

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Bilyalı Kekik (*Origanum onites* L.) Uçucu Yağı Kullanılarak Üretilen Tavuk Sosislerin Genel Kimyasal Bileşimi ve Uçucu Bileşiminin İncelenmesi

Investigation of General Chemical Composition and Volatile Composition of Chicken Sausages Produced by Using Ball Thyme (*Origanum onites* L.) Essential Oil

Kıvılcım ATEŞ¹, Mustafa KIRALAN², Onur KETENOĞLU^{3*}

Öz

Kekik bitkisi ülkemizden ihracatı yapılan önemli türler arasındadır. İlk çağlardan itibaren farklı amaçlar için ilaç, gıda, kozmetik gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Çiftçi Eğitim Merkezi (BAÇEM) arazisinde yerli tohumlarla ilaçsız olarak yetiştirilmiş, hasat edilmiş ve damıtılmış bilyalı kekik (*Origanum onites* L.) türü kullanılmıştır. Bu türün uçucu yağ oranı ve bileşenlerini incelemek, farklı oranlarda tavuk sosis üretiminde kullanılmasıyla ürüne geçebilen bileşenleri görebilmek ve tavuk sosisin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerini karşılaştırabilmek amacıyla deneysel çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda BAÇEM’den tedarik edilen bilyalı kekik uçucu yağı %0.2, %0.1, %0.05 oranlarında tavuk sosis formülasyonuna eklenerek, ham yağ ve yağ ikameli sosis numunelerinde uçucu yağ bileşimi incelenmiştir. Bu amaçla 4 farklı deneme grubu için 1600 kg sosis üretimi gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak yağ ikamesi olmadan üretilen kontrol grubu sosisler ile yağ ikamesi olan ürünlerin fizikokimyasal (protein, yağ, toplam kül, nem) özellikleri karşılaştırılmıştır. Bilyalı kekik uçucu yağı incelendiğinde 44 adet uçucu bileşen tanımlanmıştır. En fazla yer alan bileşenlerin sırasıyla %37.46 karvakrol, %12.2 timol, %9.5 p-simen, %7.77 γ -terpinen olduğu görülmüştür. Uçucu yağ ilavesi yapılan sosis ürünlerinde ise 23 adet bileşenin tespiti yapılarak karvakrol ve timol sırası ile %0.77-2.83 ve %0.45-0.80 aralığında tespit edilmiştir. Örneklere en fazla geçen uçucu bileşimin ise %22.42-23.40 aralığında linalool olduğu bunu limonen ve terpinen-4-ol’ün takip ettiği görülmüştür. Tüm denemelerde protein ve toplam kül miktarlarının yağ ilavesi yapılmayan kontrol grubuna göre artış olduğu görülmüştür. %0.05 oranında kullanılan uçucu yağ bileşimli numunenin kontrol grubuyla karşılaştırıldığında ise toplam yağ analiz sonucunda farklılık görülmediği genel olarak fizikokimyasal analiz sonuçların birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uçucu bileşen, Kekik uçucu yağı, Tavuk sosis, *Origanum onites* L., Fizikokimyasal özellikler

¹Kıvılcım Ateş, HasTavuk Ar-Ge Merkezi, Balıkesir, Türkiye. E-mail: kivilcimates@hastavuk.com  OrcID: 0000-0001-9550-2801

²Mustafa Kıralan, Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Balıkesir, Türkiye. E-mail: mustafakiralan@yahoo.com  OrcID: 0000-0001-7401-8025

^{3*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Onur Ketenoğlu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye. E-mail: onur.ketenoglu@ogu.edu.tr  OrcID: 0000-0001-7584-8389

Atıf: Ateş, K., Kıralan, M., Ketenoğlu, O. (2025). Bilyalı kekik (*Origanum onites* L.) uçucu yağı kullanılarak üretilen tavuk sosislerin genel kimyasal bileşimi ve uçucu bileşiminin incelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(3): 713-722.

Citation: Ateş, K., Kıralan, M., Ketenoğlu, O. (2025). Investigation of general chemical composition and volatile composition of chicken sausages produced by using ball thyme (*Origanum onites* L.) essential oil. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 22(3): 713-722.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2025

Abstract

Thyme plant is among the important species exported from our country. Since ancient times, it has been widely used for different purposes in areas such as medicine, food and cosmetics. In this study, balled oregano (*Origanum onites* L.) species grown, harvested and distilled without pesticides with local seeds in Balıkesir Metropolitan Municipality Farmer Training Centre (BAÇEM) land was used. An experimental study was carried out to investigate the essential oil ratio and components of this species, to see the components that can pass into the product when used in chicken sausage production at different ratios and to compare the effects on the physicochemical properties of chicken sausage. In this context, the essential oil composition of crude oil and oil-substituted sausage samples were analysed by adding 0.2%, 0.1%, 0.05% essential oil of ball thyme supplied from BAÇEM to chicken sausage formulation. For this purpose, 1600 kg sausage production was carried out for 4 different experimental groups. In addition, the physicochemical (protein, fat, total ash, moisture) properties of the control group sausages produced without oil substitution and the products with oil substitution were compared. When the essential oil of ball thyme was analysed, 44 volatile components were identified in ball thyme. The most common components were found to be 37.46% carvacrol, 12.2% thymol, 9.5% p-cymene, 7.77% γ -terpinene, respectively. In sausage products to which essential oil was added, 23 components were detected and carvacrol and thymol were detected in the range of 0.76-2.84% and 0.47-0.81%, respectively. It was observed that the highest volatile compound in the samples was linalool in the range of 22.5-23.34%, followed by limonene and terpinen-4-ol. In all trials, it was observed that the protein and total ash amounts increased compared to the control group without oil addition. When the sample with 0.05% essential oil composition was compared with the control group, it was observed that there was no difference in the total oil analysis result and in general the physicochemical analysis results were very close to each other.

Keywords: Volatile component, Thyme essential oil, Chicken sausage, *Origanum onites* L., Physicochemical properties

1. Giriş

Et ve et ürünleri bileşimindeki vitamin, mineral ve farklı değerli proteinler sebebiyle insan beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Geçgel ve ark., 2016; Ruiz-Hernández ve ark., 2023). Beslenme açısından önemi fazla olmasına karşın, et ürünleri mikrobiyal bozulma ve lipid oksidasyonuna karşı oldukça duyarlıdır. Bu nedenle birçok sentetik koruyucu ve sentetik antioksidan kullanılarak et ve et ürünlerinin raf ömürleri uzatılmaya çalışılmaktadır. Sentetik kaynaklı gıda katkı maddelerinin raf ömrünü arttırıcı etkisine karşın; doğal olmayan katkı maddelerine olan genel olumsuz yaklaşım tüketicilerin ağırlıklı olarak doğal katkı maddelerine yönelmesine sebep olmaktadır (Pateiro ve ark., 2018; Ribeiro-Santos ve ark., 2018; da Silva ve ark., 2021).

Yaygın tüketilen et ürünlerinden biri olan sosis; sığır, koyun, kanatlı etleri ve yağlarının emülsiyon formda kılıflara doldurularak akabinde ısıtma işlemi uygulanarak üretilmektedir. Kanatlı sektörü içerisinde en büyük pay tavuk eti üretimine ait olup tavuk eti ve ürünleri beslenme açısından önemi, kolay temini ve ekonomik olması gibi nedenlerden ötürü tüketiciler tarafından yaygın olarak tercih edilmektedir (Kayaardı ve ark., 1998; Yerlikaya ve Özkaya, 2020).

Uçucu yağlar, bitkilerin farklı kısımlarından (kök, gövde, yaprak, kabuk ve çiçek gibi) çeşitli yöntemler kullanılarak elde edilmekle birlikte genellikle su veya su buharı destilasyonu ile elde edilen uçucu ve kuvvetli kokulu olup, elde edildiği bitkinin karakteristik kokusunu veren birçok kimyasal bileşenden özellikle terpenlerden oluşan karışımlardır (Çalikoğlu ve ark., 2006; Turek ve Stintzing, 2013). Uçucu yağlar, et ve et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan doğal gıda katkı maddelerinden biridir. Et ve et ürünlerinde kullanılmasının en önemli nedeni antioksidan ve antimikrobiyal özellikler sergilemesi ve bunun yanında et ürünlerinde lezzeti geliştirmesinden kaynaklanmaktadır (Jayasena ve Jo, 2014; Pateiro ve ark., 2018).

Kekik, *Lamiaceae* familyasına ait bir bitki olup, Türkiye’de biyoçeşitlilik yönünden zengin bir türdür (Semerci ve Ken, 2024). Türkiye’de bilyalı kekik ismi ile bilinen *Origanum onites* L., uluslararası literatürde “Türk Kekigi” olarak yer almakta olup, Doğu Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak yetişen önemli bir tıbbi bitkidir (Tepe ve ark., 2016; Canli ve ark., 2023). Uçucu yağ bileşimi ağırlıklı olarak terpenoitlerden oluşmakla birlikte bu yağın bileşiminde en fazla belirlenen bileşen karvakrol olmuştur (Tepe ve ark., 2016). *O. onites*’in uçucu yağın antimikrobiyal ve antioksidan özellikler göstermesi bileşiminde yer alan karvakrolden kaynaklanmaktadır (Andoğan ve ark., 2002; Özkan ve Erdoğan, 2011; Spyridopoulou ve ark., 2019). *Origanum* çeşidinin birçok türünün özellikle *O. vulgare* ve *O. majorana* uçucu yağlarının et ürünlerinde kullanımı üzerine literatürde birçok çalışmaya rastlanmakla birlikte, bu yağların sosis üretiminde kullanımının antioksidan ve antimikrobiyal etkileri üzerine literatürde sınırlı sayıda kaynağa ulaşmak mümkündür. Busatta ve ark. (2008), *O. majorana* uçucu yağını sosislerde kullanarak raf ömrü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yüksek konsantrasyonda uçucu yağ kullanımı ile antibakteriyel etki tespit edilirken, tat üzerine olumsuzluklar belirlenmiştir. *O. vulgare* uçucu yağı %0.3, %1 ve %1.5 (hacim/ağırlık) düzeyinde *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella Enteritidis* ile inoküle edilen tavuk sosislerinde kullanılmış ve patojen mikroorganizmalara karşı etki gösterdiği belirlenmiştir (Barbosa ve ark., 2015). *O. majorana* uçucu yağı *in vitro* koşullarda gıda kaynaklı patojenlerden *Escherichia coli*, *Salmonella Enteritidis* ve *Listeria monocytogenes*’e karşı güçlü antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Bunun yanında 0.50 µL g⁻¹ ve 0.150 µL g⁻¹ düzeyinde hindi sosislerinde kullanıldığında depolama süresince bakteriyel gelişimi baskılamış ve kontrol grubuna göre raf ömrünü uzatmıştır (Šojić ve ark., 2023).

Uçucu yağların sosis ürünlerinde kullanılmasına dair sunulmuş olan bu çalışmalara karşın; bilyalı kekik olarak bilinen *O. onites* uçucu yağının sosis üretimi uygulaması konusunda literatür çalışmasına rastlanmamıştır. Bunun yanında farklı *Origanum* türlerinin uçucu yağlarının kullanıldığı çalışmalarda, uçucu yağların antimikrobiyal etkileri genellikle konu edinilmiştir. Türkiye’de ihraç edilen kekik yaklaşık %80’i *O. onites* türüne aittir (Sancaktaroğlu ve Bayram, 2011). Bu çalışma ile elde edilecek sonuçların seri üretim şartlarında da kullanılabilirliği ve sektörde yaygınlaşabilmesi için; tedarikinde miktar sorunu gözlenmeyen bir uçucu yağ üzerinde çalışılması bu çalışmanın motivasyonunu oluşturmaktadır. Uçucu yağlardan hangi bileşenlerin sosise geçtiği konusunda şu ana kadar yapılan literatür çalışmalarına erişilememiştir. Bu çalışmada, farklı oranda *O. onites* uçucu yağının tavuk sosislerinde kullanımının genel bileşim ve bilyalı kekik uçucu bileşenlerinin sosise geçişi üzerine etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan Bilyalı kekik (*Origanum onites* L.) uçucu yağ, Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Çiftçi Eğitim Merkezi (BAÇEM) tarafından üretilen ürünlerden tedarik edilmiştir. Sosis üretiminde, baader kıyma ve göğüs eti HasTavuk firmasından tedarik edilmiştir.

Sosis üretimi Şekil 1'deki akış diyagramına uygun olarak üretilmiştir. Sosis formülasyonunun ana bileşeni %50 baader kıyma, %50 göğüs etinden oluşan et karışımı oluşturmaktadır. Karışıma; su, modifiye nişasta, baharat karışımı (beyazbiber, karabiber, sodyum trifosfat, sodyum polifosfat, tuz), sofr tuzu, nitritli tuz, tütsü aroması, doğal renklendirici (siyah havuç ve pancar kökü) ilave edilerek ürün formülasyonu tamamlanmıştır. Formülasyonda yer alan tüm girdiler tartıldıktan sonra miksere taşınarak karıştırılmış, ardından emülsifiyer yardımı ile emülsifiye edilmiştir. Emülsifiyer öncesinde %0.2, %0.1, %0.05 oranlarında bilyalı kekik uçucu yağı hamura ilave edilmiştir. Her deneme grubu için 400 kg sosis hamuru hazırlanmıştır. Sosislerin dolumunda ise 55 feet uzunluğunda rejenere selülozdan elde edilen kılıflar kullanılmıştır. Sosis için kullanılacak etler parçalama prosesinde ayrılarak 100 kg kapasiteli et taşıma aracı ile sosis üretim hattına taşınmıştır. İlgili süreçte mikser (INOTEC IM-1500 LT) 290 saniye sağ ve 290 saniye sol olmak üzere dönüş sağlayarak karışımı homojenize hale getirilmiştir. Mikser içerisinde su karışım süresinin başı, sonu ve ortası olacak şekilde üç parça halinde otomatik dozajlanmıştır. Hamur karışımı, hazırlandıktan sonra mikserin emülsifiyer bölümüne boşaltılarak emülsifiye edilmiş ve taşıma araçları ile dolum makinesine (VEMAG Vacuum filler HP10L) sevk edilmiştir. Dakikada 720 porsiyon sosis doldurulmuştur. Doldurulan sosisler askı arabalarına alınarak fırında pişirilmiştir.

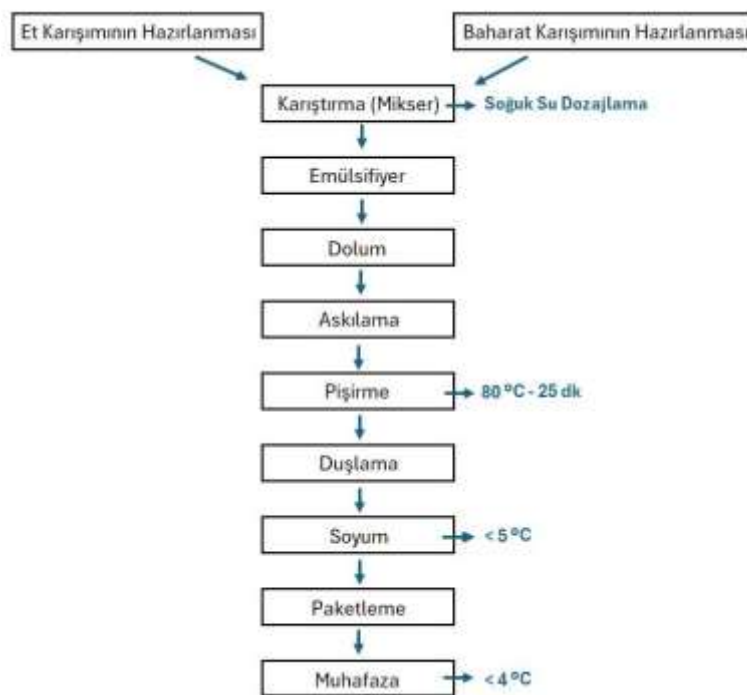


Figure 1. Process diagram of sausage production

Şekil 1. Sosis üretiminin akış diyagramı

Örneklerin fizikokimyasal analizlerinden nem tayini için TS ISO 1442 (TSE, 2023) ve kül tayini için TS 1746 ISO 936 (TSE, 2001) baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Protein içeriğinin belirlenmesinde AOAC 960.52 metodu kullanılmıştır (AOAC, 1995). Kül ve protein miktarları kuru madde üzerinden $g\ 100\ g^{-1}$ olarak ifade edilmiştir. Yağ miktarı için TS 1744 (TSE, 1974) analiz metodu referans alınarak SOX-416 model (Gerhardt, Almanya) otomatik yağ tayin cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Yağ miktarı, kuru madde üzerinden $g\ 100\ g^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Sosis örneklerinin uçucu aroma bileşikleri tepe boşluğu katı faz mikro-ekstraksiyon (HS-SPME) ile ekstrakte edilerek, gaz kromatografisi-kütle spektrometresinde (GC/MS) bileşenlerin kalitatif ve kantitatif analizi gerçekleştirilmiştir. Homojen hale getirilen numunelerden SPME viallerine 3 g alınarak üzerlerine 3M 2 mL potasyum klorür (KCl) çözeltisi eklendikten sonra kapak kapatılmıştır. Ardından 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha

sonra vialler 40°C'a ayarlı ısıtıcıda 15 dakika ön ısıtmaya tabi tutulmuştur. Uçucu bileşenleri yakalamak için DVB/CAR/PDMS fiber vialin tepe boşluğuna batırılmış ve burada 30 dakika adsorbe edilmiştir. Fiber uçta tutulan bileşikler, GC-MS enjeksiyon bloğuna enjekte edilerek desorbsiyon yapılması için 5 dakika beklenmiştir. Daha sonra uçucu bileşenlerin kalitatif ve kantitatif tayini için çalışma koşulları *Tablo 1*'deki gibi uygulanmıştır. Bilyalı kekik uçucu yağının bileşiminde de aynı metot kullanılmıştır.

Tablo 1. Uçucu bileşenlerin kalitatif ve kantitatif tayini için çalışma koşulları

Table 1. Experimental parameters of qualitative and quantitative analyses of volatile compounds

Parametreler	Değerler
Cihaz	Shimadzu QP2020NX GCMS
Enjeksiyon Miktarı	1 µL
Kolon	RTX Sil 5 MS (30 m x 0.25 mm iç kalınlığı, 0.25 µm film kalınlığı)
Sıcaklık Programı	40°C'da 5 dk beklet, 4°C dak ⁻¹ artışla 300°C'a çıkış ve bu sıcaklıkta 20 dakika beklet
Enjektör	250°C
Taşıyıcı Gaz	Helyum (1 ml dak ⁻¹)
Elektron Enerjisi	70 eV
Kütle Aralığı	m/z 29-425
Kütüphane	Wiley, NIST, FFNSC

Araştırma, Tam Şansa Bağlı Bloklar Deneme Planına göre 2 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Araştırma sonuçları SPSS istatistik paket programı (v23, SPSS Inc., Chicago, IL) kullanılarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve kontrol grubu dahil ortalamalar arası farklılık görülen gruplarda farkın önemli olup olmadığı Duncan çoklu karşılaştırma testiyle ($p<0.05$) analiz edilmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Fizikokimyasal analizler

Sosis üretiminde kullanılan uçucu yağ miktarı çok düşük olmasına karşın üretilen ürünlerin fizikokimyasal analiz sonuçları *Tablo 2*'de sunulmuştur. Sosis örneklerinin protein, karbonhidrat, kül, yağ ve nem miktarları birbirine yakın değerler göstermiştir. Protein miktarı, kontrol örneğinde ortalama 14.75 g 100 g⁻¹ iken uçucu yağ uygulamalı sosislerde 14.83-15.02 g 100 g⁻¹ aralığında değişim sergilemiştir. Karbonhidrat miktarı, kontrol örneğinde 3.51 g 100 g⁻¹ iken uçucu yağ uygulanan örneklerde ise 3.57-4.00 g 100 g⁻¹ aralığında değişim göstermiştir. Üretilen sosis örneklerinde kül miktarı 2.28-2.31 g 100 g⁻¹, yağ miktarı 3.80-3.89 g 100 g⁻¹ ve nem ise 74.87-75.44 g 100 g⁻¹ aralığında değişim göstermiştir.

Tablo 2. Sosislerin fizikokimyasal özellikleri

Table 2. Physicochemical properties of sausages

Örnekler	Protein miktarı (g 100 g ⁻¹)	Toplam kül miktarı (g 100 g ⁻¹)	Yağ miktarı (g 100 g ⁻¹)	Nem miktarı (g 100 g ⁻¹)
Kontrol	14.75±0.49	2.26±0.04	3.80±0.10	75.44±0.57
BK1	14.99±0.50	2.31±0.04	3.86±0.10	74.95±0.57
BK2	15.02±0.50	2.28±0.04	3.89±0.10	75.01±0.57
BK3	14.83±0.50	2.29±0.04	3.80±0.10	74.87±0.57

Kontrol: uçucu yağ içermeyen sosis, BK1: % 0.2 uçucu yağ uygulanan sosis, BK2: % 0.1 uçucu yağ uygulanan sosis, BK3: % 0.05 uçucu yağ içeren sosis. Analizler üç paralel yapılmış olup sonuç ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir.

Polizer Rocha ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada tavuk sosislerinde nem, kül, yağ ve protein oranını sırası ile %69.81, %2.95, %13.17 ve %12.53 olarak belirlemişlerdir. Munsu ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada tavuk sosislerinde nem, kül, yağ ve protein oranını sırası ile %68.87, %0.64, %10.11 ve %19.23 olarak belirlemişlerdir. Tavuk göğsünün kullanıldığı Viyana yöresel sosislerinde nem, kül, yağ ve protein oranı sırası ile %56.44, %1.93, %22.91 ve %15.21 olarak belirlenmiştir (Kang ve ark., 2022). Araştırma sonuçları, protein açısından Polizer Rocha ve ark. (2019)'un sonuçlarından yüksek, Munsu ve ark. (2021)'in sonuçlarından düşük ve Kang ve ark. (2022)'nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Nem içeriği, Polizer Rocha ve ark. (2019), Munsu ve ark. (2021) ve Kang ve ark. (2022)'nin sonuçlarından yüksek olmasına karşın, yağ miktarı ise

araştırmacıların sonuçlarından düşük bulunmuştur. Kül oranı ise Polizer Rocha ve ark. (2019)'un bildirdiği değerlerin altında, Munsu ve ark. (2021) ve Kang ve ark. (2022)'nin bildirdiği değerlerden yüksek bulunmuştur. Tavuk sosislerinde kullanılan formülasyonların farklı olması ve bunun yanında üretim koşullarındaki farklılıklardan dolayı araştırma sonuçları ile literatür değerleri arasında farklılıklar ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Tablo 3. Bilyalı kekiğin (*O. Onites*) uçucu yağ bileşimi

*Table 3. Composition of ball thyme (*O. onites*) essential oil*

Sıra No	Alınma Süresi	Kovats İndeksi	Bileşen	Oran (%)
1	11.165	906	α -tujen	1.97
2	11.441	913	α -pinen	0.91
3	12.13	932	Kamfen	0.54
4	13.191	961	Sabinen	0.09
5	13.351	965	β -pinen	0.24
6	13.636	973	1-okten-3-ol	0.34
7	13.995	982	Mirsen	2.36
8	14.359	992	3-oktanol	0.08
9	14.625	999	α -fellandren	0.31
10	14.732	1002	Δ -3-karen	0.13
11	15.095	1011	α -terpinen	2.18
12	15.422	1019	p-simen	9.50
13	15.618	1024	Limonen	1.04
14	15.98	1034	cis-osimen	0.38
15	16.409	1044	Trans-osimen	0.21
16	16.854	1056	γ -terpinen	7.77
17	17.326	1068	cis-sabinen hidrat	0.60
18	17.955	1084	Terpinolen	0.30
19	18.583	1100	Linalool	3.37
20	21.337	1171	Borneol	2.45
21	21.663	1180	Terpinen-4-ol	1.95
22	22.052	1190	Pulegon	0.13
23	22.221	1195	α -terpineol	0.39
24	23.455	1228	Sitronellol	0.21
25	23.834	1239	Thimol metil eter	0.10
26	24.029	1244	Karvon	0.10
27	24.247	1250	Linalil asetat	1.30
28	24.33	1252	Geraniol	0.16
29	25.799	1293	Timol	12.20
30	26.139	1302	Karvakrol	37.46
31	30.036	1419	Trans-karyofillen	2.28
32	30.469	1432	α -bergamoten	0.17
33	30.64	1438	Aromadendren	0.08
34	31.171	1454	α -humulen	0.08
35	31.982	1480	Germasren D	0.73
36	32.311	1490	Viridifloren	0.17
37	32.438	1494	Bisiklogermasren	0.36
38	32.82	1507	β -bisabolen	5.69
39	33.143	1518	Δ -kadinen	0.21
40	33.291	1522	β -Sesquifellandren	0.30
41	33.794	1539	α -bisabolen	0.10
42	34.402	1559	Nerolidol	0.19
43	34.88	1575	Spathulenol	0.13
44	35.034	1581	Karyofillen oksit	0.23

3.2. Uçucu bileşenler

Bilyalı kekiğin uçucu yağ bileşimi *Tablo 3*'de verilmiştir. Bilyalı kekik uçucu yağının bileşiminde 44 adet uçucu bileşen tanımlanmıştır. Bilyalı kekiğin bileşiminde en fazla yer alan bileşen %37.46 ile karvakroldür. Bunu %12.2 ile timol izlemektedir. p-simen ve γ -terpinen bileşenleri de bilyalı kekik uçucu yağ bileşiminde yer alan diğer önemli bileşenler olarak tespit edilmiştir (sırası ile %9.5 ve %7.77).

Kizil ve ark. (2009), *O. onites* uçucu yağında 26 bileşen belirlemiş olup, ana bileşen olarak karvakrol (%39.6-52.2) tespit edilmiştir. Bunun yanında timol (%10.7-18.6) ve linalool (%7.5-13.8) de temel bileşen olarak yer almaktadır. Toncer ve ark. (2009), *O. onites* uçucu yağında 26 uçucu bileşen tespit etmişlerdir. Bileşimde yer alan temel bileşen karvakrol olup, %24.66-52.58 aralığında değişim sergilemiştir. Karvakrolü, timol (%2.80-23.77), p-simen (%4.44-7.97) ve γ -terpinen (%7.02-11.16) izlemiştir. Demirci ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada *O. onites* uçucu yağının bileşimini ağırlıklı olarak karvakrolün (%65.5-91) oluşturduğu, bu bileşeni linalool (%0.3-17.9), γ -terpinen (%2.8-4.6) ve timolün (%0.5-1.5) takip ettiği bildirilmiştir.

Araştırma sonuçları, Kizil ve ark. (2009), Toncer ve ark. (2009) ve Demirci ve ark. (2022)'nin *O. onites* uçucu yağı için tanımladıkları bileşenler ile uyumluluk sergilemektedir. Bunun yanında araştırma sonuçları ile yukarıda bahsi geçen literatürler arasında oransal farklılıklar mevcut olup, bu farklılıkların yetiştirme koşulları, hasat dönemi, ekstraksiyon işlemi ve lokasyon gibi faktörlerin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tablo 4. Tavuk sosislerinde uçucu yağdan geçen bileşenlerin % olarak dağılım

Table 4. Percentage composition of compounds migrated from essential oil to chicken sausages

Sıra No	Bileşen	Kontrol	BK1	BK2	BK3
1	α -tujen	0.00±0.00 ^c	0.64±0.06 ^b	1.40±0.10 ^a	1.30±0.02 ^a
2	α -pinen	0.00±0.00 ^d	5.16±0.03 ^a	3.37±0.01 ^c	3.72±0.09 ^b
3	Kamfen	0.00±0.00 ^d	0.18±0.03 ^c	0.34±0.01 ^a	0.26±0.01 ^b
4	Sabinen	0.00±0.00 ^c	2.09±0.06 ^b	3.51±0.08 ^a	3.49±0.05 ^a
5	β -pinen	0.00±0.00 ^c	4.98±0.13 ^b	6.01±0.16 ^a	6.34±0.16 ^a
6	1-okten-3-ol	0.00±0.00 ^d	0.27±0.02 ^c	0.45±0.01 ^a	0.36±0.04 ^b
7	Mirsen	0.00±0.00 ^c	1.43±0.05 ^b	2.61±0.10 ^a	2.67±0.13 ^a
8	α -fellandren	0.00±0.00 ^c	1.01±0.03 ^b	1.21±0.04 ^a	1.27±0.04 ^a
9	Δ -3-karen	0.00±0.00 ^c	4.29±0.05 ^b	5.24±0.15 ^a	5.40±0.06 ^a
10	α -terpinen	0.00±0.00 ^c	1.49±0.10 ^b	2.81±0.07 ^a	2.72±0.07 ^a
11	p-simen	0.00±0.00 ^d	4.06±0.08 ^c	7.55±0.06 ^a	6.61±0.05 ^b
12	Limonen	0.00±0.00 ^c	15.60±0.04 ^a	11.26±0.08 ^b	11.38±0.05 ^b
13	γ -terpinen	0.00±0.00 ^d	5.67±0.05 ^c	6.64±0.05 ^a	6.16±0.06 ^b
14	cis-sabinen hidrat	0.00±0.00 ^c	1.46±0.01 ^b	1.63±0.10 ^a	1.64±0.06 ^a
15	Linalool	0.00±0.00 ^c	23.22±0.04 ^a	22.42±0.12 ^b	23.40±0.08 ^a
16	Borneol	0.00±0.00 ^d	1.16±0.02 ^a	0.90±0.02 ^b	0.72±0.04 ^c
17	Terpinen-4-ol	0.00±0.00 ^d	13.73±0.06 ^a	12.25±0.14 ^c	12.68±0.10 ^b
18	α -terpineol	0.00±0.00 ^c	6.36±0.01 ^a	1.79±0.12 ^b	1.85±0.02 ^b
19	Timol	0.00±0.00 ^d	0.45±0.03 ^c	0.80±0.02 ^a	0.73±0.01 ^b
20	Karvakrol	0.00±0.00 ^d	0.76±0.01 ^c	2.83±0.01 ^a	2.57±0.07 ^b
21	Trans-karyofillen	0.00±0.00 ^c	5.07±0.06 ^a	4.68±0.14 ^b	4.46±0.08 ^b
22	α -humulen	0.00±0.00 ^c	0.52±0.04 ^a	0.26±0.04 ^b	0.22±0.01 ^b
23	Karyofillen oksit	0.00±0.00 ^c	0.45±0.03 ^a	0.10±0.01 ^b	0.14±0.02 ^b

Kontrol: uçucu yağ içermeyen sosis, BK1: % 0.2 uçucu yağ uygulanan sosis, BK2: % 0.1 uçucu yağ uygulanan sosis, BK3: % 0.05 uçucu yağ içeren sosis. Analizler iki paralel yapılmış olup sonuç ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir. Aynı satırda farklı harfler taşıyan (a-d) ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

Tablo 4'de uçucu yağ uygulanan sosis örneklerinde bilyalı kekik uçucu yağından geçen bileşenler gösterilmektedir. Uçucu yağın kullanılarak yapıldığı sosis örneklerinde bilyalı kekik yağında mevcut olan 23 bileşenin tespiti yapılmıştır.

Bilyalı kekik uçucu yağında temel bileşenler olan ve sosis uçucu bileşiminde kekikten geçen bileşenler olarak karvakrol ve timol sırası ile %0.76-2.83 ve %0.45-0.80 aralığında tespit edilmiştir. Bu iki bileşen özellikle % 0.01 ve %0.05 yağ uygulanan sosislerde kontrol ve % 0.2 yağ uygulaması yapılan örneklerle kıyasla daha yüksek oranda geçiş sağlamıştır ($p<0.05$). Bilyalı kekik yağı uygulanan örneklerin uçucu bileşiminde bilyalı kekik yağında var olan linalool en fazla oranda (%22.42-23.40) geçiş yapmıştır. Bunu limonen (%11.26-15.60) ve terpinen-4-ol (%12.25-13.73) izlemiştir. Uçucu bileşiminde bilyalı kekik yağında var olan 3-oktanol, aromadendren, bisiklogermasren, cis-osimen, cis-sabinen hidrat, geraniol, germasren d, karvon, linalil asetat, nerolidol, pulegon, sitronellol, spathulenol, terpinolen, thimol metil eter, trans-osimen, viridifloren, α -bergamoten, α -bisabolen, β -bisabolen, β -seskifellandren ve δ -kadinen bileşenlerinin Bilyalı kekik yağı uygulanan örneklerle geçmediği görülmüştür.

Demirok Soncu ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada kekik uçucu yağında timolü temel bileşen olarak belirlerken, sucuk üretiminde timolün çok az oranda geçiş yaptığı tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçları Demirok Soncu ve ark. (2020)'nin bildirdiği sonuçlardaki gibi sucuk üretiminde uçucu yağ bileşiminde temel olarak yer alan bileşenlerin daha az oranda geçiş yaptığını göstermektedir.

4. Sonuç

Bu çalışma bilyalı kekik (*Origanum onites* L.) türünün uçucu yağ oranı ve bileşenlerini incelemek, bu yağın farklı oranlarda tavuk sosis üretiminde kullanılmasıyla ürüne geçebilen bileşenleri görebilmek ve tavuk sosisin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu doğrultuda; %0.2, %0.1, %0.05 oranlarında tavuk sosis formülasyonuna kekik uçucu yağı ilave edilmiştir, ayrıca uçucu yağ ilavesi yapılmayan bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Uçucu yağda en fazla tespit edilen karvakrol ve timol bileşenlerinin, uçucu yağ ilave edilen numunelerde linalool ve limonen bileşenlerinden çok daha az ürüne geçtiği görülmüştür. Aynı zamanda uçucu yağda 44 adet uçucu bileşen tanımlanmışken, uçucu yağ ilave edilen numunelerde 23 adet uçucu bileşen tanımlanabilmiştir. Bu durum 21 adet bileşenin ürüne hiç geçmediğini ve ürüne geçen bileşenlerinde uçucu yağ içerisinde tespit edilen yoğunluklardan farklı olduğu görülmüştür. Bu çalışma ileri dönemlerde yapılacak uçucu yağlar kullanılarak yapay olmayan bir koruyuculuk amaçlayan çalışmalara temel sağlamak amacıyla yapılmıştır. Gelecek çalışma olarak, ürünün raf ömrü boyunca mikrobiyolojik izlemesi yapılarak uçucu yağın raf ömrüne etkilerinin değerlendirilmesi üzerine çalışılacaktır.

Teşekkür

Yazarlar, çalışmanın gerçekleştirilmesinde katkıda bulunan Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Çiftçi Eğitim Merkezine (BAÇEM) ve HasTavuk firmasına teşekkür eder.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için etik kuruldan izin alınmasına gerek yoktur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları olarak aramızda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Yazarlık Katkı Beyanı

Planlama: Kıvılcım, A., Kıralan, M.; Materyal ve Metot: Kıvılcım, A., Kıralan, M.; Veri toplama ve İşleme: Kıvılcım, A., Kıralan, M.; İstatistiki Analiz: Kıvılcım, A., Kıralan, M.; Literatür Tarama: Kıvılcım, A., Kıralan, M., Ketenoglu, O.; Makale Yazımı, İnceleme ve Düzenleme: Kıvılcım, A., Kıralan, M., Ketenoglu, O.

Kaynakça

- Andoğan, B. C., Baydar, H., Kaya, S., Demirci, M., Özbaşar, D. and Mumcu, E. (2002). Antimicrobial activity and chemical composition of some essential oils. *Archives of Pharmacal Research*, 25: 860-864.
- AOAC (1995). Official Methods of Analysis of AOAC International, Method 960.52. 16th Ed, Association of Official Analytical Chemists, USA.
- Barbosa, L. N., Probst, I. S., Andrade, B. F. M. T., Alves, F. C. B., Albano, M., Rall, V. L. M. and Júnior, A. F. (2015). Essential oils from herbs against foodborne pathogens in chicken sausage. *Journal of Oleo Science*, 64(1): 117-124.
- Busatta, C., Vidal, R. S., Popiolski, A. S., Mossi, A. J., Dariva, C., Rodrigues, M. R. A., Corazza, F. C., Corazza, M. L., Vladimir Oliveira, J. and Cansian, R. L. (2008). Application of *Origanum majorana* L. essential oil as an antimicrobial agent in sausage. *Food Microbiology*, 25(1): 207-211.
- Çalıkoglu, E., Kıralan, M. ve Bayrak, A. (2006). Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye'deki Durumuna Genel Bir Bakış. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, Türkiye.
- Canlı, K., Bozyel, M. E., Turu, D., Benek, A., Simsek, O. and Altuner, E. M. (2023). Biochemical, Antioxidant Properties and Antimicrobial Activity of Steno-Endemic *Origanum onites*. *Microorganisms*, 11(8): 1987.
- da Silva, B. D., Bernardes, P. C., Pinheiro, P. F., Fantuzzi, E. and Roberto, C. D. (2021). Chemical composition, extraction sources and action mechanisms of essential oils: Natural preservative and limitations of use in meat products. *Meat Science*, 176: 108463.
- Demirci, B., Kırıcı, D., Öztürk, G. and Demirci, F. (2022). Effect of extraction time on *Origanum onites* L. infusions and essential oils—biological evaluation, statistical principal component and hierarchical cluster analyses. *Chemistry & Biodiversity*, 19(12): e202200482.
- Demirok Soncu, E., Özdemir, N., Arslan, B., Küçükkaya, S. and Soyer, A. (2020). Contribution of surface application of chitosan–thyme and chitosan–rosemary essential oils to the volatile composition, microbial profile, and physicochemical and sensory quality of dry-fermented sausages during storage. *Meat Science*, 166: 108127.
- Geçgel, Ü., Yılmaz, İ., Ay, A., Apaydın, D. ve Dülger, G. Ç. (2016). Soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(4): 1-11.
- Jayasena, D. D. and Jo, C. (2014). Potential application of essential oils as natural antioxidants in meat and meat products: A review. *Food Reviews International*, 30(1): 71-90.
- Kang, K. M., Lee, S. H. and Kim, H. Y. (2022). Effects of using soybean protein emulsion as a meat substitute for chicken breast on physicochemical properties of Vienna sausage. *Food Science of Animal Resources*, 42(1): 73-83.
- Kayaardı, S., Gürbüz, Ü., Nizamlioğlu, M. ve Doğruer, Y. (1998). Konsantre ve tekstüre soya proteini katımının tavuk sosisi üretiminde kullanılabilme olanakları üzerinde araştırmalar. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 14(2): 47-55.
- Kizil, S., Ipek, A., Arslan, N. and Khawar, K. M. (2009). Some agronomical characteristics and essential oil content of oregano (*Origanum onites* L.) as influenced by planting densities. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 12(2): 172-180.
- Munsu, E., Mohd Zaini, H., Matanjun, P., Ab Wahab, N., Sulaiman, N. S. and Pindi, W. (2021). Physicochemical, sensory properties and lipid oxidation of chicken sausages supplemented with three types of seaweed. *Applied Sciences*, 11(23): 11347.
- Özkan, A. and Erdoğan, A. (2011). A comparative evaluation of antioxidant and anticancer activity of essential oil from *Origanum onites* (Lamiaceae) and its two major phenolic components. *Turkish Journal of Biology*, 35(6): 735-742.
- Pateiro, M., Barba, F. J., Domínguez, R., Sant'Ana, A. S., Khaneghah, A. M., Gavahian, M., Gómez, B. and Lorenzo, J. M. (2018). Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 113: 156-166.
- Polizer Rocha, Y. J., Lorenzo, J. M., Barros, J. C., Baldin, J. C. and Trindade, M. A. (2019). Effect of chicken meat replacement by spent laying hen meat on physicochemical properties and sensorial characteristics of fresh sausage. *British Poultry Science*, 60(2): 139-145.
- Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., Sanches-Silva, A. and de Melo, N. R. (2018). Essential oils for food application: Natural substances with established biological activities. *Food and Bioprocess Technology*, 11: 43-71.
- Ruiz-Hernández, K., Sosa-Morales, M. E., Cerón-García, A. and Gómez-Salazar, J. A. (2023). Physical, chemical and sensory changes in meat and meat products induced by the addition of essential oils: A concise review. *Food Reviews International*, 39(4): 2027-2056.
- Sancaktaroğlu, S. ve Bayram, E. (2011). Farklı kökenli istanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* L.) populasyonlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3): 265-277.
- Semerci, A. ve Ken, E. (2024). Kekik üretiminde girdi kullanımı ve maliyet analizi-Denizli İli Türkiye örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 375-392.
- Šojić, B., Ikonić, P., Kocić-Tanackov, S., Peulić, T., Teslić, N., Županjac, M., Lončarević, I., Zeković, Z., Popović, M., Vidaković, S. and Pavlić, B. (2023). Antibacterial activity of selected essential oils against foodborne pathogens and their application in fresh turkey sausages. *Antibiotics*, 12(1): 182.

- Spyridopoulou, K., Fitsiou, E., Bouloukosta, E., Tiptiri-Kourpeti, A., Vamvakias, M., Oreopoulou, A., Papavassilopoulou, E., Pappa, A. and Chlichlia, K. (2019). Extraction, chemical composition, and anticancer potential of *Origanum onites* L. essential oil. *Molecules*, 24(14): 2612.
- Tepe, B., Cakir, A. and Sihoglu Tepe, A. (2016). Medicinal uses, phytochemistry, and pharmacology of *Origanum onites* (L.): A Review. *Chemistry & Biodiversity*, 13(5): 504-520.
- Toncer, O., Karaman, S., Kızıl, S. and Dıraz, E. (2009). Changes in essential oil composition of oregano (*Origanum onites* L.) due to diurnal variations at different development stages. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(2): 177-181.
- TSE (1974). Türk Standartları Enstitüsü, Et ve et mamulleri toplam yağ miktarı tayini (TS 1744). <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/StandardAra.aspx> (Erişim Tarihi: 19.06.2024)
- TSE (2001). Türk Standartları Enstitüsü, Et ve et ürünleri-Toplam kül tayini (TS 1746 ISO 936). <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/StandardAra.aspx> (Erişim Tarihi: 19.06.2024)
- TSE (2023). Türk Standartları Enstitüsü, Et ve Et Ürünleri- Rutubet Muhtevası Tayini-Referans method (TS ISO 1442). <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/StandardAra.aspx> (Erişim Tarihi: 19.06.2024)
- Turek, C. and Stintzing, F. C. (2013). Stability of essential oils: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1): 40-53.
- Yerlikaya, S. ve Özkaya, N. (2020). Tavuk eti ve işlenmiş bazı tavuk eti ürünleri. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1): 35-40.