ($P<0.05$; $P<0.01$) and a higher a^* value ($P<0.01$). In sensory evaluation, sticks containing hibiscus had the highest flavor and overall acceptability scores. In this study, it was concluded that hibiscus extract could be successfully used for both coloring and enriching snack meat sticks.

Keywords: Snack meat sticks, natural dye, hibiscus, black mulberry

GİRİŞ

Et ve et ürünleri protein, yağ, esansiyel amino asitler, mineraller, vitamin ve diğer besin maddeleri açısından önemli kaynaklardır (Zhang vd., 2010). Et ürünlerinin üretim ve muhafazasındaki yeni teknolojik gelişmeler, bu ürünlerin küresel pazarda rekabet gücünü artırmakta ve kırmızı et üretimindeki artışta önemli rol oynamaktadır. Dünyadaki toplam et üretimi yaklaşık 337 milyon ton/yıl olup, bunun 206 milyon tonunu kırmızı et, 131 milyon tonunu beyaz et ve işlenmiş et üretimi ise 27 milyon tonunu oluşturmaktadır (Alfaifi vd, 2023).

Atıştırmalıklar; çalışan bireyler, okul çağındaki çocuklar ve seyahat edenler için kısa süreli açlığı gidermek üzere üretilmiş küçük boyutlu, pratik gıda ürünleridir. Günümüzde nüfusun çoğunluğu, bazı spesifik özelliklere sahip, doğal içerikler veya bileşenler kullanılarak hazırlanmış atıştırmalık gıdaları tercih etmektedir. Atıştırmalıklar, genel olarak hazırlanmaya hazır (Ready to prepare, RTP) veya yemeye hazır (Ready to eat, RTE) olarak ifade edilen ve genellikle açlığı kısmen gidermenin yanı sıra enerji ve besin sağlamak amacıyla öğünler arasında tüketilen gıdalardır (Macrae vd, 1993). Bunlar, daha kolay taşıma için genellikle küçük miktarlarda ve kompakt bir şekilde paketlenen kullanışlı gıda ürünleridir. Çok çeşitli olmaları ve karakteristik tat ve lezzetleri nedeniyle çocuklardan gençlere, çalışanlardan yaşlılara kadar toplumun her kesimi tarafından sevilerek tüketilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde, toplam satış hacmi esas alındığında, et çubuklarının en popüler etli atıştırmalıklar olduğu ve toplam etli atıştırmalık satışının %55'ini oluşturduğu bildirilmiştir (Kumar vd., 2019).

Karadut (*Morus nigra*), içerdiği aroma bileşenleri ve şeker/asit oranı nedeniyle şekerli-ekşi tadı olan, ferahlatıcı özelliğe sahip lezzetli bir meyvedir. Bu özelliği sayesinde taze meyve, kuru meyve, pekmez, meyve suyu ve alkollü içecek gibi farklı

şekillerde tüketilen bir dut türüdür. (Kutlu vd., 2011). *M. nigra*'dan izole edilen çeşitli biyoaktif bileşikler aynı zamanda bitkisel ilaç olarak da hayvanlar ve insanlar üzerinde analjezik ve antiinflamatuvar etkilerinden dolayı kullanılmıştır (Lim ve Choi, 2019). Karadut (*M. nigra*) meyvesi resveratrol ve oxyresveratrol bileşikleri bakımından zengin olduğundan güçlü bir antioksidan kaynağıdır (Ahlawat vd., 2016). Karadut meyvesinin antidiyabetik, antioksidatif, antiinflamatuvar ve antihiperlipidemik gibi sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin de, esas olarak bu antioksidan bileşiklerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Kutlu vd., 2011).

Hibiscus sabdariffa L., roselle olarak da bilinen, nispeten yetiştirilmesi kolay olduğu, çoklu ekim sistemlerinin bir parçası olarak yetiştirilebildiği ve gıda ve lif olarak kullanılabilirdiği için gelişmekte olan ülkeler için ideal bir üründür. Çin'de tohumları yağı için ve bitki kısmı ise tıbbi özellikleri için kullanılırken, Batı Afrika'da yaprakları ve toz tohumları yemeklerle birlikte tüketilir (Rocha vd., 2014). Özellikle içerdiği antosiyaninlerden delphinidin-3-sambubioside ve siyanidin-3-sambubioside'nin karaciğer bozuklukları, hipertansiyon, diyabet, iltihaplanma ve metabolik sendromu tedavi edici özelliklerinin olduğu tespit edilmiştir (Naji vd., 2021). Aykın-Dinçer vd. (2021) yaptıkları bir çalışmada, kırmızı pancar ekstrakt ve tozunun sosislerde doğal renklendirici olarak kullanımını araştırmışlardır. Pancar ekstrakt ve tozunun, sadece renk gelişimini korumakla kalmayıp aynı zamanda sığır sosislerinde lipit oksidasyonunu da geciktirerek karmine alternatif olarak kullanım potansiyeli gösterdiğini raporlamışlardır. Feifei vd. (2022) doğal renk maddelerini (kırmızı pirinç tozu ve pancar tozu) farklı oranlarda tavuk sosisine ekleyerek en iyi kırmızı rengi sağlayan formülasyonu belirlemişler ve bu ürünlerin kalite özellikleri üzerine doğal renklendirici ilavesinin olumsuz bir etkisinin olmadığını raporlamışlardır. Aditya vd. (2020) ise, balık sosisi formülasyonuna

turuncu renk veren fukoksantini eklemişler ve 21 gün depolama süresince kalite özelliklerindeki değişimi incelemişlerdir. Balık sosislerinin doğal boya ile renk özellikleri iyileştirilirken, pH ve peroksit değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir.

Kırmızı et ürünlerinin renklendirilmesinde yaygın olarak karmin kullanılmaktadır. Böcekten elde edilen bir boya olduğu için tüketici endişelerini önlemek amacıyla et ürünlerinin üretiminde doğal renklendiricilerin kullanılması konusu önem kazanmıştır. Doğal ekstraktlar, stratejik olarak ürünü kırmızı renkli görünüme kavuştururken, biyoaktif bileşenlerce de zenginleştirilerek daha sağlıklı bir ürüne dönüştürmektedir. Bu çalışmada, karmine alternatif olarak karadut ve hibiskus ekstraktları kullanılarak atıştırıcılık et çubuklarının renklendirilmesi ve böylece yeni bir fonksiyonel et ürününün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Literatürde et çubuklarıyla ilgili sınırlı sayıda çalışma olup, fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla farklı ekstraktların üretimde kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Üretilen fonksiyonel atıştırıcılık et çubuklarında karmine alternatif olarak karadut ve hibiskus ekstraktlarının kullanımı araştırılmış ve organik asit, fenolik ve antioksidan bakımından zengin olan bu renk maddelerinin son üründe nem, pH, a_w , renk, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve duyuşsal kalite üzerine etkisi yapılan analizlerle incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma kapsamında kullanılan orta yağlı kıyma, Antalya'da bulunan yerel bir kasaptan orta yaşta kesilmiş ve olgunlaşmış sığır karkaslarının kaburga ve döş etlerinden kıyma çektilerle temin edilmiştir. Kıyma örneği, et çubuğu üretimi yapılacağı zaman soğuk zincir altında laboratuvara getirilmiştir. Et çubuklarının üretimi için, aktardan temin edilen toz kırmızıbiber, kimyon, karabiber, tuz, karmin tozu, karadut ekstraktı ($\approx 75^\circ\text{Bx}$) ve hibiskus (*Hibiscus sabdariffa* L.) bitkisinin kurutulmuş yaprakları kullanılmıştır. Karadut meyvesi, genellikle ilkbahar ve yaz aylarında hasat edildiği ve çok hassas bir yapıya sahip olduğu için, yaygın olarak ekstrakt, pekmez ve şurup gibi çeşitli ürünlere işlenerek muhafaza edilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada meyveye

göre daha stabil bir ürün olan karadut ekstraktının kullanımı tercih edilmiştir. Kuru hibiskus yaprakları da, stabil bir ürün olup, ürünlerine göre daha yaygın ve kolay ulaşılabilir olduğundan bu çalışmada kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 3 farklı renklendirici (karmin, karadut, hibiskus) kullanıldığından, kıyma 3 gruba ayrılmıştır. Her bir grupta yaklaşık 1 kg dana kıyma bulunmaktadır. Bir tekerrür için 3 kg kıyma ($1\text{ kg} \times 3\text{ grup}$) kullanılmıştır. Çalışma 2 tekerrürlü ve tekerrürler aynı zamanda üretilerek yürütüldüğünden toplam 6 kg dana kıymadan ($3\text{ kg} \times 2\text{ tekrar}$) atıştırıcılık et çubuğu üretilmiştir.

Metot

Renklendirici ekstraktların hazırlanması

Çalışmada kullanılan hibiskus ekstraktı için, öncelikle kurutulmuş hibiskus yaprakları blenderda (Beko BKK-2155 Maxi El Blenderı, Türkiye) öğütülmüştür. Öğütülmüş örneklerden 50 g tartılmış ve üzerine 450 mL kaynar su ilave edilerek laboratuvar tipi öğütücü (Waring, LB20EG, ABD) içerisinde 15 dk boyunca ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir (Dinçer, 2022). Ekstrakte edilen örnek, önce ev tipi bir süzgeçten süzülüp, daha sonra 106 μm 'lik filtre kağıdından da süzöldükten sonra, saf su ile 5°Bx 'e seyreltilmiştir. Karadut ekstraktı ise, et çubuklarında renklendirme amacıyla ticari üründen direkt tartılarak kullanılmıştır. Renklendirici ekstraktlarda (karadut ve hibiskus) toplam fenolik, antioksidan aktivite ve toplam monomerik antosiyanin miktarı ile renk analizleri gerçekleştirilmiştir.

Et çubuklarının üretimi

Çalışmada 3 farklı formülasyonla (karmin, karadut ve hibiskus içeren) atıştırıcılık çubuk üretimi gerçekleştirilmiştir. Formülasyon Aykın Dinçer vd (2021) tarafından yapılan kırmızı pancar ekstraktı ilave edilmiş sosislerin formülasyonu revize edilerek belirlenmiştir. Bu amaçla, 3 farklı karıştırma kabına orta yağlı dana kıyma (949 g), sodyum tripolifosfat (3 g), tuz (7 g) ve baharat karışımı (Üretimden önce karabiber, kırmızı toz biber ve kimyon baharatları 1:1:1 oranında karıştırılmıştır) (10 g) eklenmiştir. Karminin renklendirici olarak kullanıldığı gruba, 1 g toz karmin ve 30 mL destile su eklenirken (5.6°Bx), karadut ve hibiskus ekstraktlarının kullanıldığı

gruplara ise sadece 50 mL ekstrakt ilavesi yapılmıştır. Kullanılan miktarlar, önceki çalışma (Aykın Dinçer vd., 2021) ve ön denemeler dikkate alınarak belirlenmiştir. Her bir kapta bulunan et çubuğu harcı manuel olarak 7 dk boyunca yoğurulmuştur. Homojen hale getirilen et çubuğu hamuru, 16 mm dolun başlığına sahip dolun makinesi (Laviaton sosis doldurma makinesi, HR-7L-V, Çin) kullanılarak doğal kuzu bağırsaklarına

doldurulmuş ve 70°C'lik fırında 2 saat pişirilmiştir. Bu pişirme koşulunun tercih edilmesinde en önemli sebep ise; daha yüksek sıcaklıkların çubuklarda neden olabileceği zararları (fenolik bileşiklerin kaybı, yanma, kılıflarda aşırı kuruma, yırtılma vb.) önleyerek ürünlerin fonksiyonelliğini koruyabilmektir (Şekil 1, Şekil 2). Üretimlere dair formülasyon Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Et çubuklarının formülasyonu
Table 1. Formulation of meat sticks

İçindekiler/ (Contents)	Bileşim / (Composition)		
	Karmin içeren grup / (Group containing carmine)	Karadut ekstraktı içeren grup / (Group containing black mulberry extract)	Hibiskus ekstraktı içeren grup / (Group containing hibiscus extract)
Orta yağlı kıyma / (Medium fat ground meat) (g)	949	930	930
Su / (Water) (ml)	30	0	0
Tuz / (Salt) (g)	7	7	7
Baharat karışımı / (Spice mix) (g)	10	10	10
Sodyum tripolifosfat / (Sodiumtripolyphosphate) (g)	3	3	3
Karmin / (Carmine) (g)	1	-	-
Karadut ekstraktı / (Black mulberry extract) (ml)	-	50	-
Hibiskus ekstraktı / (Hibiscus extract) (ml)	-	-	50

Analizler

Nem analizi

Örneklerin % nem içeriği, etüvde (VentLine, Fransa) 105±1°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması sonucunda gravimetrik olarak belirlenmiştir (AOAC, 2000).

Su Aktivitesi Analizi

Örneklerin su aktivitesi değerleri su aktivitesi ölçüm cihazında (AquaLab 4TE, ABD) 25°C'de ölçülmüştür.

pH Analizi

Örneklerin pH analizi için, kıyma haline getirilen et çubuklarından 4±0.001 g tartılmış ve üzerine 40 mL saf su eklenmiştir. Ultraturaks (İKA Ultraturax, T18D, Almanya) ile 1 dk süre ile homojen hale getirildikten sonra, oda sıcaklığında dijital pH metre (Mettler Toledo, ABD) kullanılarak pH ölçümleri yapılmıştır. Her çalışma öncesinde pH metre, pH 4 ve pH 7 tamponları kullanılarak kalibre edilmiştir.

Renk Analizi

Renklendirici ekstraktların ve çubukların renk değerleri (L^* , a^* , b^*), CR-400 kromametre (Konica Minolta, Japonya) kullanılarak CIE renk sistemine göre ölçülmüştür. Renklendirici ekstraktlarda analiz cihaza ait şeffaf renkli örnek kabı kullanılarak ve et çubuklarında ise, örnek yüzeyindeki 2 farklı noktadan ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin dış yüzeyine ait renk değerlerini belirlemek için, bağırsak kılıfın üzerinden ölçümler yapılırken, iç yüzeyi için çubuklar tam ortadan ikiye bölünmüş ve elde edilen kesit yüzeylerinden ölçümler gerçekleştirilmiştir. L^* değeri örneklerin parlaklığını, a^* değeri kırmızı-yeşil renk değerlerini ve b^* değeri ise sarı-mavi renk değerlerini ifade etmektedir (Kiliç vd., 2007). Renk cihazı analizlerden önce cihaza ait kalibrasyon plakası ile kalibre edilmiştir.



Etlerin kıyma haline getirilmesi
(*Mincing meat*)



Atıştırma çubuk hamurlarının yoğurulması
(*Kneading snack stick dough*)



Doğal bağırsaklara dolum işlemi
(*Natural intestinal filling process*)



Tüketime hazır et çubukları
(*Ready-to-eat meat sticks*)



Doldurulan bağırsakların kurutulması
(*Drying of stuffed intestines*)

Şekil 1. Et çubuğu üretim aşamaları
Figure 1. Meat stick production stages

Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik madde, toplam monomerik antosiyanin ve antioksidan aktivite analizleri için ortak ekstrakt hazırlanmıştır. Bu kapsamda, iyice kıyma haline getirilen et çubuklarından 2 ± 0.001 g tartılmıştır. Tartılan örneklerin üzerine %60 etanol - %0.1 HCl içeren çözelti ilave edilip, ultrasonik banyoda (Bandelin, DL510H, Almanya) 40°C 'de 1 saat ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Ekstrakte edilen örnekler, analizlere kadar (en fazla 1 gün) $+4^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarı spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Bu amaçla, 0.5 mL örnek üzerine sırasıyla 2.5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (Merck, Almanya) (saf su ile 10 kat seyreltilmiş) ve 2 mL %7.5'lik Na_2CO_3 (Merck, Almanya) çözeltisi eklenmiştir. Elde edilen karışım vorteks (VWR International, 444-1372, Almanya) yardımıyla karıştırıldıktan sonra, 50°C 'deki su banyosunda 5 dk bekletilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığına soğutulmuş spektrofotometrede (Thermo Scientific Evolution 160 UV-Vis, ABD) 760 nm dalga boyunda absorbans belirlenmiştir. Elde edilen absorbans değerleri gallik asit çözeltileri ile oluşturulan kalibrasyon eğrisi yardımıyla mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg örnek cinsinden ifade edilmiştir (Şkerget vd., 2005).

Antioksidan Aktivite Analizi

Antioksidan aktivite 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikalinin inhibisyonuna dayalı olarak Fernández-León vd. (2013) tarafından uygulanan yöntemle göre belirlenmiştir. Bu amaçla uygun oranda seyreltilmiş örnek ekstraktından 50 μL ve üzerine taze hazırlanmış 950 μL 6×10^{-5} M DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım oda sıcaklığında 30 dk bekletildikten sonra 516 nm dalga boyunda absorbans değeri belirlenmiştir. Elde edilen değer ile DPPH çözeltisinin bekleme süresinin başında saf metanole karşı belirlenen absorbans değerine göre farkları alınmıştır. Örneklerin antioksidan aktivitesi bu absorbans farkları kullanılarak, farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış troloks ile elde edilen eğri yardımıyla mg troloks eşdeğer (TE)/kg örnek cinsinden hesaplanmıştır.

Toplam Monomerik Antosiyanin Analizi

Örneklerde toplam monomerik antosiyanin tayini pH diferansiyel metodu ile spektrofotometrik (Thermo Scientific Evolution 160 UV-Vis, ABD) olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda örnekler pH 1 (0.025 M potasyum klorür) ve pH 4.5 (0.4 M sodyum asetat)'a ayarlı 2 farklı tampon çözelti kullanılarak deney başlangıcında saptanmış olan seyreltme faktörüne uygun olarak seyreltilmiş ve yaklaşık 20 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda her iki seyreltiğin $\lambda_{\text{vis-max}}$ (514 nm) ve 700 nm dalga boyundaki absorbansları saf suya karşı ölçülmüştür. Toplam monomerik antosiyanin miktarı aşağıdaki (Eşitlik 1) ve (Eşitlik 2) yardımıyla siyanidin-3-glukozit cinsinden mg/L ve g/kg olarak hesaplanmıştır (Wang ve Xu, 2007).

$$A = (A_{\lambda_{\text{vis-max}}} \text{ ve } A_{700})_{\text{pH } 1.0} - (A_{\lambda_{\text{vis-max}}} \text{ ve } A_{700})_{\text{pH } 4.5} \quad (\text{Eşitlik 1.})$$

$$\text{Monomerik antosiyanin (mg/L)} = \frac{(A) \times (Mw) \times (Sf) \times 1000}{(\epsilon) \ell} \quad (\text{Eşitlik 2.})$$

Burada; A: düzeltilerek hesaplanmış absorbans farkı, MW: baz alınacak antosiyanin molekül ağırlığı, Sf: seyreltme faktörü, ϵ : molar absorptivite (absorpsiyon katsayısı) ve ℓ : spektrofotometrede kuvvet katman kalınlığını ifade etmektedir.

Duyusal Değerlendirme

Duyusal değerlendirme, 12 kişilik deneyimli bir panelist grubu ile ışıklandırılmış ve havalandırılmış bir odada yapılmıştır. Üç farklı formülasyonda üretilen et çubukları 3 cm'lik düzgün parçalar halinde kesilerek panelistlere sunulmuştur. Değerlendirme esnasında bir önceki örnekten ağızda kalan tadı gidermek amacıyla ekmek verilmiştir. Duyusal analizde panelistler örneklerin renk, koku, lezzet, doku ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede 9'lu hedonik skala (1: çok kötü, 9: mükemmel) kullanılmıştır (Konieczny ve ark., 2007).

İstatistiksel Analiz

Deneme deseninde kullanılan renklendirici (karmin, karadut ekstraktı, hibiskus ekstraktı) faktör olarak alınmış ve araştırma 2 tekerrürlü

olarak yürütülmüştür. Elde edilen verilere SAS (V7, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) bilgisayar programı yardımıyla varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan faktörlere ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Tüm analizlerde, $P < 0.05$ (%95 güven aralığı) ve $P < 0.01$ (%99 güven aralığı) değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiş ve sonuçlar, ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Renklendirici ekstraktların kimyasal özellikleri

Renklendirici olarak kullanılan karadut ve hibiskus ekstraktlarının toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve toplam monomerik antosiyanin içerikleri değerlendirildiğinde, hibiskus ekstraktının içerdiği yüksek fenolik madde miktarına bağlı olarak antioksidan aktivitesinin de karadut ekstraktına göre daha yüksek ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Hibiskusun yapısında bol miktarda ve çeşitli formlarda fenolik bileşikler (elajik asit, etil brevifolinkarboksilat ve gallik asit), daukosterol, sterol, triterpen (maslinik, ursolik, oleanolik vb. asitler), antosiyanin (pelargonidin 3-glukozit ve pelargonidin 5-diglukosit) ve flavonoid (punicaflavon) bulunduğu belirtilmiştir (Yıldız, 2022). Mevcut

çalışma kapsamında üretilen hibiskus ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı 788.89 mg/L GAE ve antioksidan aktivitesi ise 5596.92 mg/L TE olarak tespit edilmiştir. Chumsri vd. (2008) yaptıkları çalışmada, farklı ekstraksiyon koşulları oluşturularak hibiskus bitkisinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite (DPPH) değerlerini sırasıyla 29.22 - 43.06 mg/100 g ve 42.15 - 60.82 mg/mL aralıklarında tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada, sıcaklığın artması ve ekstraksiyon süresinin uzaması toplam fenolik madde içeriğinin azalmasına neden olmuştur. Zhen vd. (2016) *Hibiscus sabdariffa* türüne ait 22 farklı popülasyonun %70 (v/v) metanol çözeltisi ile hazırlanan ekstraktlarında fenolik madde analizi yapmışlar ve 20.4 - 29.9 mg/g aralığında tespit etmişlerdir. Hibiskus ekstraktının toplam monomerik antosiyanin miktarı ise, 532.36 mg/L olarak tespit edilmiştir. Naji (2018) hibiskus ekstraktının antosiyanin içeriğini 8.47 mg delphinidin-3-sambubioside /g örnek olarak tespit etmiştir. Yiğit vd. (2008) karadut meyvesinden elde edilen ekstraktların toplam fenolik içeriğini 0.6-1.6 $\mu\text{g/mL}$ ve DPPH radikal yakalama aktivitesinin 100 $\mu\text{g/mL}$ konsantrasyonunda %1.1 ile %7.1 arasında ve 300 $\mu\text{g/mL}$ 'da ise %7.1 ile %21.1 aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 2. Renklendirici ekstraktların toplam fenolik, antioksidan aktivite ve toplam monomerik antosiyanin miktarları

Table 2. Total phenolic, antioxidant activity and total monomeric anthocyanin amounts of coloring extracts

	Toplam fenolik madde (mg/L GAE) (Total phenolic substance (mg/L GAE))	Antioksidan aktivite (mg/L TE) (Antioxidant activity (mg/L TE))	Toplam monomerik antosiyanin (mg/L) (Total monomeric anthocyanins (mg/L))
Renklendirici (Colorant)			
Karadut (Black mulberry)	150.69 ^b \pm 0.23	376.92 ^b \pm 76.92	2.67 ^b \pm 0.00
Hibiskus (Hibiscus)	788.89 ^a \pm 10.19	5596.92 ^a \pm 138.46	532.36 ^a \pm 2.00
Önem seviyesi (Significance)	**	**	**

^{a,b} Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir

(^{a,b} Mean values shown with different letters in the column indicate differences ($P < 0.05$)).

** $P < 0.01$

Renklendirici ekstraktların renk değerleri

Karadut ekstraktının L^* , a^* , b^* değerleri sırasıyla 17.53, 1.43 ve 1.73 olarak ve hibiskus ekstraktının L^* , a^* , b^* değerleri ise sırasıyla 18.26, 1.59 ve 1.44 olarak tespit edilmiştir. Renk değerlerinde, b^* değeri dışında, istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$) (Çizelge 3). Aykın-Dinçer ve Dinçer (2022) hibiskus ekstraktlarının renk değerleri üzerine konsantrasyon faktörünün (1, 2 ve 4 °Bx) önemli bir etkisinin olmadığını ve

L^* değerinin 12.89-12.95, a^* değerinin 0.74-1.30 ve b^* değerinin 2.51-2.69 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yavaş vd. (2023) ise, karadut suyu konsantrasyonunda 60 gün depolama süresince renk değişimini incelemişler ve L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 20.78-21.34, 0.28-0.46 ve 1.00-1.75 aralıklarında olduğunu tespit etmişlerdir. Bu değerlerin mevcut çalışmadan farklı olmasının sebebinin uygulanan ekstraksiyon metodu ve süresi olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 3. Renklendirici ekstraktların renk değerleri

Table 3. Color values of coloring extracts

	L^*	a^*	b^*
Renklendirici (Colorant)			
Karadut (Black mulberry)	17.53 ^a ± 0.18	1.43 ^a ± 0.005	1.73 ^b ± 0.03
Hibiskus (Hibiscus)	18.26 ^a ± 0.12	1.59 ^a ± 0.15	1.44 ^a ± 0.02
Önem seviyesi (Significance)	NS	NS	*

^{a,b} Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir

(^{a,b} Mean values shown with different letters in the column indicate differences ($P<0.05$)).

NS Önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$); * $P<0.05$

(NS Not Significant ($P>0.05$); * $P<0.05$)

Atıştırmalık et çubuklarının nem, pH ve a_w değerleri

Atıştırmalık et çubuklarının nem değeri üzerine farklı renklendirici kullanımının önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilirken, pH ve a_w değerleri kullanılan renklendiriciden önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0.01$) (Çizelge 4). Atıştırmalık et çubuklarının nem içeriği %46.38 ile %52.17 ve a_w değeri 0.94 ile 0.97 arasında değiştiğinden orta nemli gıda sınıfında (%15-50 nem ve 0.60-0.92 a_w değeri) kabul edilebilir. Atıştırmalık et çubukları; kurutma/pişirme, tutsüleme veya her ikisine birlikte tabi tutularak istenen su aktivitesi değerine ulaştırılmaktadır. Ayrıca, bazıları hafif bir fermantasyonla yavaşça kurutulmuş da üretilmektedir (Huang ve Nip, 2001).

Atıştırmalık et ürünlerinin pH değerleri, karmine kıyasla doğal ekstraktların kullanımına bağlı olarak önemli düzeyde ($P<0.01$) azalmıştır (Çizelge 4). Liu vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada karminele renklendirilmiş surumi, kıyma ve süt

ürünlerinde protein, metal iyonları ve gıda katkı maddelerinin karmine asit ve karmine alüminyum lake rengine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda karmine ile boyanmış kıyma örneklerinde pH değeri 6.55 olarak tespit edilmiştir. Özbacı vd. (2023) süksinik asit, sitrik asit, malik asit, tartarik asit, asetik asit gibi organik asitlerin karadut meyvesinde mevcut olduğunu bildirmiştir. Dolayısıyla, örneklerin karmine grubuna kıyasla düşük pH değerinin, karadut ve hibiskus ekstraktlarından gelen organik asitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Atıştırmalık et çubuklarının toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite sonuçları

Atıştırmalık çubukların toplam fenolik içerikleri üzerine, renklendiricilerin önemli ($P<0.05$) düzeyde etkili olduğu, antioksidan aktivite değerlerine ise önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 5). En yüksek toplam fenolik madde, hibiskus ekstraktı ile renklendirilmiş et çubuklarında tespit edilmiştir. Aykın Dinçer ve

Dinçer (2022) vakum emdirim yoluyla 4°Bx hibiskus ekstraktı ile renklendirilmiş tavuk eti küplerinin toplam fenolik içeriğini 1251.39 mg/kg GAE ve antioksidan aktivitesini ise 4454.31 mg/kg TE olarak tespit etmişlerdir. Quantina vd. (2019) %6 oranında *Hibiscus sabdariffa* içeren soslerde antioksidan aktiviteyi depolamanın ilk günü 0.239 mg/kg TE olarak ve 30. gün ise 0.365 mg/kg TE olarak tespit etmişlerdir. Bıçakçı vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada etlik piliç göğüs etinin marinasyonunda bazı antioksidan aktivite gösteren marinatlar kullanılmıştır. Karadut ekstraktı kullanılarak marine edilen tavuk göğüslerinde pişirme sonrası toplam fenolik madde 271.23 mg GAE/kg, antioksidan aktivite ise 3746.85 µM Trolox/kg olarak tespit edilmiştir. Karmin ile renklendirilmiş et çubuklarında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin sırasıyla 794.71 mg/kg GAE ve 792.30 mg/kg TE

olduğu belirlenmiştir. Gonzalez vd. (2010) yaptıkları çalışmada, karminin en az beta karoten, quersetin ve askorbik asit kadar antioksidan aktivite gösterdiğini rapor etmişlerdir. Ekici vd. (2014) ise, karminle renklendirilmiş sucukların 848.91 mg GAE/kg toplam fenolik içerdiğini ve antioksidan süpürme yüzdesinin 28.41 olduğunu bildirmişlerdir. Yukarıda sunulan çalışma sonuçları farklı ürünlere uygulanan hibiskus ve karadut ekstraktlarının toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteyi arttırdığı yönündedir. Dolayısı ile karmin içeren gruba göre toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite içerikleri bakımından yüksek tespit edilmesi olumlu yorumlanmaktadır. Ayrıca, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite bakımından hibiskus ekstraktı kullanımının karminine göre üstünlük sağladığı ve karadut ekstraktı kullanımının ise karminine eşdeğer olduğu değerlendirilmiştir.

Çizelge 4. Atıştırma et çubuklarının nem, pH, a_w değerleri

Table 4. Moisture, pH and a_w values of snack meat sticks

	Nem (%) (Moisture(%))	pH pH	a_w a_w
Renklendirici (Colorant)			
Karmin (Carmine)	50.79 ^a ± 1.38	6.55 ^a ± 0.00	0.965 ^a ± 0.000
Karadut ekstraktı (Black mulberry extract)	46.38 ^a ± 3.71	6.25 ^c ± 0.01	0.942 ^b ± 0.001
Hibiskus ekstraktı (Hibiscus extract)	52.17 ^a ± 1.25	6.35 ^b ± 0.02	0.966 ^a ± 0.003
Önem Seviyesi (Significance)	NS	**	**

^{a,b,c} Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir

(^{a,b,c} Mean values shown with different letters in the column indicate differences ($P < 0.05$)).

NS Önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($P > 0.05$); ** $P < 0.01$

(NS Not Significant ($P > 0.05$), ** $P < 0.01$)

Atıştırma et çubuklarının iç ve dış yüzey renk değerleri

Örneklerin iç ve dış yüzey L^* , a^* ve b^* değerlerinde, kullanılan renklendiriciye bağlı olarak önemli ($P < 0.05$; $P < 0.01$) bir farklılık tespit edilmiştir (Çizelge 6., Şekil 2). Karminle renklendirilmiş et çubuklarına göre, karadut ve hibiskus ile renklendirilmiş et çubuklarının iç ve dış yüzeyleri daha yüksek L^* değeri ve daha düşük a^* değerine sahip olmuştur. Ayrıca, b^* değeri en düşük karmin içeren et çubuklarında tespit

edilmiştir. Bu farklılığın, karminin yüksek boyama gücünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Karminin ana renk bileşeni, yapıda yaklaşık %50 oranında bulunan ve suda kolay çözünebilen karminik asittir. Et çubuğu gibi nemli bir ortamda, karminik asit gevşek bağlı olduğu karminin yapısından su molekülleri aracılığıyla kolayca ayrılır ve ortama kırmızı rengin hakim olmasını sağlar (Poowakanjana ve Park, 2009). Márquez-Rodríguez vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada hibiskus ekstraktı ile renklendirilen sığır etlerinin

L^* , a^* ve b^* değerlerinin, ekstraktla renklendirilmeyen kontrol grubuna göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Turan ve Şimşek (2021) liyofilize karadut tozunun sulu ekstraktını kullanarak, depolama koşullarında sığır

köftelerinin kalite özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada aerobik koşullarda paketlenen sığır köftelerinin L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 36.74, 18.27 ve 7.27 olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 5. Atıştırmalık çubukların toplam fenolik ve antioksidan aktivite sonuçları
Table 5. Total phenolic and antioxidant activity results of snack sticks

	Toplam fenolik madde (mg/kg GAE) (Total phenolic (mg/kg GAE))	Antioksidan aktivite (mg/kg TE) (Antioxidant activity (mg/kg TE))
Renklendirici (Colorant)		
Karmin (Carmine)	794.71 ^b ± 65.85	792.30 ^a ± 93.28
Karadut ekstraktı (Black mulberry extract)	918.96 ^{ab} ± 49.63	914.47 ^a ± 152.30
Hibiskus ekstraktı (Hibiscus extract)	1118.36 ^a ± 20.02	792.44 ^a ± 31.80
Önem seviyesi (Significance)	*	NS

^{a,b} Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir

(^{a,b} Mean values shown with different letters in the column indicate differences ($P < 0.05$)).

NS Önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($P > 0.05$); * $P < 0.05$

(NS Not Significant ($P > 0.05$); * $P < 0.05$)

Çizelge 6. Atıştırmalık et çubuklarının iç ve dış yüzeyine ait renk değerleri
Table 6. Color values of the inner and outer surface of snack meat sticks

	L^*	a^*	b^*
İç yüzey / (Inner surface)			
Karmin (Carmine)	33.88 ^b ± 0.11	23.61 ^a ± 1.50	9.64 ^c ± 0.19
Karadut ekstraktı (Black mulberry extract)	43.94 ^a ± 0.42	11.49 ^b ± 0.17	15.82 ^a ± 0.12
Hibiskus ekstraktı (Hibiscus extract)	45.07 ^a ± 0.53	11.00 ^b ± 0.31	15.11 ^b ± 0.05
Önem Seviyesi (Significance)	**	**	**
Dış yüzey / (Outer surface)			
Karmin (Carmine)	25.48 ^b ± 0.41	17.84 ^a ± 0.47	6.67 ^b ± 0.06
Karadut ekstraktı (Black mulberry extract)	33.74 ^a ± 1.08	11.65 ^b ± 0.07	12.66 ^a ± 1.17
Hibiskus ekstraktı (Hibiscus extract)	35.02 ^a ± 1.04	11.55 ^b ± 0.23	12.39 ^a ± 0.54
Önem Seviyesi (Significance)	**	**	*

^{a,b,c} Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir

(^{a,b,c} Mean values shown with different letters in the column indicate differences ($P < 0.05$)).

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$



Şekil 2. Karmin (a), karadut ekstraktı (b) ve hibiskus ekstraktı (c) ile renklendirilmiş et çubukları
 Figure 2. Meat sticks colored with carmine (a), black mulberry extract (b) and hibiscus extract (c)

Atıştırma et çubuklarının duysal özellikleri

Yeni bir et ürünü geliştirirken veya mevcut bir et ürününü iyileştirirken verilerin çok önemli olduğu ve et ürününün enstrümantal veya mikrobiyolojik açıdan kabul edilebilir ancak duysal açıdan kabul edilemez olması durumunda bile bu ürünün tavsiye edilemeyeceği açıktır (Hastaoğlu vd., 2021). Duysal değerlendirmede, lezzet ve genel beğeni parametrelerinin farklı renklendiricilerin kullanımından önemli ($P < 0.05$) düzeyde etkilendiği, diğer parametrelerde ise istatistiksel olarak bir farklılığın görülmediği tespit edilmiştir (Çizelge 7.). Tüm grupların görünüş ve renk değerleri arasında istatistiksel olarak bir farkın olmaması; bu ekstraktların panelistler tarafından da kabul edilebilir olduğunu ve et ürünlerinin renklendirilmesinde kullanılabilirliğini göstermektedir. Bozkurt ve Belibağlı (2009) yaptıkları çalışmada kavurmaya hibiskus çiçeği kuru ekleyerek kavurmanın kalite özelliklerini incelemişlerdir. Bu kapsamda hibiskus çiçeği kuru kullanılması duysal renk açısından kavurma örneklerinde önemli bir değişikliğe sebep olmadığı raporlanmıştır. Jung ve Joo (2013)

yaptıkları çalışmada ise hibiskus ekstraktını domuz köftelerinde değerlendirmişlerdir. Başka bir çalışmada, hibiskus ve soya fasulyesi yağıyla üretilen köftelerin en yüksek genel beğeni puanı aldığı bildirilmiştir (Santos vd., 2022). Baez vd. (2021) farklı oranında (%2, 4, 6 ve 8) hibiskus (*Hibiscus sabdariffa* L.) ekledikleri frankfurter soslerinin kalite özelliklerini incelemişler ve %6-8 oranında hibiskus içeren örneklerin duysal skorlarının düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Quantina vd. (2019) %2, %4 ve %6 oranında hibiskus eklenmiş soslerde 30 gün depolama çalışması gerçekleştirmişlerdir. Depolamanın sonunda, %4 hibiskus eklenen soslerinin duysal olarak daha çok beğenildiği bildirilmiştir. Mevcut çalışma sonucunda ise, karmin ve karadut içeren gruba kıyasla hibiskus ekstraktı içeren et çubukları panelistler tarafından daha lezzetli bulunmuştur. Buna ek olarak, hibiskus içeren grup genel beğeni açısından da daha yüksek puana sahip olmuştur. Bu farklılığın, karadut ekstraktının tatlı olmasından kaynaklı ete uygun olmadığından ve karminin tada herhangi bir etkisinin olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 7. Et çubuklarının duyuşal değerlendirmesi
(Table 7. Sensory evaluation of meat sticks)

	Görünüş (Appearance)	Renk (Color)	Koku (Odor)	Lezzet (Flavor)	Doku (Texture)	Genel Beğeni (Overall acceptance)
Renklendiriciler (Colorants)						
Karmin (Carmine)	6.85 ^a ±0.15	6.40 ^a ±0.30	6.80 ^a ±0.00	6.90 ^b ±0.00	6.90 ^a ±0.00	6.65 ^b ±0.05
Karadut (Black mulberry)	7.30 ^a ± 0.00	7.30 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.20	6.70 ^b ±0.05	6.80 ^a ±0.10	6.95 ^b ±0.15
Hibiskus (Hibiscus)	7.10 ^a ± 0.10	7.25 ^a ±0.15	6.90 ^a ±0.05	7.20 ^a ±0.10	7.00 ^a ±0.05	7.40 ^a ±0.00
Önem Seviyesi (Significance)	NS	NS	NS	*	NS	*

^{a,b} Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir

^{a,b} Mean values shown with different letters in the column indicate differences ($P<0.05$).

NS Önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$); * $P<0.05$

(NS Not Significant ($P>0.05$); * $P<0.05$)

SONUÇ

Bu çalışmada, ticari karadut (75°Bx) ve hibiskus (5°Bx) ekstraktları et çubuklarının renklendirilmesinde kullanılmıştır. Gıda endüstrisinde genellikle renklendirme amacıyla kullanılan hibiskus ve karadut ekstraktları, biyoaktif bileşenlerce zengin olmaları nedeniyle de tüketici tercihlerini olumlu yönde etkilemektedir. Bu çalışma kapsamında, hibiskus ve karadut ekstraktları ile renklendirilmiş et çubuklarının gıda sanayide sıklıkla kullanılan karmine alternatif olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Renklendirme açısından hibiskus ekstraktının et çubuklarına oldukça doğal bir renk sağladığı, karadut ekstraktının içerdiği organik asitler sayesinde ürünün pH değerinde düşüşe sebep olduğu ve duyuşal olarak hibiskus ekstraktı ile renklendirilmiş et çubuklarının daha lezzetli bulunduğu tespit edilmiştir. Hem renklendirme hem de biyoaktif bileşenlerce zenginleştirme açısından hibiskus ekstraktının et ürünlerinde kullanılabilceği ve bu konudaki gelecek renklendirme araştırmalarına ışık tutacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

Aditya, N.W., Amin, M.N.G., Alamsjah, M.A. (2020). The effect of fucoxanthin as coloring agent on the quality of catfish sausage. *IOP*

Conference Series: Earth and Environmental Science, 441(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/441/1/012080>

Ahlawat, T., Patel, N.L., Agnihotri, R., Patel, C.R., Tandel, Y. (2016). Black mulberry (*Morus nigra*). *Underutilized fruit crops: Importance and cultivation*, 195:212.

Alfaifi, B.M., Al-Ghamdi, S., Othman, M.B., Hobani, A.I., Suliman, G.M. (2023). Advanced Red Meat Cooking Technologies and Their Effect on Engineering and Quality Properties: A Review. *Foods*, 12(13):1–26. <https://doi.org/10.3390/foods12132564>

AOAC. (2000). Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis 17 th edition. AOAC, Washington DC.

Aykın Dinçer, E. (2020). Soğuk kurutulmuş tavuk eti dilimlerinin bazı kalite özellikleri. *GIDA*, 45(2):262–274.

Aykın Dinçer, E., Dinçer, C. (2022). Vakumlu emdirim ile renkli fonksiyonel tavuk eti küplerinin üretilmesi. *GIDA*, 47(5): 860–873. <https://doi.org/10.15237/gida.gd22056>

Aykın-Dinçer, E., Güngör, K.K., Çaęlar, E., Erbaş, M. (2021). The use of beetroot extract and

- extract powder in sausages as natural food colorant. *International Journal of Food Engineering*, 17(1):75–82. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2019-0052>
- Bıçakçı, G., Türker, D.N., Ertaş, E. (2023). Etlik piliç göğüs etinin marine edilmesinde bazı antioksidan içeren marinatların kullanımı. *GIDA*, 48(4):861-871.
- Bozkurt, H., Belibagli, K. B. (2009). Use of rosemary and *Hibiscus sabdariffa* in production of kavurma, a cooked meat product. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 89, 1168–1173. doi: 10.1002/jsfa.3570
- Perez-Baez, A.J., Camou, J.P., Gonzalez-Aguilar, G., Lucas-Gonzalez, R., Valenzuela-Melendres, M., Viuda-Martos, M. (2021). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extracts added to Frankfurt-type sausages: Effects on chemical, physicochemical, and sensorial properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(10):e15782.
- Chumsri, P., Sirichote, A., Itharat, A. (2008). Studies on the optimum conditions for the extraction and concentration of roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) extract. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30(SUPPL. 1):133–139.
- Da-Costa-Rocha, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I., Heinrich, M. (2014). *Hibiscus sabdariffa* L.—A phytochemical and pharmacological review. *Food Chemistry*, 165:424-443.
- Dinçer, C. (2022). Modeling of hibiscus anthocyanins transport to apple tissue during ultrasound-assisted vacuum impregnation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(6):e15886.
- Erdem, M., Akarsu, S., Pan, E., Kurt, Y. (2014). Bipolar disorder and oxidative stress. *Journal of Mood Disorders*, 4(2):70. <https://doi.org/10.5455/jmood.20131205063815>
- Ekici, L., Ozturk, I., Karaman, S., Caliskan, O., Tornuk, F., Sagdic, O., Yetim, H. (2015). Effects of black carrot concentrate on some physicochemical, textural, bioactive, aroma and sensory properties of sucuk, a traditional Turkish dry-fermented sausage. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1):718-726.
- Feifei, S., Kryzhska, T.A., Yan, L., Zhenhua, D., Danylenko, S.H., Stepanova, T.M., Koshel, O.Y. (2022). Effects of different natural food coloring additions on the quality of chicken sausage. *Journal of Chemistry and Technologies*, 30(2):265–274. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i2.244538>
- Fernández-León, M.F., Fernández-León, A.M., Lozano, M., Ayuso, M.C., Amodio, M.L., Colelli, G., González-Gómez, D. (2013). Retention of quality and functional values of broccoli “Parthenon” stored in modified atmosphere packaging. *Food Control*, 31(2):302–313. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.10.012>
- González, E.A., García, E.M., Nazareno, M.A. (2010). Free radical scavenging capacity and antioxidant activity of cochineal (*Dactylopius coccus* C.) extracts. *Food Chemistry*, 119(1):358-362.
- Huang, T.C., Nip, W.K. (2001). Intermediate-moisture meat and dehydrated meat. In: Meat Science and Applications, Hui, Y.H. (chief ed.), Marcel Dekker Inc., New York, the USA, pp. 403-442.
- Hastaoğlu, E., Vural, H., Can, Ö. P. (2021). Effects of thymol and rosemary essential oils and red beet extract on low-nitrite and carmine-free beef Mortadella. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(10), e15855.
- Jiang, N., Xu, B., Zhao, L., Huang, M., Zhou, G. (2016). Effects of high-temperature–short time (HTST) drying process on proteolysis, lipid oxidation and sensory attributes of Chinese dry-cured chicken. *CyTA—Journal of Food*, 14(3):440–448.
- Karabacak, S., Bozkurt, H. (2008). Effects of *Urtica dioica* and *Hibiscus sabdariffa* on the quality and safety of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *Meat Science*, 78(3):288-296.
- Kiliç, K., Onal-Ulusoy, B., Boyacı, I. H. (2007). A novel method for color determination of edible oils in $L^*a^*b^*$ format. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(2):157–164. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600211>
- Konieczny, P., Stangierski, J., Kijowski, J. (2007). Physical and chemical characteristics and

- acceptability of home style beef jerky. *Meat Science*, 76(2):253–257. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.11.006>
- Kumar, P., Verma, A.K., Kumar, D., Umaraw, P., Mehta, N., Malav, O.P. (2019). Meat snacks: a novel technological perspective. In *innovations in traditional foods*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814887-7.00011-3>
- Kutlu, T., Durmaz, G., Ateş, B., Yılmaz, I., Çetin, M.Ş. (2011). Antioxidant properties of different extracts of black mulberry (*Morus nigra* L.). *Turkish Journal of Biology*, 35(1):103–110. <https://doi.org/10.3906/biy-0904-22>
- Lemon, D.W. (1975). An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51. HalifaxLaboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lim, S.H., Choi, C.I. (2019). Pharmacological properties of *Morus nigra* L.(black mulberry) as a promising nutraceutical resource. *Nutrients*, 11(2):437.
- Liu, Q., He, Z., Zeng, M., Qin, F., Wang, Z., Liu, G., Chen, J. (2021). Effects of different food ingredients on the color and absorption spectrum of carminic acid and carminic aluminum lake. *Food Science & Nutrition*, 9(1), 36-43.
- Márquez-Rodríguez, A.S., Nevárez-Baca, S., Lerma-Hernández, J.C., Hernández-Ochoa, L. R., Nevárez-Moorillon, G.V., Gutiérrez-Méndez, N., Muñoz-Castellanos, L.N., Salas, E. (2020). In vitro antibacterial activity of *Hibiscus sabdariffa* L. phenolic extract and its in situ application on shelf-life of beef meat. *Foods*, 9(8):1080.
- Macrae, R., Robinson, R.K., Sadler, M.J. (1993). *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. Academic Press, London, p. 4167.
- Modi, V.K., Sachindra, N.M., Nagegowda, P., Mahendrakar, N.S., Narasimha Rao, D. (2007). Quality changes during the storage of dehydrated chicken kebab mix. *International Journal of Food Science & Technology*, 42(7):827–835.
- Naji, A., Berktaş, S., Çam, M. (2021). Mikrokapsüle Hibiskus (*Hibiscus sabdariffa* L.) ekstraktı tozu ile soğuk çay üretimi: Antioksidan aktivite ve duyuşal özellikler (Tr). *European Journal of Science and Technology*, 31(31):831–836. <https://doi.org/10.31590/ejosat.991763>
- Naji, A. (2018). *Instant hibiskus çayı üretimi*, Erciyes Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, Erciyes, 97 s.
- Jiang, Y., Nie, W.J. (2015). Chemical properties in fruits of mulberry species from the Xinjiang province of China. *Food Chemistry*, 174:460-466. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.083>
- Jung, E., Joo, N. (2013). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and soybean oil effects on quality characteristics of pork patties studied by response surface methodology. *Meat Science*, 94:391–401. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.02.008
- Özbalcı, D., Aydın, E., Özkan, G. (2023). Phytochemical profile and pharmaceutical properties of mulberry fruits. *Food and Health*, 9(1):69–86. <https://doi.org/10.3153/fh23007>
- Pérez-Quintana, M., Silva-Chango, J., Caicedo, W., Bravo-Sánchez, L., Arias-Gutiérrez, R. (2019). Use of *Hibiscus sandariffa* extract as a natural antioxidant in sausages. *Mol2net*, 5:85-93.
- Poowakanjana, S., Park, J. W. (2009). Controlling the bleeding of carmine colorant in Crabstick. *Journal of Food Science*, 74(9):C707-C712.
- Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A.R., Simonič, M., Knez, Ž. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89(2):191–198. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.025>
- Santos, E. M., Sánchez-Ortega, I., Lorenzo, J. M., Domínguez, R., Munekata, P. E., Falfán-Cortés, R. N., Ibarra, I. S., Rangel-Vargas, E. (2022). Use of *Hibiscus sabdariffa* calyces in meat products. *Frontiers in Animal Science*, 3, 876042.
- Turan, E., Şimşek, A. (2021). Effects of lyophilized black mulberry water extract on lipid oxidation, metmyoglobin formation, color stability, microbial quality and sensory properties of beef patties stored under aerobic and vacuum packaging conditions. *Meat Science*, 178(April). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108522>

Wang, W.D., Xu, S.Y. (2007). Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate. *Journal of Food Engineering*, 82(3):271–275. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.01.018>

Yavaş, O., Sengul, M., Zor, M. (2023). Changes in some physical and chemical properties of Black Mulberry (*Morus nigra* L.) concentrate during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2023/2802241>

Yiğit, D., Mavi, A., Aktaş, M. (2008). Antioxidant activities of black mulberry (*Morus nigra*). *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1–2:223–232.

Zhen, J., Villani, T.S., Guo, Y., Qi, Y., Chin, K., Pan, M.H., Ho, C.T., Simon, J.E., Wu, Q. (2016). Phytochemistry, antioxidant capacity, total phenolic content and anti-inflammatory activity of *Hibiscus sabdariffa* leaves. *Food Chemistry*, 190:673–680. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.006>

Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E.J., Ahn, D.U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86(1):15-31.