




Farklı Oranlarda Tuz ve Yağ Kullanılarak Üretilen Kavurma'nın Uçucu Bileşikleri

Volatile Compounds of Kavurma Produced with Different Salt and Fat Levels

Derya BAYRAK KUL¹ 
Zeynep Feyza YILMAZ ORAL² 
Güzin KABAN³ 

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ordu Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Ordu, Türkiye
²Atatürk Üniversitesi, Erzurum Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Erzurum, Türkiye
³Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

öz

Araştırmada farklı tuz (%1, %1.5 ve %2) ve böbrek yağı (%10, %15 ve %20) oranlarının kavurma'nın (kür edilmiş-pişirilmiş et ürünü) uçucu bileşikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Pişirme işlemi, buhar ceketli bir kazanda gerçekleştirilmiştir. Üretimden sonra her bir grup, dilimlenmiş ve vakum ambalajlanmıştır. Uçucu bileşiklerin ekstraksiyonu için katı faz- mikroekstraksiyon yöntemi kullanılmış ve tanımlama, gaz kromatografisi/kütle spektrometrisi (GC/MS) ile gerçekleştirilmiştir. Kavurma örneklerinde keton, alkol, aldehit, lakton, sülfürlü bileşik, alifatik hidrokarbon, ester, aromatik hidrokarbon, terpen, furan ve dallanmış hidrokarbon grubuna giren 40 uçucu bileşik tanımlanmıştır. Yağ oranı faktörü etanol, aseton, karbon disülfür, etilasetat ve toluen üzerinde çok önemli etki ($P<0.01$) göstermiştir. Tuz oranı ise etanol üzerinde önemli ($P<0.05$), karbon disülfür ve toluen üzerinde ise çok önemli ($P<0.01$) düzeyde etkili olmuştur. Temel bileşen analizinde %1 tuz ve %10 yağ oranı içeren gruplar arasında pozitif bir korelasyon belirlenmiş ve uçucu bileşikler genellikle PC1'in pozitif tarafında yer almıştır. Bu sonuçlara göre kavurmada %1 tuz ve %10 yağ kombinasyonu uçucu bileşikler üzerinde daha etkili olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kavurma, uçucu bileşik, SPME, GC/MS, PCA

ABSTRACT

In the study, it was aimed to determine the effects of different salt (1%, 1.5% and 2%) and kidney fat (10%, 15% and 20%) levels on the volatile compounds of kavurma (an uncured-cooked meat product). The cooking process was carried out in a steam jacketed cauldron. After the production, each group was sliced and vacuum packed. Solid phase-microextraction method was used for the extraction of volatile compounds, and the identification was carried out by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). In kavurma samples, 40 volatile compounds were identified including ketone, alcohol, aldehyde, lactone, sulfur compound, aliphatic hydrocarbon, ester, aromatic hydrocarbon, terpene, furan and branched hydrocarbon. Fat level factor showed a very significant effect ($P<0.01$) on ethanol, acetone, carbon disulfide, ethyl acetate and toluene. Salt level had a significant effect ($P<0.05$) on ethanol, and very significant effect ($P<0.01$) on carbon disulfide and toluene. In principal component analysis, a positive correlation was determined between the groups containing 1% salt and 10% fat, and volatile compounds were generally on the positive side of PC1. According to these results, 1% salt and 10% fat combination is more effective on volatile compounds in kavurma.

Keywords: Kavurma, volatile compounds, SPME, GC/MS, PCA

Giriş

Kavurma, kasaplık hayvan karkas etlerinin küçük parçalar halinde doğrandıktan sonra tuz ve yağ ile birlikte açık veya kapalı kazanlarda pişirilmesi ile elde edilen bir et ürünüdür (Gökalp ve ark., 2004). Ülkemizde parça halde pişirilen yegâne et ürünü olan kavurma, soğutma teknolojisinin olmadığı dönemlerde etin pişirilerek dayanıklı hale getirilmesi ve müteakiben yağ içerisinde muhafaza edilmesi ile ortaya çıkan geleneksel bir et ürünüdür (Vural ve Öztan, 1989). Pişirilmiş –kür edilmiş bir et ürünü olan kavurmada pişirme süresi, hammadde kalitesi ve uygulanan sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir (Vural ve Öztan, 1989; Aksu ve Kaya, 2005).

Etin lezzet ve aroması tüketici için önemli bir kalite kriteridir. Etin lezzeti, özellikle hayvanın beslenmesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte çiğ ette kan kokusu hakimdir (Khan ve ark., 2015). Bundan dolayı karkasın kesimden sonra dinlendirilmesi ve olgunlaştırılması, tat ve aroma maddelerinin oluşumu açısından büyük önem arz etmektedir. Diğer taraftan pişirme sırasında etin aroması üzerinde etkili olan çok sayıda uçucu bileşik de oluşmaktadır. Pişirme sırasında gerçekleşen temel iki reaksiyon, indirgen şekerler ile amino asit ve peptitlerin amino grupları arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu ile lipid oksidasyonudur (Roldan ve ark., 2015; Khan ve ark., 2015; Sohail ve ark., 2022). Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu olarak da bilinen Maillard reaksiyonu sonucunda oluşan düşük molekül ağırlıklı hidrokarbonlar, alkoller, ketonlar, aldehitler, esterler, eterler ve heterosiklik bileşikler gibi uçucu bileşikler aroma üzerinde etkili olmaktadır (Lee ve Shibamoto, 2002). Lipid oksidasyonu sonucu oluşan aldehitler, ketonlar, alkoller, asitler, esterler ve benzeri bileşikler ise hayvan türüne spesifik et aromasının oluşumunda etkindirler. Bunun yanı sıra Maillard reaksiyonu ve lipid degradasyonu

*Bu çalışma, 7th International Scientific Research Congress (18-19 December 2021)'de sunulmuştur.

Geliş Tarihi/Received: 20.02.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 10.03.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.03.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Güzin KABAN
E-posta: gkaban@atauni.edu.tr

Cite this article: Bayrak Kul, D., Yılmaz Oral, Z.F., & Kaban, G. (2023). Volatile compounds of kavurma produced with different salt and fat levels. *Food Science and Engineering Research*, 2(1), 18-22.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

arasındaki interaksiyon da pişmiş et aromasının oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır (Sohail ve ark., 2022). Pişirilmiş et ürünlerinde aromanın gelişiminde, pişirme yönteminin yanı sıra et ve yağ çeşidi ile katkı maddeleri de etkili olmaktadır (Khan ve ark., 2015). Bu nedenle kızartma, kavurma ve fırında pişirme gibi yöntemlerde Maillard reaksiyonu oldukça önem arz etmektedir. Isıl işlem sırasında oluşan aroma maddelerinin miktarı ve çeşidi, prokürsörlerin konsantrasyonu ve kimyasal yapısı, sıcaklık, süre, ortam koşulları, oksijen mevcudiyeti ve su miktarı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Belitz ve ark., 2009).

Geleneksel bir et ürünü olan kavurmanın üretiminde yağ olarak etin elde edildiği hayvanın iç yağı ve et yağı kullanılmaktadır. İç yağı eritilmiş halde, et yağı ise eritilerek veya eritilmeden üretime dahil edilmektedir. Kavurma üretiminde kullanılan yegane katkı maddesi tuzdur (Kaban ve Kaya, 2010). Formülasyona giren her iki bileşende tat, lezzet ve tekstür gibi ürünün kalite parametreleri üzerinde önemli etki göstermektedir (Gökalp ve ark., 2004). Kür edilmemiş-piştirilmiş bir et ürünü olan kavurmanın uçucu bileşik profili üzerinde sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır (Uzun Özcan and Bozkurt, 2010; Şişik Oğraş et al., 2018). Uzun Özcan ve Bozkurt (2010) 3 farklı tuz (%1.5, %2.0 ve %2.5) ve 3 farklı yağ miktarının (%20, %25 ve %30) uçucu bileşikler üzerine etkilerini araştırmıştır. Şişik Oğraş ve ark. (2018) kavurma üretiminde siğir et yağı, böbrek yağı ve kuyruk yağı kullanımının uçucu bileşik profiline etkisini incelenmişlerdir. Mevcut bu çalışmada, daha düşük tuz (%1) ve yağ oranlarının (%10) kavurmanın uçucu bileşikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi de amaçlanmıştır. Bu amaçla üç farklı tuz (%1, %1.5 ve %2) ve üç farklı yağ oranı (%10, %15 ve %20) dikkate alınarak kavurma üretimi gerçekleştirilmiş ve her bir grup, uçucu bileşik yönünden incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada, materyal olarak kesimden sonra 24 saat süre ile dinlendirilen siğir karkasının but bölgesinden çıkarılan etler ve siğir böbrek yağı kullanılmıştır. Etlerin kaba yağ ve bağ dokuları uzaklaştırılmış ve etler yaklaşık 4 x 5 cm olacak şekilde doğranmıştır. Üretimde kullanılan böbrek yağı, su banyosunda (60°C) eritilmiş ve süzöldükten sonra soğukta muhafaza edilmiştir.

Kavurma üretimi

Farklı yağ oranı (%10, %15 ve %20) ve farklı tuz oranları (%1, %1.5 ve %2) kullanılarak 9 farklı grup kavurma üretilmiştir. Üretimde sıcaklığı ayarlanabilen buhar ceketli bir kapalı kazan (Yılmazlar, Türkiye) kullanılmıştır. Deneme desenine uygun olarak et, tuz ve böbrek yağı (%20'si) 60°C'de 30 dak pişirildikten sonra kazan sıcaklığı 100°C'ye çıkarılmış ve kalan yağ (%80) ilave edilerek 90 dak daha pişirilmiştir. Daha sonra kazan sıcaklığı 60°C'ye düşürülmüş ve örnekler kılıflara doldurulduktan sonra 4°C'ye kadar soğutulmuştur. Soğutulmuş örnekler dilimlendikten sonra poliamid/polietilen (15x25 cm, PA/PE, O₂ geçirgenliği 40 cm³/m²/day. atm 23°C; N₂ geçirgenliği 24 cm³/m²/day. atm 23°C; CO₂ geçirgenliği 1454 cm³/m²/day. atm 23°C; su buharı geçirgenliği <3 g/m²/day. atm 23°C, Sudpack Verpackungen GmbH Co, Almanya) ambalajlama materyali kullanılarak vakum ambalajlanmıştır (Multivac A300/16, Almanya). Her bir muamele grubundan uçucu bileşik analizi için örnekler alınmış ve analiz edilinceye kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.

Uçucu bileşik analizi

Her bir muamele grubundan alınan örnekler homojen hale getirilmiş ve 5 g analiz numunesi 40ml'lik viallere (Supelco, ABD)

tartılmıştır. Vialler, termal blok içerisinde 30°C'de bir saat süre ile bekletilmiş ve sonra uçucu bileşiklerin adsorpsiyonu için CAR/PDMS fibre (Supelco, ABD) viallere yerleştirilmiştir. Fiber 2 saat süreyle bekletildikten sonra gaz kromatografisi (GC, Agilent 6890N)/kütle spektrometresi (MS, Agilent 5973) cihazına enjekte edilmiştir. Fiber, 40°C'de 6 dak süre ile sistemde bekletilmiştir. Sistemde fırın sıcaklığı, 40°C'den 110°C'ye 3°C/dak hızla, 150°C'ye 4°C/dak hızla, 210°C'ye 10°C hızla çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 12 dak süre tutulmuştur. GC/MS sisteminde kolon olarak DB-624 (J&W Scientific, 60 m x 0.25 mm x 1.4 µm) ve taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Bileşiklerin tanımlanmasında, kütle spektrometresinin kütüphanesinden (NIST, WILEY ve FLAVOR) ve standart bir karışımından (Supelco 44585-U, ABD) yararlanılmıştır (Kaban, 2009).

İstatistiksel Analiz

Araştırmada tuz (%1, %1.5 ve %2) ve yağ (%10, %15 ve %20) oranları faktör olarak alınmıştır. Denemeler, faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ana varyasyon kaynakları Duncan çoklu karşılaştırma testiyle değerlendirilmiştir (SPSS 20.0). Ayrıca kavurma grupları ve uçucu bileşikler arasındaki ilişki temel bileşen analizi ile değerlendirilmiştir (Unscrambler, CAMO software version 10.1).

Bulgular ve Tartışma

Gıdalarda aroma oluşumu kompleks bir olgudur. Uçucu bileşiklerin konsantrasyonu, bileşiklerin hissedilme eşik değerleri, uçucu bileşikler arasındaki ilişkiler ile bu bileşiklerin diğer gıda bileşenleri arasındaki interaksiyonları aroma algısını oluşturmaktadır (Oliveres ve ark., 2009). Et ürünlerinde ürünün uçucu profili üzerinde hammaddeden başlayarak pek çok faktör etki göstermektedir. Üretim sırasında gerçekleşen proteolitik parçalanma ile ortaya çıkan protein yapısında olmayan azotlu bileşiklerin miktarı ve çeşidi doğrudan tat üzerinde etkili olmakta ve ayrıca uçucu bileşiklerin oluşumunda öncül madde olarak rol almaktadır. Üretim sırasında gerçekleşen diğer bir reaksiyon ise lipid oksidasyonudur. Bu reaksiyon ile de aroma üzerinde etkili olan aldehitler, alkoller, ketonlar ve esterler gibi uçucu bileşikler oluşmakta ve aroma oluşumuna katkı sağlanmaktadır (Kaya ve Kaban, 2010). Bu çalışmada kavurma örneklerinde beş keton bileşiği belirlenmiştir. Bu bileşiklerden aseton, en yüksek seviyeyi %20 yağ oranında vermiştir. Yağ oranı %10 ve %15 olan gruplar arasında ise istatistiki açıdan farklılık belirlenmemiştir. Tuz oranı, tanımlanan hiçbir keton bileşiği üzerinde istatistiki açıdan önemli etki göstermemiştir (P>0.05) (Tablo 1). Genellikle β-keto asitlerin ürünleri olan ve ısıl işleme trigliseritlerden türetilen metilketonlar tarafından aroma hissedilmektedir. Ketonların, özellikle 2-ketonların, fazla miktarlarda bulunmaları ve kendilerine has aromaları olması nedeniyle et ve et ürünlerinin aroması üzerinde büyük etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Domínguez ve ark., 2014).

Farklı yağ ve tuz oranları kullanılarak üretilen kavurma örneklerinde asetaldehit, 3-metilbutilaldehit, pentanal, heksanal, heptanal, benzaldehit, oktanal, nonanal, dekanal, 4-(1-metiletil)-benzaldehit ve 1-bütanal olmak üzere 11 aldehit belirlenmiştir. Bu bileşikler üzerinde farklı tuz ve yağ oranlarının önemli bir etkisi olmamıştır (Tablo 1). Farklı hayvansal yağlar kullanılarak üretilen kavurma üzerinde yürütülen bir çalışmada da asetaldehit, pentanal, heksanal, heptanal, oktanal, nonanal ve 2-metil-3-fenil propanal tespit edilmiş ve farklı hayvansal yağ ve bu yağların kombinasyonlarının kullanımının benzaldehit ve nonanal üzerinde önemli etki gösterdiği rapor edilmiştir (Şişik Oğraş ve ark., 2018). Genellikle lipit oksidasyonu ve amino asit katabolizması sonucu oluşan aldehitler, düşük

duyum eşik değerleri ile aroma üzerinde önemli rol oynamaktadır (Ordenez ve ark., 1999). Aldehitler arasında pişmiş et kaynaklı en sık belirlenen bileşik heksanal olup pişmiş ette erken depolama aşamalarında et lezzetinin bozulmasının bir indeksi olarak kabul edilmektedir (Min ve Ahn, 2005). Diğer taraftan heksanalın sığır eti aromasına olumlu katkıda bulunduğu, ancak çok yüksek konsantrasyonlarda istenmeyen bir bileşik olduğu da belirtilmektedir (Calkins ve Hodgen, 2007). Uzun Özcan ve Bozkurt (2010)

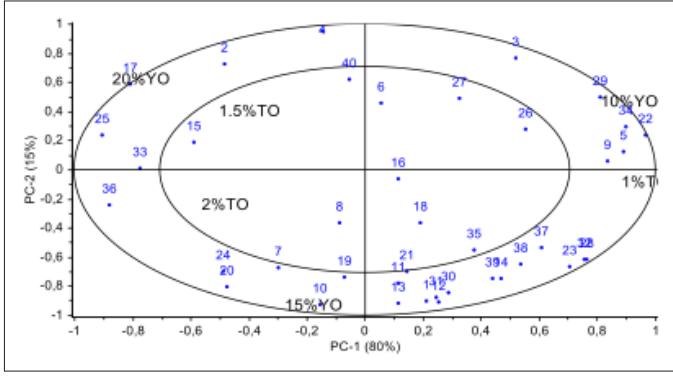
tarafından kavurma üzerinde yürütülen bir çalışmada da heksanal içeriğinin %1.5 oranında tuz içeren gruplarda istenmeyen lezzete neden olduğu bildirilmiştir.

Kavurma örneklerinde belirlenen diğer bir uçucu bileşen grubu ise alkollerdir. Belirlenen 5 alkol bileşiği içerisinde sadece etanol üzerinde incelenen faktörler etkili olmuştur (Tablo 1). En yüksek ortalama etanol içeriği %20 yağ içeren grupta belirlenmiştir. %10 ve %15 yağ içeren grupların etanol içeriklerine ait ortalamalar ise

Tablo 1. Farklı yağ ve tuz oranı kullanılarak üretilen kavurma örneklerinin uçucu bileşik profili (Aux106)

No	Bileşik adı	KI	Yağ Oranı (YO)				Tuz Oranı (TO)			YOxTO
			%10	%15	%20	%1	%1.5	%2		
Ketonlar										
1	Propan	<500	0.28±0.12	0.36±0.17	0.20±0.24	0.28±0.17	0.23±0.18	0.33±0.23	-	
2	Aseton	530	5.63±1.48b	4.25±2.49b	7.06±2.13a	5.05±3.04	5.64±1.94	6.24±1.88	-	
3	2,3-Butandion	657	5.10±3.87	4.57±4.07	5.04±4.32	5.12±4.06	4.84±3.93	4.77±4.30	-	
4	Asetoin	779	1.34±0.74	0.74±0.70	1.40±0.89	1.04±0.80	1.27±0.83	1.18±0.87	-	
5	2-Okten	806	0.99±0.64	0.79±0.57	0.67±0.62	0.89±0.68	0.83±0.71	0.74±0.44	-	
Aldehitler										
6	Asetaldehit	623	2.21±0.41	1.99±0.72	2.24±0.44	2.16±0.43	2.02±0.42	2.26±0.73	-	
7	3-Metilbutiraldehit	686	0.91±0.58	1.24±1.07	1.04±1.21	1.08±1.17	1.11±0.88	1.00±0.92	-	
8	Pentanal	742	7.63±6.16	7.57±7.63	7.41±5.07	7.33±3.62	6.99±5.90	8.29±8.55	-	
9	Hekzanal	850	46.36±17.68	43.51±18.25	43.93±21.16	50.98±18.67	41.39±16.78	41.44±20.05	-	
10	Heptanal	955	1.49±0.66	2.18±1.17	1.68±0.74	1.85±0.82	1.51±0.69	1.98±1.16	-	
11	Benzaldehit	1026	0.91±0.73	1.21±1.19	1.01±1.13	1.18±1.04	0.81±0.98	1.14±1.06	-	
12	Oktanal	1051	0.89±0.66	1.84±1.77	0.87±0.62	1.59±1.73	0.77±0.56	1.25±0.98	-	
13	Nonanal	1143	0.79±0.41	1.02±0.46	0.63±0.42	0.80±0.49	0.69±0.37	0.95±0.48	-	
14	Dekanal	1267	0.30±0.40	0.37±0.40	0.13±0.18	0.28±0.35	0.25±0.28	0.27±0.42	-	
15	4-(1-metiletil)-benzaldehit	1283	1.32±2.71	1.67±2.53	2.41±3.94	1.87±2.94	1.68±3.49	1.85±3.01	-	
16	1-Butanal	1425	0.19±0.13	0.14±0.13	0.11±0.07	0.11±0.10	0.14±0.10	0.19±0.13	-	
Alkoller										
17	Etanol	539	35.57±13.73b	34.29±10.72b	47.68±10.09a	32.95±11.83b	44.25±10.18a	40.33±14.45b	*	
18	1-Penten-3-ol	743	0.71±0.61	0.71±0.91	0.71±0.69	0.74±0.58	0.61±0.67	0.78±0.94	-	
19	1-Hekzanol	930	0.43±0.41	0.64±0.78	0.55±0.69	0.61±0.74	0.41±0.50	0.60±0.68	-	
20	1-Okten-3-ol	1006	0.70±0.60	2.73±2.59	1.84±1.92	1.70±1.93	1.29±1.45	2.28±2.58	-	
21	2-etil-1-hekzanol	1084	3.21±0.75	3.44±1.17	3.23±1.23	3.41±1.32	2.96±0.66	3.51±1.06	-	
Sülfürlü bileşikler										
22	Karbondisülfür	535	35.68±14.32a	19.55±13.92b	17.47±7.51b	33.09±16.73a	21.29±13.54b	18.32±8.67b	*	
23	2-Merkapto-4-feniltiyazol	1005	0.53±0.61	0.71±0.73	0.24±0.16	0.79±0.81	0.23±0.12	0.46±0.45	-	
Lakton										
24	Butirolakton	561	0.98±0.78	1.68±3.05	0.99±1.41	0.76±1.09	1.08±1.91	1.81±2.60	-	
Alifatik hidrokarbonlar										
25	Hekzan	600	2.38±1.65	2.45±2.52	2.87±3.36	2.05±1.72	2.75±3.18	2.89±2.66	-	
26	Heptan	700	3.07±1.6	2.30±1.88	2.12±1.61	2.38±1.68	2.58±1.67	2.53±1.89	-	
27	Oktan	800	3.01±1.8	1.76±0.68	1.89±1.34	1.89±1.10	2.41±1.68	2.36±1.53	-	
28	Dekan	1000	0.79±0.70	0.84±0.62	0.35±0.40	0.83±0.79	0.51±0.43	0.64±0.57	-	
Esterler										
29	Etil asetat	648	7.63±3.48a	3.25±2.25b	4.48±2.02a	6.35±4.10	4.35±2.66	4.66±2.44	-	
30	Butil propiyonat	952	1.85±1.48	2.34±2.90	1.47±2.13	2.06±2.07	1.33±1.52	2.27±2.90	-	
31	Propil hekzanoat	1151	0.94±0.39	1.54±1.03	0.80±0.61	1.25±1.04	1.04±0.60	0.99±0.66	-	
32	Hekzil büanoat	1221	1.21±0.63	1.26±0.89	0.80±0.51	1.32±0.90	0.84±0.37	1.12±0.71	-	
33	Propanoik asit. 2-metil-butil ester	1463	0.16±0.21	0.30±0.45	0.54±0.63	0.24±0.29	0.25±0.26	0.50±0.72	-	
Aromatik hidrokarbonlar										
34	Toluen	797	3.88±3.34a	1.74±1.01b	2.27±1.22b	4.03±3.19a	1.72±0.94b	2.15±1.44b	**	
35	Etil benzen	888	0.38±0.46	0.79±1.46	0.55±0.59	0.96±1.40	0.31±0.34	0.45±0.66	-	
36	p-Ksilen	898	0.30±0.28	0.76±0.71	0.86±0.87	0.53±0.61	0.67±0.67	0.72±0.83	-	
37	Stiren	935	0.55±0.70	0.69±0.87	0.52±0.69	0.81±0.98	0.42±0.58	0.53±0.59	-	
Dallanmış aldehit										
38	2,2,4,6,6-pentametil-heptan	987	1.89±1.01	1.91±1.45	1.27±1.12	1.78±1.21	1.38±0.85	1.92±1.51	-	
Furan										
39	2-pentil-furan	990	0.31±0.54	0.48±0.93	0.30±0.48	0.50±0.97	0.22±0.43	0.36±0.49	-	
Terpen										
40	Limonen	1054	0.45±0.60	0.18±0.19	0.36±0.65	0.24±0.55	0.32±0.47	0.43±0.57	-	

a-b: Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0.05). *: P < 0.05. **: P < 0.01.
KI: GC/MS'de DB-624 kolonu için hesaplanan Kovats indeksi



Şekil 1. Kavurmada farklı yağ ve tuz oranı faktörleri ile uçucu bileşikler arasındaki ilişkinin temel bileşen analizi

istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Tuz seviyesi de etanol içeriğini etkilemiş ve en yüksek ortalama değer %1.5 tuz içeren grupta tespit edilmiştir. Buna karşın %1 ve %2 tuz içeren gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$) (Tablo 1). Etanol, karbohidrat metabolizmasının bir ürünüdür. Ancak alkollerin oluşumunda lipit oksidasyonu ve amino asit metabolizması da etkili olmaktadır (Sidira ve ark., 2015).

Araştırmada iki sülfürlü bileşik tanımlanmıştır. Karbondisülfür üzerinde yağ oranı ve tuz oranı $P<0.01$ seviyesinde, bu iki faktörün etkisi ise $P<0.05$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Karbondisülfür, %10 yağ içeren grupta daha yüksek bir ortalama değer vermiştir. Buna karşın yağ içeriğinin %15 ve %20 olması durumunda ortalama değerler düşüş göstermiş ancak istatistiki açıdan farklılık söz konusu olmamıştır. Tuz faktörü açısından ise en yüksek ortalama karbondisülfür içeriği %1 tuz içeren grupta belirlenmiş ve tuz içeriğinin artması ile miktar azalmıştır. Ancak %1.5 ve %2 kullanılan gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 1). Sülfürlü bileşikler, enzimatik reaksiyonlar ve ısıl işlem uygulamaları ile oluşabilmekte, düşük aroma ve tat duyumu eşiklerinden dolayı düşük konsantrasyonlarda dahi duyuşsal potansiyel sergileyebilmektedir (McGorin, 2011).

Et ürünlerinde düşük duyumu eşik değerleri ile aroma üzerinde rol oynayan bir başka grup esterlerdir. Bu bileşikler genellikle alkollerin ve karboksilik asitlerin esterifikasyonu sonucu oluşmaktadır. Ayrıca asetaldehit, propanal, bütanal, pentanal ve oktanalın esterleşmesi sonucunda sırasıyla etil asetat, etil propanoat, etil bütanoat, etil heksanoat ve etil oktanoat oluşabildiği de belirtilmektedir. Diğer taraftan etil asetat, etil propiyonat, propil asetat ve etil bütanoat gibi düşük moleküler ağırlıklı esterler, karbohidrat katabolizmasından da kaynaklanabilmektedir (Rotschakul ve ark., 2009). Bu araştırmada beş ester bileşiği belirlenmiş ve bu bileşiklerden etil asetat üzerinde yağ oranı faktörü istatistiki açıdan önemli etki göstermiştir. Bu bileşik için en yüksek ortalama değer, yağ oranının %10 seviyesinde olması durumunda tespit edilmiştir (Tablo 1).

Farklı yağ ve tuz oranları kullanılarak üretilen kavurma örneklerinde aromatik hidrokarbon olarak toluen, etil benzen, p-kilsen ve stiren tanımlanmıştır. Bununla birlikte sadece toluen incelenen faktörlerden etkilenmiştir. Bu bileşik için en yüksek ortalama değer, %10 yağ içeren grupta belirlenmiştir. Ayrıca %1 tuz içeren grup toluen açısından en yüksek ortalama değeri göstermiştir (Tablo 1). Toluen, p-kilsen ve stiren, Şişik Oğraş ve ark. (2018) tarafından da kavurma örneklerinde tespit edilmiştir. Toluenin, lipit

degradasyonu (Çakır ve ark., 2013) ve amino asit katabolizması sonucu oluşabileceği bildirilmektedir (Marco ve ark., 2008).

Araştırmada belirlenen alifatik hidrokarbonlar (heksan, heptan, oktan ve dekan) üzerinde tuz ve yağ faktörlerinin önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Yüksek eşik değerlerinden dolayı alifatik hidrokarbonların aroma üzerindeki etkileri oldukça sınırlıdır (Ramirez ve Cava, 2007). Araştırmada lakton, dallanmış hidrokarbon, furan ve terpen gruplarına ait sırasıyla butirolakton, 2,2,4,6,6-pentametil-heptan, 2-pentil furan ve limonen bileşikleri de tanımlanmıştır. Bununla birlikte bu bileşiklerden hiç biri üzerinde yağ ve tuz oranı faktörlerinin önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). 2-pentil furan ve limonen bileşikleri, Şişik Oğraş ve ark. (2018) tarafından farklı hayvansal yağlar kullanılarak üretilen kavurma örneklerinde de belirlenmiştir.

Kavurmada farklı yağ ve tuz oranı faktörleri ile uçucu bileşikler arasındaki ilişki temel bileşen analizi ile incelenmiştir (Şekil 1). Temel bileşen analizinde iki komponent, toplam bileşenin %95'ini (%80 PC1 ve %15 PC2) oluşturmuştur. PC1 toplam korelasyonunun %80'ini oluşturarak iyi bir ayırım göstermiştir. Yağ oranı %10 olan grup PC1'in pozitif tarafında yer almış ve PC1'in negatif tarafında yer alan %15 ve %20 yağ oranı içeren gruplarla negatif bir ilişki göstermiştir. Tuz oranı açısından %1 tuz oranına sahip grup PC1'in pozitif tarafına yerleşmiş ve %1.5 ve %2 tuz oranı içeren gruplar ile negatif bir korelasyon sergilemiştir. Diğer taraftan %10 yağ oranı ve %1 tuz oranı içeren gruplar arasında pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Varyans analizi sonucunda önemli bulunan bileşiklerden etanol (no 17) hariç diğer bileşikler PC1'in pozitif tarafına yerleşmiş ve %10 yağ oranı ve %1 tuz oranı içeren gruplarla pozitif bir korelasyon göstermişlerdir. Ayrıca uçucu bileşikler daha çok PC1'in pozitif tarafında yoğunlaşmıştır. Bu sonuçlara göre kavurmada %1 tuz ve %10 yağ oranı kullanımı uçucu bileşikler üzerinde daha etkili olmaktadır.

Sonuç

Ette aroma oluşumu pek çok faktörden etkilenmekle birlikte yağlar ve düşük moleküler ağırlıklı suda çözünen bileşikler, pişmiş et lezzetinin en önemli öncüllerini oluşturmaktadır. Maillard reaksiyonu, pişmiş et aroma bileşiklerinin oluşumunda ana yol olarak kabul edilmektedir. Ayrıca pişirme sırasında lipit oksidasyonu, lipit oksidasyon ürünleri ile Maillard reaksiyonu ürünlerinin etkileşimi ve Maillard reaksiyonu sırasında ısıl işlemin bir sonucu olarak indüklenen reaksiyonlar, pişmiş etlerin karakteristik aroması ve lezzetinden sorumlu uçucu aroma bileşenlerinin üretimini sağlamaktadır. Mevcut çalışmada farklı oranlarda yağ kullanımı kavurmada sınırlı sayıda uçucu bileşik üzerinde etki göstermiştir. Kavurma üretiminde farklı oranlarda tuz kullanımı da uçucu bileşik profilinde sınırlı bir etkiye neden olmuştur. Bununla birlikte temel bileşen analiz sonuçlarına göre %1 tuz ve %10 yağ kombinasyonu, pozitif bir korelasyon göstererek daha fazla uçucu bileşik üzerinde etkili olmuştur.

Hakem değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Tasarım - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Denetleme - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Kaynaklar - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Malzemeler - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Analiz ve/veya Yorum -; D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Literatür Taraması - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Yazıyı Yazan - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Eleştirel İnceleme - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.;

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no:2015/164).

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Design – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Supervision – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Resources – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Materials – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Data Collection and/or Processing – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Analysis and/or Interpretation – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Literature Search – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Writing Manuscript – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Critical Review – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.

Declaration of Interests: The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding: This study was supported by Atatürk University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project no: 2015/164).

Kaynaklar

- Aksu, M.İ., & Kaya, M. (2005). The effect of α -tocopherol and butylated hydroxyanisole on the colour properties and lipid oxidation of kavurma, a cooked meat product. *Meat Science*, 71(2), 277-283.
- Belitz, H.D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Meat (12.section, pp.605-607), In: *Food Chemistry*, Springer-Verlag, Germany.
- Calkins, C. R., & Hodgen, J. M. (2007). A fresh look at meat flavor. *Meat Science*, 77, 63-80.
- Çakir, M.A., Kaya, M., & Kaban, G. (2013). Effect of heat treatment on the volatile compound profile and other qualitative properties of sucuk. *Fleischwirtschaft International*, 5, 69-74.
- Dominguez, R., Gomez, M., Fonseca, S., & Lorenzo, J.M. (2014). Influence of thermal treatment on formation of volatile compounds, cooking loss and lipid oxidation in foal meat. *LWT- Food Science and Technology*, 58, 439-445.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., & Zorba, Ö. (2004). Et Ürünleri İşleme Mühendisliği, Atatürk Üniv. Yayın No:786, Ziraat Fak. Yayın No:320. Ders Kitapları Serisi No:70, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Kaban, G. (2009). Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastırma processing. *Meat Science*, 82, 17-23.
- Khan, M.I., Jo, C., & Tariq, M.R. (2015). Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors- A systematic review. *Meat Science*, 110, 278-284.
- Kaya, M., & Kaban, G. (2010). Et Ürünleri Teknolojisi II. Et ve et ürünlerinin kalite kontrolü (pp. 44-61), Ed: M. Kivanç. Anadolu Üniversitesi Web-Ofset, Eskişehir.
- Lee, K.G., & Shibamoto, T. (2002). Toxicology and antioxidant activities of non-enzymatic browning reaction products: review. *Food Reviews International*, 18 (2-3), 151-175.
- Marco, A., Navarro, J.L., & Flores, M. (2008). The sensory quality of dry fermented sausages as affected by fermentation stage and curing agents. *European Food Research and Technology*, 226(3), 449-458.
- McGorin, R.J. (2011). The significance of volatile sulfur compounds in food flavors. In: *Volatile sulfur compounds in food*, M. Qian, X. Fan, and K. Mahattanatawee, Eds., Chapter 1, pp. 3-31, ACS Symposium Series 1068, ACS Books, Washington.
- Min, B., & Ahn, D. U. (2005). Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products - A review. *Food Science and Biotechnology*, 14, 152-163.
- Olivares, A., Navarro, J.L., & Flores, M. (2009). Establishment of the contribution of volatile compounds to the aroma of fermented sausages at different stages of processing and storage. *Food Chemistry*, 115, 1464-1472.
- Ordóñez, J.A., Hierro, E.M., Bruna, J.M., & Hoz, L. (1999). Changes in the components of dry- fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(4), 329-367.
- Ramirez, R., & Cava, R. (2007). Volatile profiles of dry-cured meat products from three different Iberian x duroc genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 1923-1931.
- Roldan, M., Loebner, J., Degen, J., Henle, T., Antequera, T., & Carrascal, J.R. (2015). Advanced glycation end products, physico-chemical and sensory characteristics of cooked lamb loins affected by cooking method and addition of flavour precursors. *Food Chemistry*, 168, 487-495.
- Rotsatchakul, P., Visanguan, W., Smitinont, T., & Chaiseri, S. (2009). Changes in volatile compounds during fermentation of nham (Thai fermented sausage). *International Food Research Journal*, 16, 391-414.
- Sohail, A., Al-Dalali, S., Wang, J., Xie, J., Shakoor, A., Asimi, S., Shah, H., & Patil, P. (2022). Aroma compounds identified in cooked meat: A review. *Food Research International*, 157, 111385.
- Sidira, M., Kandyli, P., Kanellaki, M., & Kourkoutas, Y. (2015). Effect of immobilized *Lactobacillus casei* on volatile compounds of heat treated probiotic dry-fermented sausages. *Food Chemistry*, 178, 201-207.
- Şişik Oğraş, Ş., Akköse, A., Kaban, G., & Kaya, M. (2018). Volatile profile and fatty acid composition of kavurma (a cooked uncured meat product) produced with animal fat combinations. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 364-373.
- Uzun Özcan, A., & Bozkurt, H. (2010). Changes in headspace flavour component composition and texture of kavurma during cooking process. *Fleischwirtschaft International*, 2, 137-140.
- Vural, H., & Öztan, A. (1989). Geleneksel et ürünümüz kavurma I. Et ve Balık Kurumu Endüstri Dergisi, 58(9), 22-28.