

SIĞIR KIYMASININ BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE
***Trachystemon Orientalis* L. SU, METANOL VE PETROL ETER**
EKSTRAKTLARININ ETKİLERİ

Muhammet İrfan Aksu^{1*}, Hakan Derman²

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye
²TAGEM, Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gıda Teknolojileri Bölümü, Giresun, Türkiye

Geliş / Received: 15.02.2022; Kabul / Accepted: 06.04.2022; Online baskı / Published online: 13.04.2022

Aksu, M.İ., Derman, H. (2022). Sığır kıymasının bazı kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine *Trachystemon Orientalis* L. su, metanol ve petrol eter ekstraktlarının etkileri. *GIDA* (2022) 47 (3) 468-480 doi: 10.15237/gida.GD22023

Aksu, M.İ., Derman, H. (2022). The effects of water, methanol and petroleum ether extracts of *Trachystemon Orientalis* L. on some quality properties and shelf life of ground beef. *GIDA* (2022) 47 (3) 468-480 doi: 10.15237/gida.GD22023

ÖZ

Araştırmada, *Trachystemon orientalis* L.'nin (Kaldirik, Somar) sığır kıymasının raf ömrüne etkisi araştırılmıştır. Kurutulmuş *Trachystemon orientalis* L. yaprakları farklı solventler (petrol eter, metanol ve su) ile muamele edildikten sonra liyofilize edilmiştir. Liyofilize ekstraktlar kıymaya farklı seviyelerde (250 ppm ve 500 ppm) ilave edilmiş ve kıyma örnekleri 2 ± 1 °C'de aerobik olarak depolanmıştır. Depolanmanın 1., 24., 48. ve 72. saatlerinde örneklerin TBARS, pH ve renk özellikleri ile *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* sayıları tespit edilmiştir. Ekstrakt ilavesi kıyma örneklerinin pH değerini artırmış ($P < 0.01$), lipid oksidasyonunu yavaşlatmıştır ($P < 0.01$). a^* değeri 250 ve 500 ppm su ekstraktlı örneklerde diğer muamele gruplarına göre daha fazla korunmuştur. Kıymaya ekstrakt ilavesi *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* gelişimini engellemiştir ($P < 0.01$). İncelenen özellikler üzerine depolama süresinin önemli etkilerinin olduğu ($P < 0.01$), depolama süresince bütün örneklerin TBARS değerlerinin arttığı ($P < 0.01$), en fazla artışın ise kontrol grubu örneklerde olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Anahtar kelimeler: Sığır kıyması, *Trachystemon orientalis* L., antimikrobiyel etki, antioksidan etki, renk, bitki ekstraktı

THE EFFECTS OF WATER, METHANOL AND PETROLIUM ETHER
EXTRACTS OF *Trachystemon Orientalis* L. ON SOME QUALITY PROPERTIES
AND SHELF LIFE OF GROUND BEEF

ABSTRACT

In the study, the effects of *Trachystemon orientalis* L. (Kaldirik, Somar) on the shelf life of ground beef were investigated. Dried leaves were lyophilized after being treated with different solvents (petroleum ether, methanol and water). Lyophilized extracts were added to ground beef at different levels (250 ppm and 500 ppm), and the samples were stored at 2 ± 1 °C. TBARS, pH, color values and *Pseudomonas* and *Enterobacteriaceae* counts of the ground beef samples were analyzed at 0, 24, 48, and 72 hours of storage. The addition of the extract increased the pH value of ground beef ($P < 0.01$) and prevented

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ mirfan.aksu@ogu.edu.tr

☎ (+90) 222 239 4880

☎ (+90) 222 324 2990

Muhammet İrfan Aksu; ORCID no: 0000-0001-9391-6955

Hakan Derman; ORCID no: 0000-0002-1362-765X

lipid oxidation ($P < 0.01$). The a^* value was more preserved in the samples with 250 and 500 ppm water extract than in the other treatment groups. Addition of extract to ground beef prevented the growth of *Pseudomonas* and *Enterobacteriaceae* ($P < 0.01$). Storage time had significant effects on the investigated properties ($P < 0.01$). During storage, TBARS values of all samples increased ($P < 0.01$), while the highest increase was detected in control samples ($P < 0.05$).

Keywords: Ground beef, *Trachystemon orientalis* L., antimicrobial effect, antioxidant effect, color, plant extracts

GİRİŞ

Sığır kıyması; kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel değişimlerin çok hızlı olduğu, yapısal özellikleri ve hazırlama teknolojisi ile mikrobiyel kontaminasyona uygun olan taze et ürünlerinden biridir. Bu nedenlerle kıymanın raf ömrü oldukça kısadır. Kıyma, bileşimindeki yüksek besleyici değere sahip protein ve yağ gibi bileşenleri, uygun pH, yüksek su aktivitesi değeri ve etin kıyma haline getirilmesi sırasında yüzey alanının genişlemesi sonucu birçok mikroorganizmanın gelişebileceği ideal bir ortam haline gelmektedir. Etin yüzey mikroflorasını oluşturan mikroorganizmalar, kıymanın hazırlanması özellikle çekme ve karıştırma işlemleri sırasında ürünün her tarafına yayılmakta ve uygun şartlar oluştuğunda da hızla gelişerek ürünün raf ömrünü kısaltmakta ve ürün güvenliği ve tüketici sağlığı açısından potansiyel risk oluşturmaktadır. Kıymanın mikrobiyel açıdan kaliteli ve tüketilebilir olması için, öncelikle kıyma elde edilecek etin mikrobiyolojik kalitesine, üretim öncesi ve üretim sırasında hijyen ve sanitasyon kurallarına, ambalajlama şekline ve depolama şartlarına dikkat etmek gerekmektedir. Kıymanın mikroorganizma yükü oldukça yüksektir (Öztaş, 1999) ve patojen bakteri bulundurma olasılığı da fazladır (Ünlütürk ve Turantaş, 1999). Ürünün genellikle ambalajsız tüketime sunulması ve uygun olmayan muhafaza koşulları da bozulmayı hızlandırmaktadır. Üründe yağ miktarlarının yüksek olması lipid oksidasyonunun da hızlı olmasını sağlamaktadır. Bu nedenlerle tüketime sunulan hazır kıymalarda bazı ilave tedbirlerin alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda yapılan araştırmalarda antimikrobiyel ve antioksidan özellik gösteren birçok bitkinin et ürünlerinde kullanılabilme imkânlarının belirlenmesine yönelik araştırmalar son yıllarda giderek artmıştır (Alp ve Aksu, 2010; Aksu vd., 2020; Aksu ve Turan, 2021, 2022; Aksu ve Özer,

2013; Bambeni vd., 2021; Kaczmarek ve Muzolf-Panek, 2021).

Doğal bitkiler ve ekstraktları günümüzde farklı amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunların en sık kullanım alanları da gıdalardaki antioksidan ve antimikrobiyel etkileridir. Doğal kaynaklardan elde edilen ekstraktların gıda güvenliğini artırdığı ve raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir (Aksu, 2003; Alzoreky ve Nakahara, 2003; Özen, 2010). *Trachystemon orientalis* L. bitkisi de bu bitkilerden biridir (Karagöz vd., 2002; Uzun vd., 2004; Şekeroglu vd., 2006.) ve Boraginaceae familyasına aittir. Karadeniz Bölgesinin değişik habitatlarında yayılış gösteren *Trachystemon orientalis* L. G. Don (Boraginaceae) çiçekleri, sapları ve yaprakları gıda maddesi olarak kullanılan Avrupa-Sibirya kökenli bir bitkidir. *Trachystemon orientalis* L. cinsi Türkiye’de tek tür ile temsil edilmektedir (Akçin vd., 2004). Ülkemiz Kuzey Anadolu kıyı coğrafyasında halk tarafından çeşitli amaçlarla sıklıkla kullanılan (taze, konserve, turşu, kurutulmuş, bitki çayı) *Trachystemon orientalis* L.’nin (Yeşilada vd., 1999; Öz ve Sadıkoğlu, 2002; Birinci, 2008) teknolojik olarak işlenmesi ve gıda sanayinde kullanılması hakkında herhangi bir literatüre rastlanmamıştır. Bu kapsamda sanayici ve tüketici açısından arzu edilen optimum ürün profilinin sağlanabilmesi için *Trachystemon orientalis* L. ile ilgili veya destekleyici bilimsel verilerin belirlenmesi önemlidir. Bu araştırmada, tüketime hazır hale getirilmiş taze sığır kıymalarına *Trachystemon orientalis* L. bitkisinin petrol eter, su ve metanol ekstraktları farklı oranlarda ilave edilerek ürünün raf ömrünün uzatılabilme imkânları araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırmada ekstrakt üretiminde kullanılan *Trachystemon orientalis* L. bitkisi Trabzon, Tonya, Karasu köyünden hasat edilmiştir. Erzurum Et ve Süt Kurumu’ndan temin edilmiş parça etler,

laboratuvar şartlarında ayna delik çapı 5 mm olan kıyma makinası ile kıyma haline getirilerek materyal olarak kullanılmıştır.

Trachystemon orientalis L. bitkisinin kurutulmuş yapraklarından ekstrakt eldesinde Alp ve Aksu (2010) tarafından verilen yöntem kısmen modifiye edilerek uygulanmıştır. Yönteme göre 20 gram kurutulmuş-parçalanmış bitki materyali üzerine 400 ml çözücü materyal (su, eter ve metanol) ilave edilmiş ve Ultra-Turrax kullanılarak (IKA T25 Werk, Germany) 30 saniye homojenize edilmiştir. Bileşim daha sonra magnetik karıştırıcı üzerinde bekletilmiş (15 dakika) ve Whatman No: 1 filtre kâğıdı kullanılarak süzüntü elde edilmiştir. Elde edilen süzüntüden çözücü materyal rotary evaporatörle (40 °C'de, 30-60 dakika) uzaklaştırılmış, -38°C'de dondurulmuş ve -50°C'de liyofilize edilmiştir.

Araştırmada biri kontrol ve altısı muamele grubu olmak üzere yedi grup oluşturulmuştur. Muamele grupları için kıyma örneklerine liyofilize *Trachystemon orientalis* L. petrol eter (LTOPE), metanol (LTOME) ve su (LTOSE) ekstraktları 250 ppm ve 500 ppm seviyelerinde ilave edilmiştir. Ekstrakt ilave dilmeyen grup kontrol grup olarak değerlendirilmiştir. Petrol eter, metanol ve su ekstraktları straför köpük tabaklar içinde 200'er gramlık porsiyonlar şeklinde hazırlanan kıyma örneklerine ilave edilmiş ve üzerleri tek katlı streç film ile kaplanmıştır. Bu şekilde hazırlanan kontrol ve ekstraktlı kıymalar 2±1°C'de 72 saat süreyle depolanmış ve depolamanın 1., 24., 48. ve 72. saatlerinde TBARS, pH ve renk (L*, a*, b*) analizleri ile *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* sayıları tespit edilmiştir.

Örneklerdeki TBARS değeri Lemon (1975) ve Aksu (2009)'a, pH değeri Gökalp vd. (2001)'e göre belirlenmiştir. Örneklerin renk yoğunlukları (L*; L*=0, siyah; L*=100, beyaz (koyuluk-açıklık), a*; +a*=kırmızı, -a*=yeşil ve b*; +b=sarı, -b*=mavi) Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analizler ise Baumgart vd. (1993) tarafından verilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre kurulmuş ve iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Model ana varyasyon kaynağı olarak muamele (Kontrol, 250 ppm LTOPE, 500 ppm LTOPE, 250 ppm LTOME, 500 ppm LTOME, 250 ppm LTOSE ve 500 ppm LTOSE), depolama süresi (1., 24., 48. ve 72. saat) ile bunların interaksiyonlarını içermektedir. Elde edilen verilere paket program (SPSS 22.0) kullanılarak varyans analizi yapılmış, önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ilişkin ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır ($\alpha = 0.05$). Ortalama değerler çizelgelerde standart sapma (\pm) değerleri ile birlikte verilmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sığır kıyması örneklerinin lipid oksidasyonuna (TBARS değerleri) *Trachystemon orientalis* L. eter (LTOPE), metanol (LTOME) ve su (LTOSE) ekstraktlarının etkisi ile ilgili veriler Çizelge 1'de verilmiştir. Ekstrakt ilavesi ile kıyma örneklerinde malondialdehit (MDA) oluşumu, buna bağlı olarak da TBARS değeri çok önemli ($P < 0.01$) düzeyde etkilenmiştir. En yüksek ortalama değerler kontrol örneklerde (24.97 ± 15.78 μmol MDA/kg), en düşük değerler ise 500 ppm LTOME ilaveli (14.11 ± 7.60 μmol MDA/kg), 250 ppm (15.81 ± 10.05 μmol MDA/kg) ve 500 ppm LTOSE (16.20 ± 9.35 μmol MDA/kg) ilaveli örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bu sonuçlar, *Trachystemon orientalis* L. ekstraktlarının kıymada lipid oksidasyonuna karşı potansiyel bir antioksidan etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Lipid oksidasyonundan koruyucu etki, *Trachystemon orientalis* L. ekstraktlarının yüksek antioksidan kapasiteye sahip çeşitli bileşikleri (polifenoller, flavonoidler, antosiyaninler) içermesine bağlanabilir. Nitekim Özen (2010) tarafından yapılan bir araştırmada, yöresel olarak "Galdirik" diye tanımlanan *Trachystemon orientalis*'in kurutulmuş yapraklarının toplam fenolik, flavonoid ve antosiyanin miktarlarının sırasıyla 82.1 ± 1.5 mg pyrocatechol/g, 3.63 ± 1.1 mg quercetin/g ve 15.2 ± 0.1 mg cyanidin 3-glukozide/g olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı bu bitkinin kurutulmuş örneklerinden elde edilen %80 etanol + %20 su ekstraktının toplam antioksidan aktivitesinin bütillenmiş hidroksi

tolüen (BHT), *Beta vulgaris* (Pazı), *Tussilago farfara* (Gabalak), *Brassica oleracea* (Karalahana) ve *Chaerophyllum byzantinum* (Mendek) gibi birçok bitkiden daha güçlü olduğunu ancak süperoksit radikal süpürme ve metal şelatlama aktivitesinin bu bitkilerden daha zayıf olduğunu belirlemiştir. *Trachystemon orientalis* L. ekstraktlarının fenolik içeriğinin yüksek olması, yüksek antioksidan kapasitesine sahip olması (Özen, 2010) ve su, eter ve metanol ekstraktlarının kıymalarda malonaldehit oluşumunu engellemesi dikkate

alındığında bu bitki ekstraktlarının kıyma gibi taze et ve et ürünlerinde sentetik antioksidanların yerine doğal antioksidan madde olarak kullanılabilmesi ifade edilebilir. Sığır kıyması ile ilgili yapılan bazı araştırmalarda da ısırğan otu (*Urtica dioica* L.) (Alp ve Aksu, 2010), siyah havuç (*Daucus carota* L.) (Aksu ve Turan, 2021; 2022) ve karadut (*Morus nigra* L.) (Turan ve Şimşek, 2021) liyofilize su ekstraktlarının kıymanın kalite özelliklerini artırdığı ve depolama süresince lipid oksidasyonunu önlediği belirtilmiştir.

Gizelge 1. Farklı seviyelerde liyofilize *Trachystemon orientalis* L. su, metanol ve petrol eter ekstraktı ilave edilerek 2±1 °C'de 72 saat depolanan sığır kıymalarında belirlenen TBARS, pH ve enstrümental renk değerleri

Table 1. TBARS, pH and instrumental color values determined in ground beef stored at 2±1 °C for 72 hours by adding different levels of lyophilized *Trachystemon orientalis* L. water, methanol and petroleum ether extract

n	TBARS ¹	pH	Renk Değerleri / Color Values			
			L*	a*	b*	
Muamele (M) / Treatments (T)						
Kontrol	16	24.97±15.78 a	5.90±0.13 f	44.47±2.52	24.25±4.77 a	14.18±1.39
250 ppm LTOSE	16	15.81±10.05 d	6.00±0.07 ab	44.23±3.23	24.29±2.07 a	14.53±1.59
500 ppm LTOSE	16	16.20±9.35 d	6.01±0.08 a	43.83±3.25	22.98±2.43 ab	14.42±1.80
250 ppm LTOME	16	18.92±12.03 b	5.96±0.09 cd	42.94±3.34	20.88±2.90 c	14.29±1.37
500 ppm LTOME	16	14.11±7.60 e	5.97±0.06 bc	42.70±2.60	18.71±2.62 d	14.45±1.03
250 ppm LTOPE	16	19.26±11.58 b	5.92±0.11 ef	44.78±2.50	22.22±2.26 bc	14.71±1.53
500 ppm LTOPE	16	16.96±10.56 c	5.94±0.10 de	45.52±3.31	20.80±2.64 c	14.78±1.57
P		**	**	ÖD	**	ÖD
Depolama Süresi (DS, Saat) / Storage Time (ST, hours)						
1	28	6.92±0.82 d	5.96±0.07 b	43.56±2.79	22.86±2.50 ab	13.34±1.52 b
24	28	8.99±1.66 c	5.92±0.10 c	43.84±3.30	23.38±4.37 a	14.73±1.30 a
48	28	25.41±7.37 b	5.95±0.13 b	44.66±2.77	21.69±3.25 b	14.93±1.35 a
72	28	30.81±6.34 a	6.00±0.07 a	44.22±3.35	20.15±2.41 c	14.92±1.03 a
P		**	**	ÖD	**	**
İnteraksiyonlar / Interactions						
M x DS (T x ST)		**	**	ÖD	*	ÖD

¹µmol malonaldehit/kg

¹µmol malonaldehyde/kg

a-f: Aynı sütun ve seksiyonda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P < 0,05).

a-f: Any means in the same section and column having the same letters are not significantly different at P < 0.05.

±: Standart sapma,

±: Standard deviation,

** : P < 0,01,

** : P < 0.01,

* : P < 0,05,

* : P < 0.05,

ÖD: Önemli değil (P > 0.05)

ÖD: not significant (P > 0.05)

LTOSE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* su ekstraktı

LTOSE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* water extract

LTOME: Liyofilize *Trachystemon orientalis* metanol ekstraktı

LTOME: Lyophilized *Trachystemon orientalis* methanol extract

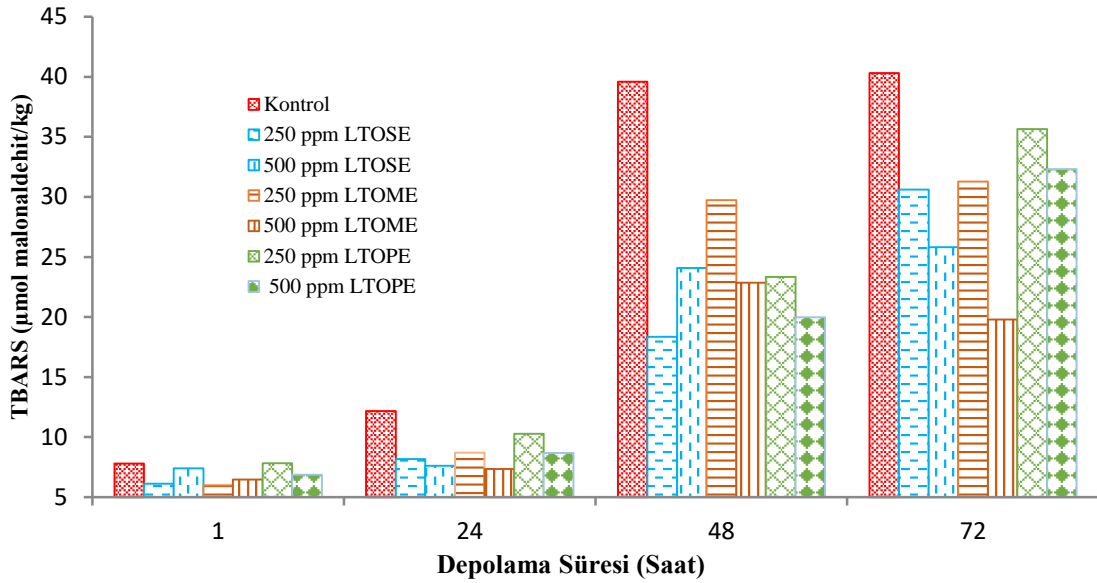
LTOPE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* petrol eter ekstraktı

LTOPE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* petroleum ether

TBARS değeri depolama süresinden çok önemli ($P < 0.01$) düzeyde etkilenmiş, depolama süresine bağlı olarak artmıştır (Çizelge 1). TBARS değeri üzerine muamele x depolama süresi interaksyonunun etkisinin ($P < 0.01$) verildiği Şekil 1'den de görüldüğü gibi depolama süresince en fazla artışın kontrol örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Kıyma örneklerinin tamamında 24 ile 48. saatler arasında hızlı bir lipid oksidasyonu artışı olmuştur. Depolamanın 72. saatinde ise 500 ppm ekstrakt katılan örneklerin TBARS değerleri 250 ppm katılanlardan daha düşüktür. Bu sonuçlar her üç çözücü ile hazırlanan ekstraktın kıymaya ilave edilen seviyesi arttıkça lipid oksidasyonunun engellendiğini göstermektedir. Sığır etinde lipid oksidasyonunun duyusal olarak kabul edilebilirliği yani acılaşıma açısından üst sınır değer olarak kabul edilen 2 mg MDA/kg (Campo vd., 2006) seviyesi dikkate alındığında; depolamanın 48. saatinde kontrol ve 250 ppm LTOME ilave edilen kıyma örneklerinde bu seviye aşılmıştır. 72. saat sonunda ise sadece 500 ppm LTOSE ve LTOME ilaveli kıyma örnekleri bu değerlerin altında kalmıştır. Bu sonuçlar ekstrakt ilavesinin lipid oksidasyonu açısından kontrol kıyma örneklerine göre 250 ppm LTOSE, 250 ve 500 ppm LTOPE ilavesi ile kıyma örneklerinde 24 saatlik, 500 ppm LTOSE ve LTOME ilaveli kıyma örneklerinde ise 48 saatlik bir avantaj sağlandığını göstermektedir. Lipid oksidasyonu üzerine su ve metanol ekstraktları eter ekstraktına göre daha fazla etkili olmuştur (Şekil 1). Yapılan çeşitli araştırmalarda bitki özelliklerine bağlı olarak her bir çözücünün farklı etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Hossain vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada *C. renigera* metanol ekstraktlarının petrol eter ekstraktlarına göre toplam fenol, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasitelerinin daha yüksek olduğunu, DPPH kapasitesinin ise petrol eter ekstraktlarında yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, ekstraktlar arasında özellikle toplam antioksidan kapasitesi açısından önemli bir farklılığın olduğunu, metanol ekstraktında 18.26 ± 3.29 mg/g

AAE olarak tespit ettikleri toplam antioksidan kapasitesinin petrol eter ekstraktında 1.81 ± 0.65 mg/g AAE seviyesinde belirlemişlerdir. Ayhan (2018) *Trachystemon orientalis* yapraklarına ait metanol ekstraktlarının toplam fenolik miktarının 67.01 mg GAE/g, DPPH giderme aktivitesinin ise %65 düzeyinde olduğunu belirlemiştir. Diğer taraftan meyve ve sebzelerin bileşiminde bulunan antosiyanin ve betalainlerin suda çözünür özellikte olmaları su ekstraktının antioksidan özelliğini artırmaktadır. Espin vd. (2000) antosiyaninlerin yüksek antiradikal kapasiteleri nedeniyle, gıdaların oksidatif stabilitelerini arttırdığını tespit etmiştir.

Ekstrakt ilavesi ile kıyma örneklerinin pH değeri çok önemli ($P < 0.01$) düzeyde etkilenmiştir. En yüksek ortalama değerler 6.00 ± 0.07 ve 6.01 ± 0.08 olarak 250 ve 500 ppm su ekstraktlı ilaveli örneklerde, en düşük değerler ise 5.90 ± 0.13 olarak kontrol grubu örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 1). Kontrol örneklere en yakın pH değerleri ise petrol eter ekstraktlı gruplarda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, *Trachystemon orientalis* L. ekstraktlarının kıymada pH'yı artırdığını göstermektedir. *Trachystemon orientalis* L. bitki yapraklarının pH değerinin yüksek olması (Özer ve Aksoy, 2019) ve bazik karakterli Na, K ve Ca gibi mineral maddeler bakımından zengin olmasının (Kibar ve Kibar, 2017) bu artışta etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu bileşenlerin suda daha iyi çözünmeleri nedeniyle su ekstraktına daha fazla geçmiş olmaları ve bu sayede de pH'yı diğer çözücülere göre daha fazla artırmış olmaları muhtemeldir. Özer ve Aksoy (2019) tarafından Karadeniz bölgesinde bulunan 30 *Trachystemon orientalis* genotipinin özelliklerinin belirlendiği çalışmada bitkinin pH değerinin 6.61 ± 0.01 ile 6.88 ± 0.01 arasında değiştiğinin ve özellikle K olmak üzere Ca, P ve Na miktarlarının diğer minerallerden daha yüksek olduğunun belirlenmiş olması da ekstraktlı örneklerde pH'nın yükselebileceğini doğrulamaktadır.



Şekil 1. TBARS değeri üzerine muamele x depolama süresi interaksiyonunun etkisi (LTOSE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. su ekstraktı, LTOME: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. metanol ekstraktı, LTOPE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. petrol eter ekstraktı)

Figure 1. Effect of treatment x storage time interaction on TBARS values (LTOSE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. water extract, LTOME: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. methanol extract, LTOPE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. petroleum ether extract)

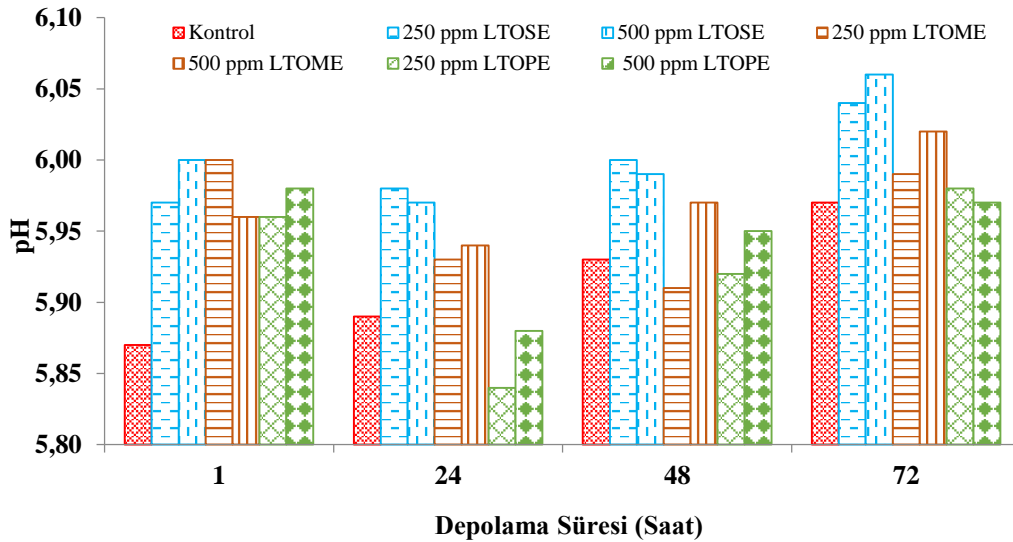
pH değeri depolama süresinden çok önemli ($P < 0.01$) düzeyde etkilenmiş, depolama sonunda en yüksek değerler tespit edilmiştir (Çizelge 1). pH değeri üzerine muamele x depolama süresi interaksiyonunun etkisi de çok önemli ($P < 0.01$) bulunmuş ve interaksiyon grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Çizelge 1'de verilen genel ortalama değerleri dikkate alındığında depolamanın 1. saatinde 5.96 ± 0.07 olan pH değeri 24 saat sonra 5.92 ± 0.10 'a düşmüş ve 48. saatte tekrar yükselmiştir. Muamele x depolama süresi interaksiyonunun verildiği Şekil 2'de 24. saatteki pH düşüşünün ekstraktlı örneklerden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Benzer değişim yani depolama süresince pH'daki dalgalanma Aksu ve Turan (2021) ve Aksu ve Turan (2022)'nin yaptığı araştırmalarda da tespit edilmiştir. Depolama başlangıcına göre takip eden depolama günlerinde ekstraktların etkili olduğu, bu sayede de mikrobiyal gelişim ve proteolitik parçalanma engellendiği için kontrol grubuna kıyasla pH düşmüştür. Hem kontrol hem de ekstraktlı örneklerin pH değerleri depolamanın 24. saatinden sonra ise artmıştır (Şekil 2). Bu artışa

Pseudomonas (Şekil 4) ve *Enterobacteriaceae* (Çizelge 2) sayılarındaki artışında etkili olduğu düşünülmektedir.

Sığır kıymasında renk özelliklerinin önemli bir kalite kriteri olması nedeniyle depolama süresince korunması arzu edilmektedir. Kıymada oksidasyon (lipid, protein), mikrobiyal aktivite, pH değişimi ve kuruma gibi faktörler renk değişiminin başlıca etmenleridir. Bu konuda yapılan birçok araştırmada ekstraktların et ürünlerinde kullanım amaçları arasında taze et ve işlenmiş et ürünlerinde myogloblin oksidasyonunun önlenmesi, bu sayede de depolama süresince renk değişiminin engellenmesi yer almaktadır. Mevcut araştırmada da kıyma örneklerinin enstrümental renk değerleri depolama süresince tespit edilmiş ve ekstrakt ilavesinin L^* ve b^* değerlerini etkilemediği ($P > 0.05$) ancak a^* değeri üzerinde önemli ($P < 0.05$) etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Kontrol ve su ekstraktı ilaveli örneklerde metanol ve petrol eter ekstraktı ilaveli örneklerden daha yüksek a^* değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 1). Kırmızılık indeksinde (a^* / b^*) de benzer değişim

gözlenmiştir. Bitkilerin yapısında bulunan ve kullanılan çözücülerle ekstrakta geçen renk pigmentleri, ekstraktların katıldığı ürün renk değerlerini pH ile birlikte etkilemektedirler. Bununla birlikte katıldıkları ürünlerin pH'sı da renk üzerine etkili bir faktördür (Aksu, Turan ve Sat, 2020). *Trachystemon orientalis* bitkisinin yenibilir yapraklarında en fazla miktarda bulunan renk pigmenti klorofildir (19.15 ± 0.25 mg/100g) (Demir vd., 2020). Bitkinin antosiyaninler ve karotenoidler miktarları ise sırasıyla 15.05 ± 0.22 mg/100g ve 13.14 ± 0.04 mg/100g'dır (Demir vd., 2020). Bilindiği gibi klorofiller, suda çözünmeyip yağda çözünen pigmentlerdir ve yeşil renk özelliği gösterirler. Mevcut çalışmamızda da klorofillerin su ekstraktına geçmemesi, su ekstraktlı kıyma

örneklerinde a^* değerinin kontrol kıyma örneklerinin a^* değerlerine yakın olmasını sağlamıştır. Diğer taraftan *Trachystemon orientalis* bitkisinde hakim renk pigmentlerinden biri olan karotenoidlerin lipofilik bileşikler olmaları ve petrol eter gibi organik çözücülerle çözümleri petrol eter ekstraktlı kıyma örneklerinde a^* değerinin su ekstraktlı ve kontrol örneklerinden daha düşük olmalarına neden olmuştur. Bu etkide *Trachystemon orientalis* bitkisinde karotenoid olarak bulunan β -karoten'in miktar olarak likopenden daha yüksek olması (Demir vd., 2020) da etkili olmuştur. Çünkü β -karoten rengi sarı-turuncu arasında renk özelliğine sahiptir ve gıdalarda doğal renk maddesi olarak kullanılmaktadır (Bilek ve Özkan, 2012).



Şekil 2. pH değeri üzerine muamele x depolama süresi etkisinin etkisi (LTOSE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. su ekstraktı, LTOME: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. metanol ekstraktı, LTOPE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. petrol eter ekstraktı)

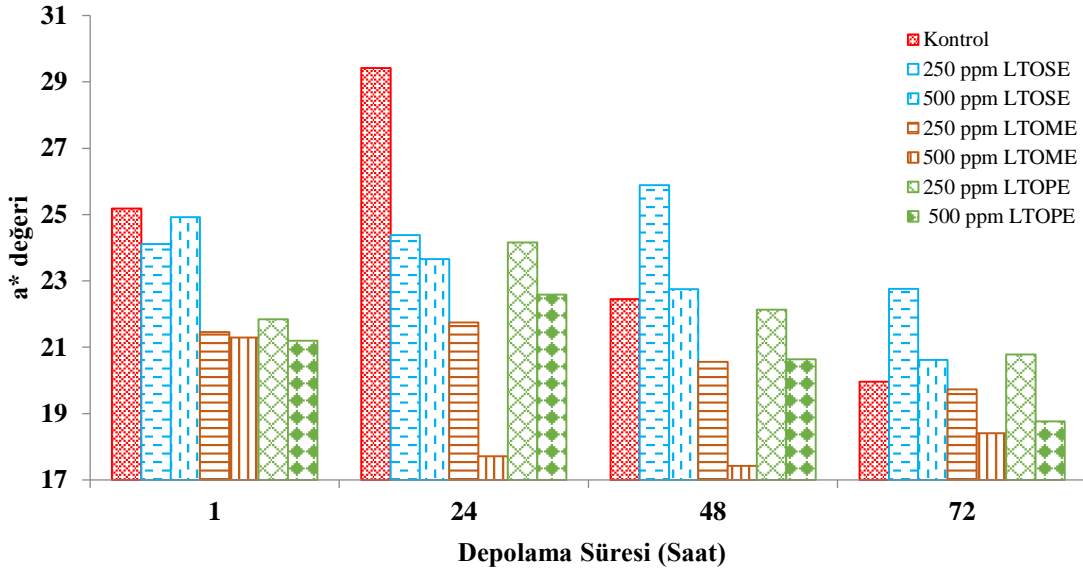
Figure 2. Effect of treatment x storage time interaction on pH values (LTOSE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. water extract, LTOME: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. methanol extract, LTOPE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. petroleum ether extract)

Kıyma örneklerinin a^* ve b^* değerleri üzerine depolama süresinin de çok önemli ($P < 0.01$) etkileri olmuş, depolama süresince a^* değeri azalırken b^* değeri artmıştır (Çizelge 1). a^* değeri üzerine muamele x depolama süresi etkisinin ($P < 0.05$) verildiği Şekil 3'den de görüldüğü gibi depolama süresince en fazla değişim kontrol örneklerde olmuştur. Depolama süresince a^* değerindeki en fazla

azalma ise 500 ppm'li metanol ekstraktlı örneklerde olmuştur. Bu sonuçlar metanol ekstraktının lipid oksidasyonu önlediği kadar myogloblin oksidasyonu üzerine etkili olmadığını göstermektedir. Diğer taraftan depolama süresince a^* değerinin en fazla korunduğu muamele grubu 250 ppm *Trachystemon orientalis* su ekstraktı ilaveli gruptur. Bu grubu 500 ppm su ve 250 ppm petrol eter ekstraktlı gruplar takip

etmektedir (Şekil 3). Bitkisel ekstraktlarla kıyma kalitesinin korunmasına yönelik yapılan çeşitli araştırmalarda da benzer değişimler tespit edilmiştir. Aksu ve Özer (2013) tarafından yapılan araştırmada farklı oranlarda (100, 250 and 500

ppm) *Satureja hortensis* liyofilize su ekstraktı ilave edilerek 4 ± 0.5 °C'de 72 saat depolanan sığır kıymalarında ekstrakt seviyesi arttıkça *a değeri azaldığı, b* değerinin ise arttığı belirtilmiştir.



Şekil 3. a* değeri üzerine muamele x depolama süresi interaksiyonunun etkisi (LTOSE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. su ekstraktı, LTOME: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. metanol ekstraktı, LTOPE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. petrol eter ekstraktı)

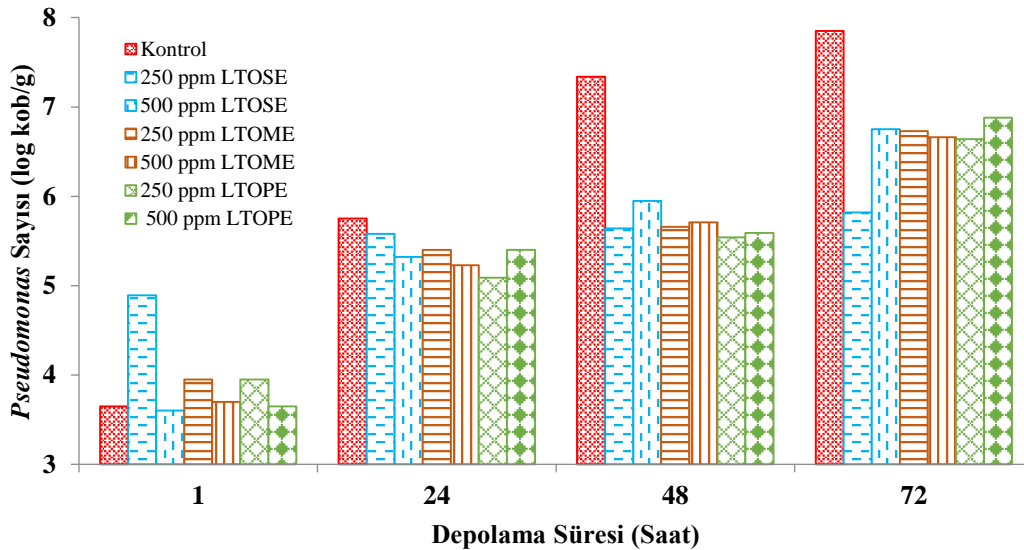
Figure 3. Effect of treatment x storage time interaction on a* values (LTOSE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. water extract, LTOME: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. methanol extract, LTOPE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. petroleum ether extract)

Sığır kıyması örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri üzerine *Trachystemon orientalis* L. eter (LTOPE), metanol (LTOME) ve su (LTOSE) ekstraktlarının etkisi ile ilgili ortalama veriler Çizelge 2'de verilmiştir. Ekstrakt ilavesi ile kıyma örneklerinde *Pseudomonas* sayısı hem ekstrakt ilavesinden ($P < 0.01$), hem de depolama süresinden önemli seviyede ($P < 0.01$) etkilenmiştir. Özellikle 500 ppm LTOME, 250 ppm ve 500 ppm LTOPE ekstraktı ilave edilen kıyma örneklerinde diğer muamele gruplarından daha düşük sayılar belirlenmiştir. Kontrol örneklerde belirlenen sayılar ekstrakt katkılı örneklerden daha yüksektir. *Pseudomonas* sayısı depolama süresince de yükselmiştir ve depolama başlangıcı ile depolama sonu arasında ortalama olarak yaklaşık 3 logaritmik birimlik artış olmuştur (Çizelge 2). *Pseudomonas* sayısı üzerine muamele x depolama süresi interaksiyonunun etkisinin ($P <$

0.01) verildiği Şekil 4'den de görüldüğü gibi depolama süresince en fazla artış kontrol örneklerde olmuştur. Kontrol grubu kıyma örneklerinin tamamında depolama süresince hızlı bir artış olmuştur. Ekstraktlı örneklerin *Pseudomonas* sayıları ise depolamanın 24, 48 ve 72 saatlerinde kontrole göre oldukça düşüktür. Bu sonuçlar her üç çözücü ile hazırlanan ekstraktın taze sığır kıymasında *Pseudomonas* gelişimini engellendiğini göstermektedir. *Pseudomonas*'lar düşük sıcaklıkta muhafaza edilen etlerde renk değişimi, ekşime ve yapışkanlık gibi kalite kayıplarının oluşumunu etkileyen mikroorganizmalar arasında oldukları için gelişimleri arzu edilmez. Sığır kıymasına *Trachystemon orientalis* L. petrol eter, metanol ve su ekstraktlarının ilavesi *Enterobacteriaceae* gelişimini de önlemiştir ($P < 0.01$, Çizelge 2). Kontrol dışındaki gruplar arasında istatistiki olarak bir

farklılık görülmemesine rağmen 250 ppm su ekstraktı ilaveli örneklerde daha düşük değerler tespit edilmiştir (Şekil 4). Benzer bulgular Aksu ve Özer (2013) tarafından da tespit edilmiş olup, *Enterobacteriaceae* gelişiminin 100 ppm *S. hortensis* su ekstraktı ilaveli kıymalarda 250 ve 500 ppm ilaveli örneklerden daha az olduğu belirtilmiştir. Depolama başlangıcında ortalama 3.36 log kob/g olarak belirlenen *Enterobacteriaceae* sayısı depolamanın 48 saatine kadar yükselmiş, 48 ve 72. saatler arasında ise istatistiki olarak bir farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 2). *Trachystemon orientalis* L. ekstraktlarının et ve et ürünlerinde kullanımı ile ilgili herhangi bir literatüre rastlanmamıştır. Ancak aerobik ambalajlanmış sığır kıymalarına farklı oranlarda *S. hortensis* su ekstraktı ilavesi ile ilgili yapılan bir araştırmada (Aksu ve Özer, 2013) araştırma bulgularımıza benzer değişimler tespit edilmiştir. Araştırmacılar su ekstraktı ilaveli örneklerde hem *Pseudomonas* hem de *Enterobacteriaceae* sayılarının kontrole göre daha düşük olduğunu ve 4 ± 0.5 °C'de 72 saatlik depolama süresince bu sayıların arttığını tespit etmişlerdir. Bu bitki ile ilgili yapılan farklı bir araştırmada metanol ekstraktının da

antimikrobiyel etkisinin olduğu belirtilmiştir (Adıgüzel vd., 2007). Son yıllarda yapılan çeşitli araştırmalarda da bitkisel ekstraktların taze et ürünleri (Alp ve Aksu, 2010; Aksu vd., 2015; Aksu ve Turan, 2021; Aksu ve Turan, 2022) ile farklı et ürünlerinde (Aksu ve Kaya, 2004; Turan ve Şimşek, 2021; Aksu vd., 2020; Aksu vd., 2022) antimikrobiyel etki gösterdiği belirtilmiştir. Diğer taraftan Karagöz vd. (2004), Yılar vd. (2014) ve Onaran ve Yılar (2012)'de *Trachystemon orientalis* L.'in güçlü antiviral ve antifungal özelliklerinin olduğunu belirtmişlerdir. Karagöz vd., (2002) tarafından *Trachystemon orientalis* bitkisinin antiviral etki potansiyelinin araştırıldığı çalışmada, bitkinin toprak üstü kısımlarından hazırlanan su ekstraktlarının sitotoksik olmayan 40 µg/ml konsantrasyonda parainfluenza virus plak oluşumunu % 50 oranında, 100 µg/ml'lik konsantrasyonda ise % 72 oranında inhibe ettiği belirlenmiştir. *Trachystemon orientalis* L. ile ilgili yapılan farklı araştırmalarda da etanol (Uzun vd., 2004) ve metanol (Ayhan, 2018) ekstraktının *E. coli* üzerine inhibisyon etkisi olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. *Pseudomonas* sayısı üzerine muamele x depolama süresi interaksyonunun etkisi (LTOSE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. su ekstraktı, LTOME: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. metanol ekstraktı, LTOPE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* L. petrol eter ekstraktı)

Figure 4. Effect of treatment x storage time interaction on *Pseudomonas* counts (LTOSE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. water extract, LTOME: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. methanol extract, LTOPE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* L. petroleum ether extract)

Kıyma kalitesi üzerine *Trachystemon orientalis* L. ekstraktlarının etkileri

Çizelge 2. Farklı seviyelerde liyofilize *Trachystemon orientalis* L. su, metanol ve petrol eter ekstraktı ilave edilerek 2 ± 1 °C'de 72 saat depolanan sığır kıymalarında belirlenen *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* sayıları

Table 2. *Pseudomonas* and *Enterobacteriaceae* counts determined in ground beef stored at 2 ± 1 °C for 72 hours by adding different levels of lyophilized *Trachystemon orientalis* L. water, methanol and petroleum ether extract

	n	<i>Pseudomonas</i> (kob/g) / (CFU/g)	<i>Enterobacteriaceae</i> (kob/g) / (CFU/g)
Muamele (M) / Treatments (T)			
Kontrol	16	6.15±1.81 a	4.74±0.87 a
250 ppm LTOSE	16	5.73±0.75 b	3.65±0.80 b
500 ppm LTOSE	16	5.41±1.25 bc	4.05±0.72 b
250 ppm LTOME	16	5.43±1.07 bc	4.00±0.58 b
500 ppm LTOME	16	5.32±1.17 c	4.09±0.42 b
250 ppm LTOPE	16	5.31±1.03 c	3.96±0.45 b
500 ppm LTOPE	16	5.38±1.25 c	3.99±0.58 b
P		**	**
Depolama Süresi (DS, Saat) / Storage Time (ST, hours)			
1	28	3.91±0.52 d	3.36±0.49 c
24	28	5.39±0.22 c	4.01±0.40 b
48	28	5.92±0.64 b	4.39±0.38 a
72	28	6.90±0.52 a	4.49±0.69 a
P		**	**
İnteraksiyonlar / Interactions			
M x DS (T x ST)		**	ÖD

a-c: Aynı sütün ve seksiyonda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (P < 0,05).

a-c: Any means in the same section and column having the same letters are not significantly different at P < 0.05.

±: Standart sapma,

±: Standard deviation,

** : P < 0,01,

** : P < 0.01,

ÖD: Önemli değil (P > 0,05)

ÖD: not significant (P > 0.05)

LTOSE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* su ekstraktı

LTOSE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* water extract

LTOME: Liyofilize *Trachystemon orientalis* metanol ekstraktı

LTOME: Lyophilized *Trachystemon orientalis* methanol extract

LTOPE: Liyofilize *Trachystemon orientalis* petrol eter ekstraktı

LTOPE: Lyophilized *Trachystemon orientalis* petroleum ether

SONUÇ

Sığır kıymasına ilave edilen *Trachystemon orientalis* L. ekstraktları lipid oksidasyonu ile *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* gelişimini önlemiştir. Bu kapsamda en düşük TBARS değerleri su (250 ve 500 ppm) ve metanol ekstraktlı (500 ppm) örneklerde tespit edilmiştir. *Pseudomonas* sayısı 500 ppm metanol ekstraktı, 250 ve 500 ppm petrol ekstraktı ilaveli, *Enterobacteriaceae* sayısı ise ekstraktı ilaveli kıyma örneklerinde kontrol kıyma örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. Araştırma sonuçları *Trachystemon orientalis* L. su ekstraktının metanol ve petrol eter ekstraktlarına

göre a* renk değerini daha az etkilemesi, lipid oksidasyonunu önlemesi ve *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakterilerin gelişimini engellemesi bakımından taze et ürünlerinde doğal bir antioksidan ve antimikrobiyel olarak kullanılabilirliğini göstermiştir. Ancak, *Trachystemon orientalis* L. su ekstraktının bu fonksiyonlarında etkili olan toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde, antosiyanin içeriği ve DPPH* özellikleri ile bileşiminin detaylı olarak belirlenmesi bitkinin gıda endüstrisinde değerlendirilmesi ve kullanılabilirliğinin

yaygınlaştırılması bakımından önem arz etmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarların makale ile ilgili başka kişiler veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKILARI

Muhammet İrfan AKSU, çalışma konusu belirleme, projelendirme, yöntem, sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi ve yorumlanması, makalenin yazımı ve danışmanlık; Hakan DERMAN, kaynak taraması, bitkilerin toplanması ve kullanılabilir hale getirilmesi, analizlerin gerçekleştirilmesi ve verilerden çizelge ve şekillerin hazırlanması.

TEŞEKKÜR

Araştırma; Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje numarası:2009/197).

KAYNAKLAR

Adıguzel, A., Ozer, H., Kılıç, H., Cetin, B. 2007. Screening of antimicrobial activity of essential oil and methanolic extract of *Satureja hortensis* on foodborne bacteria and fungi. *Czech Journal of Food Sciences*, 25: 81–89.

Akçin, Ö.E. , Kandemir, N. , Akçin, Y. 2004. A morphological and anatomical study on a medicinal and edible plant *Trachystemon orientalis* (L.) G.Don. (Boraginaceae) in the Black Sea Region. *Turk Journal of Botany*, 28: 435-442.

Aksu, M.İ. 2003. Effect of using *Urtica Dioica* L. on the quality of Turkish Sucuk (Turkish Style Dry Sausage). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Science*, 27 (3): 685-693.

Aksu, M.İ., Kaya, M. 2004. Effect of usage *Urtica dioica* L. On microbiological quality of Turkish Sucuk (Turkish style dry-fermented sausages). *Food Control*, 15(8):591-595.

Aksu, M.I. 2009. Fatty acid composition of beef intermuscular, sheep tail, beef kidney fats and its effects on shelf life and quality properties of kavurma. *Journal of Food Science*, 74(2): 65-72.

Aksu, M.I., Ozer, H. 2013. Effects of lyophilized water extract of *Satureja hortensis* on the shelf life and quality properties of ground beef. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37: 777–783.

Aksu, M.I., Alinezhad, H., 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(6): 3059-3066. doi:10.1111/jfpp.12571

Aksu, M. I., Erdemir, E., Turan, E., Sat, I. G. 2020. Effects of red beet extracts on protein and lipid oxidation, colour, microbial, sensory properties and storage stability of Turkish pastırma. *Journal of Stored Products Research*, 89: 101721. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101721>

Aksu, M.I., Turan, E., Sat, I.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>

Aksu, M.I., 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*, 9:3514-3524. doi: 10.1007/s13197-021-05044-1

Aksu, M.I., 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. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108737>

Aksu, M.I., 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: 1-11. doi:10.1002/pts.2631

Alp, E., Aksu, M.I. 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. doi:10.1016/j.meatsci.2010.05.03

- Alzoreky, N.S., Nakahara, K. 2003. Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *International Journal of Food Microbiology*, 80: 223-230.
- Ayhan, B. S. 2018. *Trachystemon orientalis* ekstraktlarının antimutajenik, antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin araştırılması. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Bambeni, T., Tayengwa, T., Chikwanha, C. Ö., Manley, M., Gouws, A.P., Marais, J., Fawole, A. O., Mapiye C.2021. Biopreservative efficacy of grape (*Vitis vinifera*) and clementine mandarin orange (*Citrus reticulata*) by-product extracts in raw ground beef patties. *Meat Science*, 181: 108609. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108609>
- Baumgart, J., Firnhaber, J. und Spcher, G., 1993. Mikrobiologische untersuchung von lebensmitteln, Behr's Verlag, Hamburg, Germany.
- Bilek, S. E., Özkan, G. 2012. Gıda işleme ve depolamanın karotenoidler üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 10(2): 84-88.
- Birinci, S. 2008. Doğu Karadeniz Bölgesinde doğal olarak bulunan faydalı bitkiler ve kullanım alanlarının araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Campo, M.M., Nute, G.R., Hughes, S.I., Enser, M., Wood, J.D., Richardson, R.I. 2006. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72 (2): 303-311, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.07.015>.
- Demir, E., Turfan, N., Özer, H., Üstün, N.Ş., Pekşen, A. 2020. Nutrient and bioactive substance contents of edible plants grown naturally in Salıpazarı (Samsun). *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 19(1): 151-160.
- Espin, J. R., Soler-Rivas, C, Wichers, J. H., García-Viguera, C. 2000. Anthocyanin-based natural colorants: A new source of antiradical activity for foodstuff. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48 (5): 1588-1592. <https://doi.org/10.1021/jf9911390>
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. (1995). Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset tesisi, Erzurum.
- Hossain, M., Mondal, M. Hossain, P., Uddin, S., Uddin, N., Hasan, M., Hossain, S., Islam, M.A.F.M., Rana, S. 2015. In vitro antioxidant, brine shrimp lethality and antimicrobial activities of methanol and petroleum ether extracts of *Cassia renigera* fruit. *Food Measurements*, 9: 68-75.
- Karagöz, A., Cevahir, G., Özcan, T., Sadıkoğlu, N., Yentür, S., Kuru, A. 2002. Bazı yüksek bitkilerden hazırlanan sulu ekstraktların antiviral aktivite potansiyellerinin değerlendirilmesi. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler Kitabı, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir.
- Kaczmarek, A., Muzolf-Panek, M. 2021. Article predictive modeling of changes in tbars in the intramuscular lipid fraction of raw ground beef enriched with plant extracts. *Antioxidants*, 10 (5): 736. 10.3390/antiox10050736
- Kibar, B., Kibar, H., 2017. Determination of the nutritional and seed properties of some wild edible plants consumed as vegetable in the Middle Black Sea Region of Turkey. *South African Journal of Botany*, 108: 117-125.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Onaran, A., Yılar, M. 2012. Antifungal activity of *Trachystemon orientalis* L. aqueous extracts against plant pathogens. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(3-4): 287-291.
- Öz, G. C., Sadıkoğlu, N. 2002. *Trachystemon orientalis* (L.) G.Don. (Boraginaceae): ethnobotanical uses, morphological characteristics, distribution, protein contents and anthocyanin. VIth Plant Life of Southwest Asia Symposium, 10-14 Haziran 2002, Van.
- Özer, M.Ö., Aksoy, M. 2019. Mineral composition and nutritional properties of *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don. Populations in the central black sea region of Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(4): 157-167.

- Özen, T. 2010. Antioxidant activity of wild edible plants in the Black Sea Region of Turkey. *Grasas Y Aceites*, 61(1): 86-94.
- Öztan, A. 1999. Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları. Beytepe, Ankara.
- Şekeroglu, N., Özkutlu, F., Deveci, M., Dede, Ö., Yılmaz, N. 2006. Evaluation of some wild plants aspect of their nutritional values used as vegetable in Eastern Black Sea Region of Turkey . *Asian Journal of Plant Sciences*, 5 (2): 185-189.
- 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: 108522. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108522>.
- Uzun, E. Sarıyar, G. Adersen, A. Karakoç, B. Ötük, G. Oktayoğlu, E. Pirildar, S. 2004. Traditional medicine in Sakarya province (Turkey) and antimicrobial activities of selected species, *Journal of Ethnopharmacology*, 95: 287–296.
- Ünlütürk, A., Turantaş, F. 1999. Gıdalarda Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri. *Gıda Mikrobiyolojisi*. 1. Bölüm 2. Baskı (Editörler: A. Ünlütürk, F. Turantaş) Mengi Tan Basımevi, 1570 Sok. No:20, Çınarlı-I'zmir, Turkey, pp. 259–317.
- Yeşilada, E., Sezik, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y., Tanaka, T. 1999. Traditional medicine in Turkey IX. Folk Medicine in North-West Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology*, 64: 195-210.
- Yılar, M., Onaran, A., Yanar, Y., Belgüzar, S., Kadioğlu, İ. 2014. *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don. (Kaldırık)'ın herbisidal ve antifungal potansiyeli. *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*, 4(4):19-27.