

T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**KILIF KALİBRASYONUNUN TÜTSÜLENMİŞ ISIL İŞLEM
GÖRMÜŞ SUCUĞUN BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burak KAYAR

Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı

Gastronomi ve Mutfak Sanatları Tezli Yüksek Lisans Programı

**ARALIK 2024
İSTANBUL**

T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**KILIF KALİBRASYONUNUN TÜTSÜLENMİŞ ISIL İŞLEM
GÖRMÜŞ SUCUĞUN BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Burak KAYAR
(231247004)
0009-0006-0328-7379**

Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı

Gastronomi ve Mutfak Sanatları Tezli Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Barış YALINKILIÇ

İstanbul 2024



T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü

Jüri Tez Onay Formu

26.12.2024

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Bu çalışma 26.12.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı, Gastronomi ve Mutfak Sanatları (Tezli Yüksek Lisans) Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Dr. Barış YALINKILIÇ

Danışman

İstanbul Gedik Üniversitesi

Prof. Dr. Birol ÖZKALP

Üye (İmza)

İstanbul Gedik Üniversitesi

Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

Üye (İmza)

Atatürk Üniversitesi

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Kılıf Kalibrasyonunun Tütsülenmiş Isıl İşlem Görmüş Sucuğun Bazı Kalitatif Özelliklerine Etkisi” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. (26/12/2024)

Burak KAYAR



ÖNSÖZ

Tez çalışmamın, fikir aşamasından tamamlanma sürecine kadar, destek ve yardımlarını benden esirgemeyen ve bu süreçte bana büyük katkılar sağlayan saygıdeğer hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Barış YALINKILIÇ'a, Prof. Dr. Mükerrer KAYA'ya ve Prof. Dr. Güzin KABAN'a sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım. Desteklerinden dolayı Namet Gıda A.Ş. Ar-Ge ekibine de teşekkürlerimi sunarım.

Çok değerli ve kıymetli aile büyüğüm Dedem Kemal KAYAR'a ve Babaannem merhum Perihan KAYAR'a, tüm hayatım boyunca bana yol gösteren ve en büyük destekçilerim olan kıymetli Babam Faruk KAYAR'a, Annem Perihan YÜKDAĞ'a ve kız kardeşim Fatma Pınar KAYAR'a, bende çok büyük emeği olan ve beni yetiştiren çok değerli ve kıymetli Amcam başta Tarık KAYAR'a ve diğer Amcalarım Haluk KAYAR ve Hikmet KAYAR'a sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Hayat arkadaşım çok değerli eşim İrem Ece KAYAR'a saygı ve sevgilerimle. Oğlum İzber Kemal KAYAR ve Kızım Zeynep Melisa KAYAR'a gelecekte ışık tutması dileğiyle.

Aralık 2024

Burak KAYAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xi
1 GİRİŞ	1
2 GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Isıl İşlem Görmüş Sucuk	4
2.2 Fermente Sosislerde Kullanılan Kılıflar ve Tütsüleme Uygulamaları	5
3 MATERYAL VE METOT	9
3.1 Materyal	9
3.2 Metot	9
3.2.1 Isıl İşlem Görmüş Sucuk Üretimi.....	9
3.2.2 Analizler	10
3.2.2.1 Mikrobiyolojik Analizler	10
3.2.2.2 pH değerinin belirlenmesi.....	10
3.2.2.3 a_w değerinin belirlenmesi.....	10
3.2.2.4 Tiyobarbütirik asit reaktif maddelerinin (TBARS) belirlenmesi.....	11
3.2.2.5 Renk değerlerinin belirlenmesi	11
3.2.2.6 Kalıntı nitrit analizi.....	11
3.2.2.7 Duyusal Analiz	11
3.2.2.8 Uçucu bileşik analizi.....	12
3.2.2.9 İstatistiki analizler.....	12
4 BULGULAR VE TARTIŞMA.....	13
4.1 pH Değeri	13
4.2 a_w Değeri	15
4.3 Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeler (TBARS)	17
4.4 L^* , a^* ve b^* Değerleri.....	19
4.5 Kalıntı Nitrit İçeriği.....	22
4.6 Laktik Asit Bakteri Sayısı	24
4.7 Micrococcus/Staphylococcus Sayısı	27
4.8 Enterobacteriaceae Sayısı.....	29
4.9 Maya-Küf Sayısı	30
4.10 Duyusal Analiz Sonuçları.....	30
4.11. Uçucu bileşik profili.....	33
5 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	58
KAYNAKLAR	63
EKLER.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZGEÇMİŞ.....	69

KISALTMALAR

SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
KOB	: Koloni Oluşturan Birim
TBARS	: Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeler



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1: Duyusal Analiz Panel Formu.....	11
Çizelge 4.1: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerleri.....	14
Çizelge 4.2: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	14
Çizelge 4.3: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	14
Çizelge 4.4: Depolama değişkenine ait pH değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	15
Çizelge 4.5: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş füme sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen a_w değerleri	15
Çizelge 4.6: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları	16
Çizelge 4.7: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	16
Çizelge 4.8: Depolama değişkenine ait a_w değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	17
Çizelge 4.9: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerleri	17
Çizelge 4.10: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	18
Çizelge 4.11: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	19
Çizelge 4.12: Depolama değişkenine ait TBARS değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	19
Çizelge 4.13: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri	20
Çizelge 4.14: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	21
Çizelge 4.15: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerine ait	

	ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	21
Çizelge 4.16:	Depolama değişkenine ait L^* , a^* ve b^* değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	22
Çizelge 4.17:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen kalıntı nitrit içerikleri (mg/kg).....	22
Çizelge 4.18:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen kalıntı nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	23
Çizelge 4.19:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinin kalıntı nitrit değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları.....	23
Çizelge 4.20:	Depolama değişkenine ait kalıntı nitrit değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	24
Çizelge 4.21:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayısı(log kob/g).....	25
Çizelge 4.22:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	25
Çizelge 4.23:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinin laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	26
Çizelge 4.24:	Depolama değişkenine ait laktik asit bakteri değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	26
Çizelge 4.25:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısı (log kob/g).....	27
Çizelge 4.26:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş füme sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.27:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinin <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	28
Çizelge 4.28:	Depolama değişkenine ait <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	29
Çizelge 4.29:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen Enterobacteriaceae sayıları (log kob/g).....	29
Çizelge 4.30:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen maya-küf sayıları (log kob/g).....	30
Çizelge 4.31:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinin depolama sırasındaki duyu analizi sonuçları.....	31
Çizelge 4.32:	Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen duyu analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	32

Çizelge 4.33: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	33
Çizelge 4.34: Depolama değişkenine ait duyusal parametre ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	33
Çizelge 4.35: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units $\times 10^6$).....	34
Çizelge 4.36: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.37: Tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinin kılıf çapı ve depolama süresi değişkenlerine ait uçucu bileşik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	55



KILIF KALİBRASYONUNUN TÜTSÜLENMİŞ ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUĞUN BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ÖZET

Araştırmada farklı kılıf kalibrasyonlarının ve soğukta muhafaza süresinin ısıtma işlemi görmüş tütsülenmiş sucuğun bazı kalitatif özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla hazırlanan sucuk hamurları 3 farklı kalibrasyona (45, 50 ve 60 mm) sahip kılıflara doldurulmuş ve soğuk tütsüleme, ısıtma işlemi/sıcak tütsüleme ve kurutma işlemlerine tabi tutulmuştur. Üretimden sonra her bir ürün grubu dilimlenmiş ve modifiye atmosfer koşullarda (%70 N₂ ve %30 CO₂) ambalajlanmıştır. Her bir ürün grubu 4 °C'de 3 ay süre ile muhafaza edilmiştir. Muhafazanın belirli günlerinde (0, 30, 60 ve 90. gün) alınan örnekler mikrobiyolojik sayımlar (laktik asit bakterisi, *Micrococcus/Staphylococcus*, Enterobacteriaceae, maya ve küf) ile pH, a_w, TBARS, kalıntı nitrit, enstrümental renk (L*, a* ve b*) ve duyu analize tabi tutulmuştur. Ayrıca örnekler depolama süresince uçucu bileşik analizine de tabi tutulmuştur. Kılıf çapı, pH değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. 45 mm çaplı ürün grubu en düşük ortalama a_w ve en yüksek ortalama TBARS değerini vermiştir. En yüksek kalıntı nitrit seviyesi 60 mm çaplı grup vermesine karşın tüm gruplarda kalıntı nitrit seviyesi 10 mg/kg'ın altında bulunmuştur. Depolama süresi ilerledikçe kalıntı nitrit seviyesi azalmış, TBARS değeri ise artmıştır. En yüksek ortalama L* değeri, 60 mm çaplı grupta belirlenmiştir. Laktik asit bakterisi ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı kılıf çapı arttıkça artış göstermiştir. Duyusal analizde, tat ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından 50 mm çaplı grup diğer gruplara göre daha yüksek puanlar almıştır. Örneklerde aldehitler, ketonlar, alkoller, esterler, fenoller, furanlar, terpenler, aromatik hidrokarbonlar ve asitler olmak üzere 9 farklı kimyasal gruba dahil toplam 45 uçucu bileşik belirlenmiştir. Depolama süresi, kılıf çapına göre daha fazla uçucu bileşik üzerinde etkili olmuştur. Depolamanın 90. gününde çok sayıda uçucu bileşimin seviyesi düşüş göstermiştir. Sonuç olarak ısıtma işlemi görmüş tütsülenmiş sucuk üretimi için 50 mm çaplı kılıf kullanımının daha iyi sonuçlar verdiği, depolama süresinin ise 60 gün ile sınırlandırılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Isıtma işlemi görmüş sucuk, Tütsüleme, Kılıf çapı, Uçucu bileşikler.*

EFFECT OF DIAMETER OF CASING ON THE SOME QUALITATIVE PROPERTIES OF HEAT TREATED SUCUK

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effects of different casing calibrations and cold storage period on some qualitative properties of heat-treated smoked sucuk. For this purpose, the prepared sucuk batters were filled into casings of 3 different calibrations (45, 50, and 60 mm) and subjected to cold smoking, heat treatment/hot smoking and drying processes. After production, each product group was sliced and packaged under modified atmosphere conditions (70% N₂ and 30% CO₂). Each product group was stored at 4 °C for 3 months. Samples taken on certain days of storage (0, 30, 60 and 90th days) were subjected to microbiological counts (lactic acid bacteria, *Micrococcus/Staphylococcus*, Enterobacteriaceae, yeast and mold) and pH, a_w, TBARS, residual nitrite, instrumental color (L*, a* and b*) and sensory analyses. In addition, samples were subjected to volatile compound analysis during storage. The casing diameter did not show a significant effect on the pH value. The 45 mm diameter product group gave the lowest average a_w and highest average TBARS value. Although the 60 mm diameter group had the highest residual nitrite level, residual nitrite levels were found below 10 mg/kg in all groups. As storage period progressed, residual nitrite level decreased and TBARS value increased. The highest average L* value was determined in the 60 mm diameter group. Lactic acid bacteria and *Micrococcus/Staphylococcus* counts increased as casing diameter increased. In the sensory analysis, the 50 mm diameter group received higher scores than other groups in terms of taste and general acceptability parameters. A total of 45 volatile compounds belonging to 9 different chemical groups including aldehydes, ketones, alcohols, esters, phenols, furans, terpenes, aromatic hydrocarbons, and acids were determined in the samples. Storage period affected more volatile compounds than casing diameter. The levels of many volatile compounds decreased on the 90th day of storage. As a result, it was concluded that the use of 50 mm diameter casings for the production of heat-treated smoked sucuk gives better results and that the storage period should be limited to 60 days.

Keywords: *Heat-treated sucuk, Smoking, Casing diameter, Volatile compounds.*

1 GİRİŞ

İşlenmiş et ürünleri içerisinde önemli bir paya sahip olan fermente sosisler, et ve yağın elde edildiği hayvanın türü ve cinsi, etin parçalanma derecesi ve parçalamada uygulanan yöntem, starter kültür, katkı maddeleri, kullanılan kılıfın tipi ve çapı, olgunlaştırma/tütsüleme koşulları ve uygulanan ambalajlama yöntemi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Montanari et al. 2016; Lücke, 2017). Bu ürünler nem içeriği, nem:protein oranı, et/yağın parçalanma derecesi, ağırlık kaybı, su aktivitesi gibi kriterlere göre sınıflandırılmaktadır (Vignolo et al., 2010). Fermente sosisler genellikle kurutma derecesine göre kuru ve yarı kuru fermente sosisler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Kuru fermente sosislerde su aktivitesi 0,90'ın altında olup bu ürünlerin diğer önemli bir özelliği genellikle tütsüleme işlemine tabi tutulmamalarıdır. Yarı kuru fermente sosislerde ise su aktivitesi değeri 0,90 ile 0,95 aralığında değişim göstermektedir. Ayrıca bu ürünlere kuru fermente sosislerden farklı olarak genellikle pişirme işlemi (iç sıcaklık: 60-68 °C) uygulanmaktadır (Caplice ve Fitzgerald, 1999). Rohwurst, hard salami, İtalyan tipi salami, pepperoni ve sucuk gibi ürünler kuru fermente sosisler, chorizo, thuringer, ısıl işlem görmüş sucuk, cervelat ve summer sausage gibi ürünler ise yarı kuru fermente sosisler grubunda yer almaktadır. Bunun yanı sıra Mettwurst ve Teewurst gibi yumuşak kıvamlı sosisler de fermente sosisler içerisinde değerlendirilmektedir (Kaya ve Kaban, 2019).

Ülkemizde sucuk ve ısıl işlem görmüş sucuk olmak üzere iki farklı fermente sosis çeşidi üretilmektedir. Her iki ürünün üretiminde de doğal kılıf olarak sığır ince bağırsağı (kuru veya salamura) kullanılmaktadır. Endüstriyel üretimde ise doğal kılıfların yanı sıra kolajen ve fibröz kılıflar da kullanılmaktadır. Sucuk üretimi fermantasyon ve kurutmayı içeren bir olgunlaştırma işlemine dayanırken, ısıl işlem görmüş sucukta ise fermantasyon, ısıl işlem ve kurutma olmak üzere 3 ana işlem basamağı söz konusudur. Bu üründe ısıl işlem uygulaması ürün güvenliğine katkı da bulunmaktadır (Ercoskun vd., 2010). Pek çok fermente sosis çeşidinde soğuk tütsüleme işlemine başvurulurken Türkiye'de üretilen her iki fermente sosis

çeşidinde de bu uygulamaya yer verilmemektedir. Örneğin Almanya'da üretilen fermente sosislerin yaklaşık %95'i tütüleme işlemine tabi tutulurken, bu oran İtalyan tipi fermente sosislerde %5 civarındadır (Gökalp vd., 2010). Et ve et ürünlerinde binlerce yıldır kullanılan en eski muhafaza yöntemlerinden biri olan tütüleme odun talaşının termal olarak parçalanması sonucu oluşan uçucu bileşiklerin ürüne nüfuz etmesi süreci olarak tanımlanmaktadır (Djinovic vd., 2008; Hitzel vd., 2013; Kim vd., 2021). Tütüleme işleminde gürgen, kayın, meşe, ıhlamur, elma, akağaç ve kiraz gibi az katranlı ağaçlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Gökalp vd., 2010). Tütü kaynaklı fenolik bileşikler duyuşal özellikler açısından önemli maddelerdir. Bu bileşikler aynı zamanda antimikrobiyal ve antioksidan aktivite gösterebilmektedir (Djinovic vd., 2008; Hitzel vd., 2013; Kim vd., 2021). Tütünün antioksidan aktivitesi fenoller, fenol aldehytlar ve organik asitler de dahil olmak üzere pek çok bileşige dayanmaktadır. Bu bileşikler içerisinde 2,6-dimetoksifenol ve 2,6-dimetiloksi-4-etilfenol gibi yüksek kaynama noktasına sahip fenoller antioksidan aktivite açısından daha etkilidir (Honikel, 2009).

Türkiye'de üretilen ısıt işlem görmüş sucuklar genellikle birbirine yakın kalibrasyondaki kılıflarda tütüleme işlemi uygulanmaksızın ya vakum ambalaj altında ya da dilimlenmiş vaziyette modifiye atmosfer ambalaj altında soğuk zincirde piyasaya sürülmektedir. Tütüleme işlemi özellikle kuzey Avrupa ülkelerinde ısıt işlem görmüş et ürünlerine uygulanan geleneksel bir yöntem olup ülkemizde piyasaya sürülen ürünlerde bu uygulamaya yer verilmemektedir. Bununla birlikte tütüleme işlemi neticesinde ürün yüzey renk profilinde değışime yol açan bileşiklerin ürün yüzeyinde tutunduğı, bu bileşiklerin bir kısmının antioksidan özellik sergilerken bir kısmının ise sağık açısından riskli olduğı bilinmekte ve ayrıca uygulanan tütüleme işlemi ile ürün yüzeyinde meydana gelen hafif kurumanın yüzey bölgesinde su aktivitesi değerini düşürerek mikrobiyal güvenliğe katkı sağladığı bilinmektedir. Ayrıca ürün kılıf kalibrasyon çapındaki değışimin ürünün duyuşal özelliklerini ve tütü bileşenlerinin ürün yüzeyine tutunma derecesini etkileyebileceğı dikkate alındığında tat ve koku profili zenginleştirilmiş ısıt işlem görmüş sucuk eldesinde mevcut üretim proses şartlarında değışime gitmenin ve yeni denemeler yapmanın ürün çeşitliliğini artırma noktasında faydalı olacağı düşünölmektedir.

Isıt işlem görmüş sucuk, 1980'li yıllarda sucuk üretim prosesine ısıt işlem

prosesinin dahil edilmesiyle üretilen yarı kuru bir fermente sosis çeşididir (Tayar, 1989; Kaban ve Bayrak, 2015). Bu fermente sosis çeşidi son yıllarda yaygın bir şekilde dilimlenerek de piyasaya sunulmaktadır. Ancak dilimli ürünlerde raf ömrü süresince meydana gelen değişimlere yönelik herhangi bir çalışma bugüne kadar yürütülmemiştir. Ayrıca bu üründe ürün geliştirmeye yönelik bir çalışma da yapılmamıştır. Mevcut bu çalışma, farklı kılıf kalibrasyonları kullanılarak tütsülenmiş dilimlenmiş ısıtılmış sucuk üretiminin gerçekleştirilmesi ve soğukta muhafaza sırasındaki değişimlerin belirlenmesine yöneliktir.

Bu çalışmada, farklı kalibrasyona sahip kılıf kullanımı ve soğukta muhafaza süresinin, tütsülenmiş ve dilimlenmiş ısıtılmış sucuğun mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerine etkilerinin belirlenmesi, ülkemizdeki fermente sosis ürün çeşitliliğinin artırılması ve yeni ürün geliştirme potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçlara yönelik olarak ısıtılmış sucuk hamurları hazırlanmış ve 3 farklı (45, 50 ve 60 mm çap) kalibrasyona sahip kılıflara dolun yapılmıştır. Tüm gruplara soğuk tütsüleme işleminden sonra fermentasyon (24 °C'lik başlangıç fermentasyon sıcaklığı, pH<5), ısıtılmış – tütsüleme (60°C'de iç sıcaklık), ve kurutma uygulanmıştır. Bu şekilde üretilen sucuk grupları, kılıflar soyulduktan sonra dilimlenerek modifiye atmosfer koşullarda (%70 N₂ ve %30 CO₂) ambalajlanmış ve 4 °C'de 3 ay süre ile muhafaza edilmiştir. Muhafazanın belirli günlerinde (0, 30, 60 ve 90) alınan örnekler fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analizlere tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar istatistiksel analizlere tabi tutulmuş ve değerlendirilmiştir.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Isıl İşlem Görmüş Sucuk

Kuru fermente bir sosis çeşidi olan sucuğun üretiminde fermentasyon ve kurutma olmak üzere 2 ana işlem söz konusudur. Bu üründe diğer pek çok fermente kuru sosis çeşidinde olduğu gibi ısıl işlem söz konusu değildir (Kaya ve Kaban, 2019). Ancak 1980’li yıllardan itibaren sucuk üretiminde ısıl işlem uygulamalarına yer verilmiştir. Tayar (1989) tarafından yapılan bir araştırmada, iç sıcaklığın 62°C olarak uygulanması durumunda sucuktaki koliform grubu bakterilerin inaktive olduğu ve böylelikle sanayide yaşanan *Escherichia coli* sorununun ortadan kaldırılabileceği rapor edilmiştir. Aynı araştırmada bu tip ısıl işlem uygulanan ürünlerin pastörize sucuk adı altında piyasaya sunulması önerisinde de bulunulmuştur. Fermentasyon, ısıl işlem ve kurutma işlemleri uygulanarak üretilen bu ürünler, başlangıçta “sucuk benzeri ürün” olarak adlandırılmıştır. Aynı ürün TS 13297 no’lu standartta ise “sucuk benzeri et ürünü- ısıl işlem görmüş” olarak adlandırılmıştır (Anonim, 2007). 2012 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğinde ise bu ürün “ısıl işlem görmüş sucuk” olarak adlandırılmıştır (Anonim, 2012). Tebliğde “büyükbaş ve/veya küçükbaş hayvan etlerinin ve yağlarının veya kanatlı hayvan etleri ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermentasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak nem oranı %50’nin altına düşürülmüş, kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıl işlem uygulanmış et ürünü” şeklinde tanımlanan bu yarı-kuru fermente sosis çeşidi için iç sıcaklık dereceleri de verilmiştir. Kırmızı et kullanılarak üretilen ürünlerde 68°C’lik, kanatlı etinden hazırlanan ürünlerde ise 72°C’lik iç sıcaklık şartı getirilmiştir. Bunun yanı sıra aynı tebliğde, pH’nın 5,6 veya altında, nem/protein oranının ise 3,6’nın altında olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2012). 2019 yılında yayınlanan Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği’nde ise ısıl işlem uygulamaları için belirtilen iç sıcaklık şartı uygulamadan kaldırılmıştır (Anonim, 2019). Isıl işlem görmüş sucuk üzerinde yapılan araştırmalarda fermentasyon işleminden sonra uygulanan ısıl

işlemede genellikle 60 °C ile 68 °C arasında değişen iç sıcaklıklar kullanılmıştır (Toptancı ve Ercoşkun 2017; Dalmış ve Soyer 2008; Ercoşkun vd., 2010; Kaya ve Kaban 2019; Armutçu vd., 2020).

Isıl işlem görmüş sucuk gibi yarı kuru fermente sosislerde nem/protein oranı 2,3-3,7 arasında değişebilmektedir. Bu ürünler sucuk gibi kuru fermente sosislerden aroma ve lezzet açısından oldukça farklıdır. Nem içerikleri yüksek olan bu ürünlerde fermentasyon sırasındaki pH düşüşü önemli bir engel etkidir (Ockerman and Basu, 2007).

2.2 Fermente Sosislerde Kullanılan Kılıflar ve Tütsüleme Uygulamaları

Fermente sosislerin üretiminde hem doğal hem de suni kılıflar kullanılabilir. Bu kılıflar ürünlere şekil, boyut ve bütünlük kazandırmalarının yanı sıra üretimin değişik aşamalarında gerçekleşen hacimsel, yapısal ve kimyasal değişikliklerde de önemli rol oynamaktadır (Djordjevic vd., 2015). Doğal kılıflar genellikle koyun, keçi ve domuzların ince ve kalın bağırsaklarından elde edilmektedir. Sığır ve atların bağırsaklarından da doğal kılıf olarak yararlanılmaktadır. Bağırsakların işlenmesi ve muhafazası farklı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bağırsaklardan elde edilen kılıflar, belirli bir su ve su buharı ile gaz geçirgenliğine sahiptir (Heinz ve Hautzinger, 2007). Ayrıca doğal kılıfların tümü tütsüyü geçirebilme özelliğine de sahiptir (Heinz ve Hautzinger, 2007; Harper vd., 2012).

Fermente sosis üretiminde kullanılan kılıfların su buharı ve gaz geçirgenliği ile proses sırasında sosis hacminde meydana gelen değişikliklere uyum sağlama kabiliyeti olgunlaştırma sırasında önemli derecede rol oynamakta ve doğrudan son ürünün kalitesini etkilemektedir. Bu ürünler fermentasyondan sonra belirli bir su aktivitesine düşüncüye kadar kurutulmaktadır. Doğal kılıflar genellikle tuzlanarak veya kurutularak muhafaza edilmektedir. Dolumdan önce kuru tuzlanmış kılıflar önce soğuk su ile tuz uzaklaştırıldıktan sonra 1 gece soğuk suda bekletilmektedir. Bu amaçla, ılık suda da 3-5 saat bekletilerek doluma hazır hale getirilmektedir. Soğuk suya daldırma işlemi tuzun uzaklaştırılmasının yanı sıra aynı zamanda kolajen liflerinin daha elastik hale gelmesinde sağlamaktadır. Laktik asit (% 2'lik) de bu etkiye katkıda bulunmaktadır. İntestinal kılıfların en önemli karakteristik özelliği elastikiyettir. Dolayısıyla kurutma sırasındaki hacim azalmasına rağmen ürünü

sarmaktadır. Bu kılıfların tütüleme ve kurutma sırasında sertlikleri artmakta ve geçirgenlikleri azalmaktadır. Doğal kılıfların diğer bir muhafaza yöntemi ise salamurada muhafazadır. Bu şekilde muhafaza edilen kılıflar, kullanılmadan önce tuzu uzaklaştırmak amacıyla suda bekletilmekte ve iyice durulanmaktadır. Ancak salamurada muhafaza edilen bu kılıfların *Clostridium* ve *Salmonella* gibi biyolojik tehlikelerden dolayı soğukta muhafaza edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Djordjevic vd., 2015).

Fermente sosislerde suni kılıflar da üretimde kullanılabilir. Suni kılıflar, selüloz, kolajen veya sentetik materyallerden üretilmekte olup standart ürün üretimi ve otomasyona uygunluğu açısından endüstriyel üretimde daha fazla tercih edilmektedir (Gökalp vd., 2010; Heinz ve Hautzinger, 2017). Ayrıca suni kılıflar hijyenik açıdan önemli avantajlara sahiptir. Bu ürünlerin mikrobiyolojik kalitesi oldukça iyidir. Bunun yanı sıra bu tip kılıfların soğukta muhafaza edilmesine gerek yoktur. Depolama ve taşıma sırasında da mikrobiyolojik açıdan herhangi bir risk söz konusu değildir. Bu kılıflar, doğal veya sentetik materyallerden üretilmektedir. Polimer materyalden (plastik) üretilen sentetik kılıflar, gaz ve su buharı geçirmemekte ve fermente sosislerin üretiminde kullanılmamaktadır (Djordjevic vd., 2015).

Doğal materyalden hazırlanan kılıflar selüloz ve kolajen kılıflar olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. Selülozdan hazırlanan değişik kılıf tipleri mevcuttur. Bu kılıflar içerisinde su buharı ve gaz geçirgenliğine sahip fibros kılıflar, kuru ve yarı kuru fermente sosislerin üretiminde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Fibros kılıflar, dayanıklılık özelliğinden dolayı büyük çaplı tütülenmiş sosislerin üretiminde tercih edilmektedir. Bu kılıfların diğer bir özelliği ise özellikle dilimlenmiş ürünlerde kalibrasyon açısından standart bir ürün üretimine imkan vermesidir (Djordjevic vd., 2015).

Kılıf kalibrasyonu ürünün mikrobiyolojik kalitesi açısından önemli bir parametredir. Fermente sosislerde yağ seviyesi ve kalibrasyonunun etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, yağ oranı yüksek ve büyük kalibrasyonlu ürünlerde *Escherichia coli* O157:H7' de yeterli bir redüksiyon için (5 logaritmik birim) kurutma süresinin artırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (De Souza vd., 2018). Fermente sosislerin çapı, biyojen amin oluşumu açısından da önemli bir faktör olarak değerlendirilmekte ve kurutma sırasında sosis çapının su kaybı kinetiği ve oksijen

mevcudiyeti arasında bir korelasyonun olduğu belirtilmektedir. Bu kapsamda at etinden üretilen tütülenmiş fermente bir sosis çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada ise kekik esansiyel yağının yanı sıra sosis çapının biyojen amin oluşumuna ve ürünün bazı kalite özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Analizler sonucunda küçük çaplı sosislerin (38-40 mm) büyük çaplı sosislere (57-60 mm) göre daha az biyojen amin içerdiği, kalibrasyon farklılığının fermantasyondaki mikrobiyal aktivite üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Huang vd., 2021). Fermente sosis üretiminde kullanılan et ve hamurdaki mikrobiyotanın yanı sıra sosis çapının da uçucu bileşikler üzerinde etkili olarak duyuşal özellikleri etkilemektedir. Sosis çapının duyuşal özellikler üzerindeki etkisinin su kaybı kinetiği, oksijen varlığı ve olgunlaşma süresinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Konuya yönelik olarak fermente bir sosis tipi üzerinde yapılan bir çalışmada, hamur bileşimi ve sosis çapının ürünün mikrobiyotası ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre çap ile hamur bileşiminin mikrobiyota yükü, laktik asit bakteri sayısı ve pH üzerinde kısmi bir etki gösterdiği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra çalışmada, ilave edilen katkı maddeleri ve üretim prosesinden bağımsız olarak çap ile hamur bileşiminin duyuşal özellikler üzerinde belirgin bir etkisinin olduğu da tespit edilmiştir (Kos vd., 2019).

Fermente sosislere ürüne has tekstür, lezzet, aroma ve renk, olgunlaşma sırasında gerçekleşen mikrobiyal, enzimatik ve biyokimyasal reaksiyonlara bağılı olarak şekillenmektedir. Bu ürünlerde asit oluşumu, hem renk hem de lezzet ve tekstür gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca asitleşmenin hızı ve derecesi arzu edilmeyen floranın inhibisyonu açısından da önem arz etmektedir (Lücke, 1998; Ordonez vd., 1999; Montanari vd., 2016; 2018; Kaya ve Kaban, 2019). Fermente sosislere meydana gelen bu tip değişimlerde etkili olan faktörler iç ve dış faktörler olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. Fermantasyon ve kurutma ortamının bağılı nemi, sıcaklığı ve hava cereyanı dış faktörler olarak gruplandırılmaktadır. Tuz ve şeker miktarı, etin parçalanma derecesi ise önemli iç faktörlerdir (Gökalp vd., 2010). Bunun yanı sıra kılıfın tipi ve kalibrasyonu da ürünün hem olgunlaştırılması hem de son ürün kalitesi açısından önemli bir iç faktördür (Gökalp vd., 2010; Vignolo vd., 2010).

Fermente sosislere kılıf tipi ve kalibrasyonun ürün özelliklerine etkilerine yönelik bazı çalışmalar yürütülmüştür (Montanari vd., 2016; 2018). İtalyan tipi

fermente sosislerde uçucu bileşikler ile kılıf çapı ve starter kültür kullanımı arasındaki korelasyonu belirlemeye yönelik yürütülen bir çalışmada, kılıf çapının uçucu bileşik profili üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir (Montanari vd., 2016). Diğer bir çalışmada ise starter kültür kullanılarak üretilen kuru fermente sosislerde kılıf kalibrasyonunun ürünün fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve uçucu profile etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda, kılıf çapının uçucu bileşikler üzerinde özellikle de aldehit ve ketonlar üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir (Montanari vd., 2018).

Et endüstrisinde soğuk, ılık ve sıcak tütsüleme olmak üzere üç farklı tütsüleme işlemi uygulanmaktadır. Soğuk tütsülemede tütsü sıcaklığı genellikle 15-25 °C arasında değişmektedir. Bu tütsüleme yöntemi genellikle fermente sosisler ile parça halde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinde uygulanmaktadır. Bu işlem parça halde işlenen et ürünlerinde de uygulanmaktadır. Ilık tütsülemede ise tütsü sıcaklığında sıcaklık 25-50°C arasında değişmekte ve fermente sosislere aroma vermek amacıyla kullanılmaktadır. Parça etlerde de kullanılan bu yöntem frankfurter tipi sosislerde de orta dereceli bir ısı işlemi amacıyla uygulanabilmektedir. Diğer bir tütsüleme yöntemi ise sıcak tütsüleme olup bu uygulamada 50-85 °C arasında değişen sıcaklıklar kullanılmaktadır. Ürüne aroma kazandırmak amacıyla kullanılan bu yöntemde aynı zamanda fermente sosis, jambon ve benzeri ürünlerde ısı işlemi amacıyla da uygulanmaktadır (Simko, 2009).

3 MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde hammadde olarak dana eti ve et yağı kullanılmıştır. Starter kültür olarak ise ticari bir kültür preparatı formülasyona dahil edilmiştir. Sodyum nitrit ise kürlenme ajanı olarak ısıtılmış işlem görmüş sucuk hamurlarına 150 mg/kg oranında ilave edilmiştir. Dolumda üç farklı kalibrasyonlu (45, 50 ve 60 mm) fibröz kılıflar kullanılmıştır.

3.2 Metot

3.2.1 Isıl İşlem Görmüş Sucuk Üretimi

Isıl işlem görmüş sucuk üretimi, Namet Gıda San. ve Tic. A.Ş.' nin Ar-Ge ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Hammadde olarak dana eti ve dana karkaslarından elde edilen dana yağı kullanılmıştır. Üretimde 1 kg et ve yağ karışımına (8:2), 20 g sodyum klorür, 7,2 g baharat karışımı (karabiber, beyaz biber, kırmızı tatlı biber ve kekik) ve 2 g dekstroz kullanılmıştır. Hamurlara, kürlenme ajanı olarak sodyum nitrit (150 mg/kg), starter kültür olarak ise ticari bir preparat (*Lactilactobacillus sakei*, *Pediococcus acidilactici* ve *Staphylococcus carnosus*) ilave edilmiştir. Hazırlanan sucuk karışımları üç farklı lifli kılıfa (45, 50 ve 60 mm) dolum makinesi (Vemag HP30E, Maschinenbau GMBH) ile doldurulduktan sonra 20 °C'de 1,5 saat soğuk tütüleme (Schröter Technolohle GmbH & Co) işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemin ardından her ürün grubu 24 °C' de fermentasyona tabi tutulmuştur (Vemag 585, Maschinenbau GMBH). Fermentasyon işlemine pH değeri 5,0'ın altına düştüğünde son verilmiştir. Daha sonra her kalibrasyon grubundan alınan numuneler, iç sıcaklık 60 °C' ye ulaşana kadar bir ısıtılmış işlem programına (50 dak boyunca 60 °C' de tütüleme dahil) tabi tutulmuştur (HR6, Schröter Technolohle GmbH & Co.). Bu işlemin ardından ısıtılmış işlem görmüş sucuk grupları, 5 gün boyunca 12 °C' de kurutma işlemine alınmıştır (Vemag 576). Kurutma işleminin ardından, kılıflar soyulmuş ve ürünler bir dilimleme makinesi (Weber CCV100) kullanılarak dilimlenmiş (45 mm:

kalınlık: 1,75 mm; 50 mm: kalınlık: 1,75 mm; 60 mm: kalınlık: 1,50 mm) ve modifiye atmosfer koşulları altında (70% N₂ ve 30% CO₂) ambalajlanmıştır (R535, Multivac Sepp Haggenmüller GmbH & Co.). Ambalajlanan örnekler, 4°C' de 3 ay süreyle muhafaza edilmiş ve muhafazanın 0, 30, 60 ve 90. günlerinde aşağıdaki analizlere tabi tutulmuştur.

3.2.2 Analizler

3.2.2.1 Mikrobiyolojik Analizler

25 g örnek steril plastik torbaya tartılmış, üzerine 225 ml steril fizyolojik tuzlu su (%0,85 NaCl, Merck) ilave edilerek Stomacher'de (Lab Stomacher Blander 400, BA7021, İngiltere) 2 dak homojenize edilmiştir. Bu homojenizat kullanılarak uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır.

Örneklerin laktik asit bakteri sayısını saptamak için MRS Agar kullanılmıştır. Yüzeeye yayma yöntemiyle gerçekteştirilen ekimden sonra petri kutuları 30 °C'de 48 saat süre ile anaerob şartlarda inkübe edilmiştir (Baumgart et al., 1993).

Micrococcus/Staphylococcus sayısını belirlemek için MSA agar (Merck) plakları kullanılmış ve aerobik inkübasyondan (30 °C, 48 saat) sonra katalaz (+), Gram (+) koloniler esas alınarak sayı belirlenmiştir (Baumgart et al., 1993).

Örneklerin Enterobacteriaceae sayısını belirlemek için VRBD agar (Merck) plakları kullanılmış ve ekimden sonra plaklar 30 °C'de 48 saat süreyle anaerob koşullarda inkübe edilmiştir (Baumgart et al., 1993).

Maya ve küf sayısının belirlenmesi için RBCA (Merck) plaklarına yüzeeye yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekimden sonra petri kutuları 25 °C'de 3-5 gün süre ile inkübasyona tabi tutulmuştur (Gökalp vd., 2010).

3.2.2.2 pH değerinin belirlenmesi

Örneklerin pH değerlerini belirlemek için 10 g örnek tartılmış ve 100 mL saf su ile homojenize edilmiştir. Homojenizatın pH değeri, pH metre ile belirlenmiştir (Gökalp vd., 2010).

3.2.2.3 a_w değerinin belirlenmesi

Örneklerin a_w değerinin belirlenmesinde su aktivitesi cihazı kullanılmıştır. Cihaz kullanılmadan önce farklı tuzlar ile kalibre edilmiştir.

3.2.2.4 Tiyoarbutirik asit reaktif maddelerinin (TBARS) belirlenmesi

TBARS değerlerinin belirlenmesi için Lemon (1975) tarafından verilen yöntem kullanılmış ve sonuçlar mg MDA/kg olarak verilmiştir.

3.2.2.5 Renk değerlerinin belirlenmesi

Tütsülenmiş dilimlenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinin renk değerleri (L*, a* ve b*) kolorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.2.6 Kalıntı nitrit analizi

Örneklerin kalıntı nitrit seviyesinin HPLC yöntemi ile belirlenmiştir (NMKL 165, 2000). Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.

3.2.2.7 Duyusal Analiz

Tütsülenmiş, dilimlenmiş ısıl işlem görmüş sucuklar yarı eğitimli 25 panelist tarafından hedonik tip skala (1–9) kullanılarak duyusal olarak değerlendirilmiştir. Bu alışma için etik kurul onayı, İstanbul Gedik niversitesi'nden E-56365223-050.04-2024.137548.105 onay numarası ile alınmıştır. Duyusal analiz öncesi katılımcılara ürünler hakkında bilgi verilmiş, sucuk tadımının nasıl yapılması gerektiğine dair n bilgilendirme yapılmıştır. Ayrıca katılımcılara gerekmesi halinde ağız içi tadı ntrleyebilme adına beyaz ekmek ve su kullanabilecekleri bilgisi de verilmiştir. Örnekler dilimlenmiş vaziyette panelistlere duyusal panel formu ile sunulmuştur. Örnekler arası anonimliği koruyabilme adına her bir örnek rastgele 3 haneli bir sayı ile kodlanmıştır. Çalışma duyusal analiz laboratuvarında yapılmış olup katılımcı sayısı her bir tekerrürde 25, toplamda 75 kişidir. Değerlendirmede kullanılan duyusal panel formu izelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1: Duyusal Analiz Panel Formu

ÖRNEK NO:	Kahverengimsi kırmızı						Açık soluk renk		
Renk	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tekstür	çok iyi						çok kötü		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Koku	çok iyi						çok kötü		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tat	Tipik tat ve aroması var						Tipik tat ve aroması yok		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Genel kabul edilebilirlik	çok iyi						çok kötü		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3.2.2.8 Uçucu bileşik analizi

Uçucu bileşiklerin analizinde, Kaban (2009) tarafından verilen yöntem uygulanmıştır. Uçucu bileşiklerin ekstraksiyonunda katı faz mikroekstraksiyon yöntemi (SPME) ve tanımlamada GC/MS kullanılmıştır.

3.2.2.9 İstatistikî analizler

Araştırmada kılıf çapı (45, 50 ve 60 mm) ve soğukta muhafaza süresi (0, 30, 60 ve 90 gün) faktörleri esas alınarak şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak kurulup yürütülmüştür. Elde edilen veriler normallik testlerine tabi tutulduktan sonra sonuçlara varyans analizi uygulanmış, ortalamalar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (SPSS 20, ABD).

4 BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 pH Değeri

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıt işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerleri Çizelge 4.1’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir. Buna göre kılıf çapının ürünün pH değeri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P > 0,05$). Çizelge 4.3’ten de görüldüğü üzere örneklerin pH değeri 4,93-4,96 arasında değişmiştir. Benzer şekilde kuru fermente sosisler üzerinde yapılan bir çalışmada 32, 55 ve 80 mm çapında kılıflarla üretilen sosislerde, kılıf çapının pH değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir (De Souza vd., 2018). Bununla birlikte Çizelge 4.4’ten de görüldüğü üzere depolama süresinin tütülenmiş ısıt işlem görmüş sucuğun pH değerinde önemli etkiye ($P < 0,05$) sahip olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe pH değerinde artış olmuş ancak sadece 90. güne ait ortalama değer diğer günlere ait değerlerden istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur. Diğer bir ifade ile 60 güne kadar pH değerinde önemli bir değişim söz konusu olmamıştır. Depolamanın son 30 günlük periyodunda gözlenen pH artışının, amino asit katabolizması ve proteinlerin parçalanma ürünlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Fernandez-Lopez vd., 2008; Montanari vd., 2018). Mevcut bu araştırma sonuçlarına benzer şekilde, ısıt işlem görmüş sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada da depolama süresince pH değerinde kısmi bir artış olduğu bildirilmiştir (Bilenler vd., 2017). Buna karşın, ısıt işlem görmüş sucukta depolama sırasındaki değişimleri inceleyen bir çalışmada, depolama süresince pH değerinde önemli bir düşüş olmuştur (Coşkun vd., 2011). Diğer taraftan Çizelge 4.2’den de görüldüğü üzere, kılıf çapı ve depolama süresi arasındaki interaksyonun ise tütülenmiş ısıt işlem görmüş sucuğun pH değeri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P > 0,05$).

Çizelge 4.1: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerleri

Kılıf Çapı	Depolama	pH Blok		
		1	2	3
A	0	4,90	4,81	4,95
	30	4,94	4,85	4,93
	60	4,88	4,87	4,98
	90	4,98	5,01	5,04
B	0	4,92	4,84	4,90
	30	4,86	4,91	5,01
	60	5,04	4,99	4,95
	90	5,06	5,05	5,00
C	0	4,98	4,95	4,89
	30	4,83	5,00	4,96
	60	4,97	4,89	4,93
	90	4,89	5,02	5,07

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.2: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kılıf Çapı (KÇ)	2	0,003	0,918
Depolama Süresi (DS)	3	0,021	5,879*
Blok	2	0,004	1,224
KÇ xDS	6	0,002	0,684
Hata	22	0,004	
Genel	36		

*P < 0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.3: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Kılıf Çapı	N	pH
A	12	4,93±0,07a
B	12	4,96±0,07a
C	12	4,95±0,07a

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q(1,75 Dilim K.), C: 60Q(1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.4: Depolama değişkenine ait pH değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	N	pH
0	9	4,90±0,05a
30	9	4,92±0,06a
60	9	4,94±0,06a
90	9	5,01±0,07b

4.2 a_w Değeri

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş füme sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen a_w değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Buna göre ısıtılmış işlem görmüş sucuk gruplarında a_w değeri 0,92-0,94 aralığında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.5: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş füme sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen a_w değerleri

Kılıf Çapı	Depolama	a _w		
		1	2	3
A	0	0,928	0,931	0,930
	30	0,930	0,929	0,925
	60	0,928	0,931	0,928
	90	0,929	0,930	0,932
B	0	0,938	0,932	0,934
	30	0,934	0,935	0,936
	60	0,935	0,931	0,936
	90	0,933	0,936	0,934
C	0	0,946	0,945	0,944
	30	0,947	0,944	0,939
	60	0,945	0,947	0,941
	90	0,948	0,946	0,940

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.6'da verilen varyans analizinden de anlaşılacağı üzere kılıf çapı, a_w değeri üzerinde P < 0,05 düzeyinde etkili olmuştur. Çizelge 4.7'den de görüldüğü üzere kılıf çapındaki artış, daha yüksek su aktivitesi değeri ile sonuçlanmıştır. Bu durum muhtemelen ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda kılıf çapı arttıkça nemin uzaklaştırılmasının daha zor olmasından kaynaklanmaktadır (De Souza vd., 2018).

Benzer şekilde Keller vd. (1974) tarafından “summer sausage” olarak adlandırılan fermente bir sosis çeşidi üzerinde yapılan bir araştırmada, kılıf çapı 52 mm’den 73 mm’ye çıktıkça nemin uzaklaştırılmasının daha zor olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, kuru fermente sosisler üzerinde yapılan bir çalışmada, kılıf çapındaki artışın son üründe daha yüksek bir ortalama su aktivitesine yol açtığı belirlenmiştir (Heir vd., 2010).

Araştırmada diğer bir faktör olan depolama süresi, ürünün su aktivite değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P > 0,05$). Çizelge 4.8’den görüldüğü üzere a_w değeri, 0,935-0,936 aralığında değişim göstermiştir. Depolama sırasında a_w değerinde önemli bir değişim olmamasının ambalajlamada uygun bir materyal kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Coşkuner vd., 2011). Diğer taraftan ısıtma işlem görmüş sucuğun a_w değeri üzerinde kılıf çapı x depolama süresi etkisinin önemli bir etkisi görülmemiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtma işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kılıf çapı (KÇ)	2	0,001	115,696**
Depolama Süresi (DS)	3	2,250E-006	0,370
Blok	2	1,144E-005	1,882
KÇ xDS	6	1,417E-006	0,233
Hata	22	6,081E-006	
Genel	36		

**P < 0,01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.7: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtma işlem görmüş sucuk örneklerinin a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Kılıf Çapı	N	a_w
A	12	0,929±0,001c
B	12	0,934±0,001b
C	12	0,944±0,002a

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q(1,75 Dilim K.), C: 60Q(1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.8: Depolama değişkenine ait a_w değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	N	a_w
0	9	0,936±0,007a
30	9	0,935±0,001a
60	9	0,936±0,001a
90	9	0,936±0,001a

4.3 Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeler (TBARS)

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. TBARS değeri 0,52-0,99 mg MDA/kg arasında değişim göstermiştir. Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir. Buna göre hem kılıf çapı hem de depolama süresi TBARS değeri üzerinde $P < 0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Kılıf çapı x depolama süresi interaksiyonunun ise TBARS değeri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P > 0,05$). Et ürünlerinde TBARS değeri, formülasyon, etin parçalanma derecesi, pH, oksijen seviyesi, depolama süresi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Ordenez vd., 1999).

Çizelge 4.9: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerleri

Kılıf Çapı	Depolama	TBARS (mg MDA/kg)		
		1	2	3
A	0	0,70	0,62	0,68
	30	0,74	0,68	0,70
	60	0,86	0,81	0,65
	90	0,99	0,87	0,68
B	0	0,61	0,52	0,65
	30	0,59	0,67	0,58
	60	0,52	0,69	0,70
	90	0,66	0,84	0,71
C	0	0,60	0,58	0,55
	30	0,62	0,63	0,66
	60	0,68	0,67	0,71
	90	0,69	0,70	0,74

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.10: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıt işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kılıf Çapı(KÇ)	2	0,040	6,723**
Depolama Süresi (DS)	3	0,039	6,500**
Blok	2	0,002	0,318
KÇ xDS	6	0,001	0,237
Hata	22	0,006	
Genel	36		

**P < 0,01 seviyesinde önemli

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş füme sucuk örneklerinin TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Depolama değişkenine ait TBARS değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Muameleler arasında en yüksek ortalama TBARS değeri 45 mm çapına sahip kılıflara doldurulan muamele grubunda tespit edilmiştir (P < 0,05). Diğer iki grup arasında ise TBARS değeri açısından önemli bir farklılık söz konusu olmamıştır (P > 0,05). Diğer taraftan depolama süresi ilerledikçe TBARS değeri artış göstermiştir (P < 0,05). Bu durum muhtemelen lipid oksidasyonu başladığında açığa çıkan radikal bileşiklerin neden olduğu zincirleme reaksiyonlarından ve dolayısıyla oksidasyon ürünlerinin üründe birikmesinden kaynaklanmaktadır (Feiner, 2006). Ayrıca, zamanla ambalaj bariyerinden geçen eser miktardaki oksijenin de TBARS değerindeki artışı kısmen de olsa etkilediği düşünülmektedir (Wang vd., 1995). Mevcut bu araştırma sonuçlarına benzer şekilde, Coşkun vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada da ısıt işlem görmüş sucuğun soğukta muhafazası sırasında TBA değerinde artış olduğu rapor edilmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlanmış Çin tipi sosislerde de depolama sırasında benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Wang ve ark., 1995). Isıt işlem görmüş sucukta uygulanan ısıt işlem de TBARS değerinde artışa neden olmaktadır (Ercöşkun vd., 2010; Çakır vd., 2013). Isıt işlem sırasında hücre yapısı bozularak uçucu bileşikler ile lipid peroksidasyonunun oluşumu hızlanmakta ve ayrıca bu uygulama antioksidan enzimler ile antioksidatif bileşikleri inaktive edebilmektedir. Ayrıca ısıt işlem sırasında heme pigmentinin demiri serbest hale geçmektedir (Min vd., 2008).

Çizelge 4.11: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış sucuk görmüş sucuk örneklerinin TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Kılıf Çapı	N	TBARS (mg MDA/kg)
A	12	0,75±0,11a
B	12	0,64±0,09b
C	12	0,65±0,06b

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q(1,75 Dilim K.), C: 60Q(1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.12: Depolama değişkenine ait TBARS değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	N	TBARS
0	9	0,61±0,06c
30	9	0,65±0,05bc
60	9	0,70±0,10ab
90	9	0,76±0,11a

4.4 L*, a* ve b* Değerleri

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış sucuk görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Parlaklığın göstergesi olan L* değeri 49,45-56,98, kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a* değeri 19,49-25,65 ve sarı renk yoğunluğu hakkında bilgi veren b* değeri ise 12,97-17,38 arasında değişim göstermiştir. Sucuk gruplarının enstrümantal renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir. Kılıf çapı L* ve b* değerleri üzerinde önemli etkiye sahipken, depolama süresi L* değeri üzerinde etkili olmuştur ($P < 0,05$). Ancak ne kılıf çapı ne de depolama işlemi a* değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P > 0,05$)(Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen L*, a* ve b* değerleri

Kılıf Çapı	Depolama	Blok	L*	a*	b*	
A	0	1	52,91	22,24	14,74	
		2	52,28	23,39	14,02	
		3	51,56	21,98	14,07	
	30	1	52,15	23,96	14,72	
		2	52,93	22,76	14,86	
		3	49,45	25,36	16,56	
	60	1	50,23	23,89	14,42	
		2	51,65	22,66	15,19	
		3	52,73	22,55	14,23	
	90	1	51,90	23,54	17,38	
		2	50,71	25,65	17,02	
		3	49,72	24,06	12,97	
	B	0	1	53,23	22,82	15,46
			2	52,98	23,69	16,11
			3	54,81	20,43	14,82
30		1	52,47	22,78	15,22	
		2	52,23	21,57	13,59	
		3	50,28	23,74	15,49	
60		1	53,21	22,11	14,48	
		2	50,41	22,96	14,82	
		3	51,09	23,85	15,40	
90		1	53,22	22,71	15,89	
		2	51,41	22,64	14,36	
		3	52,03	21,50	14,36	
C		0	1	53,62	23,15	14,05
			2	55,41	22,23	13,86
			3	56,98	19,49	13,48
	30	1	56,95	19,94	14,17	
		2	54,65	22,23	15,06	
		3	52,84	21,86	15,42	
	60	1	54,44	22,39	14,27	
		2	53,28	23,08	15,12	
		3	52,15	22,42	15,39	
	90	1	53,36	23,48	15,24	
		2	52,16	20,36	15,85	
		3	55,42	21,18	16,10	

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.14: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kılıf Çapı (KÇ)	2	24,251	12,577**	8,561	5,687*	0,121	0,122
Depolama Süresi (DS)	3	5,006	2,596	0,943	0,626	1,432	1,446
Blok	2	1,850	0,959	0,613	0,407	0,077	0,078
KÇxDS	6	0,847	0,439	1,295	0,860	1,097	1,108
Hata	22	1,928		1,505		0,990	
Genel	36						

*P < 0,05 seviyesinde önemli; **P < 0,01 seviyesinde önemli

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Depolama değişkenine ait L*, a* ve b* değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Daha büyük kılıf çapı L* değerini artırırken, a* değeri için tam tersi bir durum gözlenmiştir. L*, a* ve b* parametreleriyle enstrümantal olarak ölçülen renk, et ve et ürünleri için en önemli kalite parametrelerinden biridir (Mancini ve Hunt, 2005). Sosis üretiminde uygulanan işlem aşamaları, ürünün renk parametrelerini tek başına veya kombinasyon halinde etkileyebilmektedir (Supavitpatana ve Apichartsrangkoon, 2007). Stegmayer vd. (2023) kılıf çapındaki artış ile a* değeri arasında negatif bir korelasyon olduğunu rapor etmiştir. Bu sonuç mevcut bu araştırmadaki a* parametresine ilişkin bulguları desteklemektedir. Ayrıca depolama süreci boyunca L* değerinde zamanla kısmi bir azalma gözlenmiştir (P < 0,05). Mevcut araştırma bulgularına benzer şekilde, modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen kuru fermente sosisler üzerinde yapılan bir çalışmada da L* değerinin depolama süresi arttıkça azaldığı tespit edilmiştir (Ameer vd., 2022).

Çizelge 4.15: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Kılıf Çapı	N	L*	a*	b*
A	12	51,52±1,22b	23,50±1,16a	15,01±1,32a
B	12	52,28±1,32b	22,57±1,02ab	15,00±0,73a
C	12	54,27±1,67a	21,82±1,30b	14,83±0,84a

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q(1,75 Dilim K.), C: 60Q(1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.16: Depolama değişkenine ait L*, a* ve b* değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	N	L*	a*	b*
0	9	53,75±1,69a	22,16±1,39a	14,51±0,85a
30	9	52,66±2,21ab	22,69±1,56a	15,01±0,84a
60	9	52,13±1,42b	22,88±0,63a	14,81±0,48a
90	9	52,21±1,65b	22,79±1,62a	15,46±1,39a

4.5 Kalıntı Nitrit İçeriği

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen kalıntı nitrit içerikleri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Örneklerin kalıntı nitrit içeriklerine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.18’de verilmiştir. Kılıf çapı, kalıntı nitrit seviyesi üzerinde $P < 0,05$ düzeyinde etkili olmuştur. Buna karşın depolama süresi çok önemli ($P < 0,01$) düzeyde etki göstermiştir (Çizelge 4.18). Kılıf çapı x depolama süresi interaksyonun ise ısıtılmış sucuğun kalıntı nitrit değeri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P > 0,05$).

Çizelge 4.17: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen kalıntı nitrit içerikleri (mg/kg)

Kılıf Çapı	Depolama	Kalıntı Nitrit (mg/kg)		
		1	2	3
A	0	10,45	9,98	11,21
	30	11,26	7,79	10,27
	60	9,62	6,52	9,33
	90	6,70	6,45	5,32
B	0	11,60	10,42	8,94
	30	12,30	8,71	7,33
	60	10,11	7,42	5,77
	90	8,58	6,74	5,01
C	0	12,43	10,86	14,22
	30	11,40	11,56	9,27
	60	10,90	8,27	9,56
	90	7,82	6,49	5,82

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

* $P < 0,05$ seviyesinde önemli; ** $P < 0,01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.18: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen kalıntı nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kılıf Çapı (KÇ)	2	6,071	3,768*
Depolama Süresi (DS)	3	34,892	21,658**
Blok	2	12,903	8,009**
KÇxDS	6	0,818	0,508
Hata	22	1,611	
Genel	36		

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin kalıntı nitrit değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Tüm muamele gruplarında kalıntı nitrit içeriği 10 mg/kg’ın altında bulunmuştur. Bu sonuç muhtemelen nitritin diğer kimyasal bileşiklere parçalanması veya sosis ortamında bulunan bileşiklerle reaksiyona girmesinden ileri gelmektedir (Sancak vd., 2008). En yüksek ortalama kalıntı nitrit seviyesi 60 mm çaplı kılıflar kullanılarak üretilen ürün grubunda tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Bununla birlikte diğer iki grup arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($P > 0,05$). Mevcut çalışma sonuçlarının aksine, Uram vd. (1981), 90 mm ve 64 mm çaplı kılıflarla üretilen ısıtılmış işlem görmüş sosislerde kılıf çapının 3 haftalık depolama süresi boyunca kalıntı nitrit içeriği üzerinde önemli bir etkisi olmadığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.19: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin kalıntı nitrit değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları

Kılıf Çapı	N	Kalıntı Nitrit (mg/kg)
A	12	8,74±2,07b
B	12	8,58±2,25b
C	12	9,88±2,48a

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Depolama değişkenine ait kalıntı nitrit ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20’ de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere depolama süresi ilerledikçe kalıntı nitrit içeriği düşmüştür. Ancak depolama başlangıcı ile 30. güne ait ortalama değerler arasında istatistiki açıdan önemli bir

farklılık gözlenmemiştir ($P > 0,05$). Bulgularımıza benzer şekilde, ısıtma işlemi görmüş sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada 45 günlük depolama süresi boyunca kalıntı nitrit içeriğinde azalma olduğu bildirilmiştir (Bilenler vd., 2017). Bu sonuç Dong vd. (2007)'nin bulgularıyla da desteklenmektedir.

Çizelge 4.20: Depolama değişkenine ait kalıntı nitrit değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	N	Kalıntı Nitrit (mg/kg)
0	9	11,12±1,53a
30	9	9,99±1,79a
60	9	8,61±1,73b
90	9	6,55±1,13c

4.6 Laktik Asit Bakteri Sayısı

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtma işlemi görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayısı Çizelge 4.21'de verilmiştir. Bu çalışmada ısıtma işlemi aşamasında 60°C'lik bir iç sıcaklık uygulaması yapıldığında laktik asit bakteri sayısı 4-5 log kob/g civarında bulunmuştur. Depolama aşamasında ise sayıda artışlar kaydedilmiştir. Isıtma işlemi görmüş sucuk, endüstriyel bir ürün olduğundan starter kültür yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Fermentasyon aşamasında sayı 8 log kob/g civarına kadar artış gösterebilmektedir. Ancak fermentasyon aşamasından sonra uygulanan ısıtma işleminin derecesine bağlı olarak laktik asit bakteri sayısında redüksiyon olmaktadır (Armutçu vd., 2020; Yılmaz Oral ve Kaban, 2021).

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtma işlemi görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir. Buna göre hem muamele (kılıf çapı) hem de depolama süresi laktik asit bakteri sayısında çok önemli ($P < 0,01$) etki göstermiştir. Buna karşın kılıf çapı x depolama süresi etkileşimi laktik asit bakteri sayısı üzerinde etkili olmamıştır ($P > 0,05$).

Çizelge 4.21: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayısı(log kob/g)

Kılıf Çapı	Depolama	Laktik Asit Bakteri		
		1	2	3
A	0	4,50	4,10	3,93
	30	5,51	4,93	4,67
	60	5,92	4,96	4,93
	90	5,79	5,81	5,30
B	0	5,41	5,60	4,98
	30	5,64	5,80	5,33
	60	4,97	5,90	5,86
	90	5,77	5,60	5,81
C	0	5,66	5,38	4,96
	30	5,91	5,80	5,34
	60	6,56	6,35	6,65
	90	6,69	5,93	6,73

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.22: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kılıf Çapı (KÇ)	2	2,816	24,747**
Depolama Süresi (DS)	3	1,744	15,330**
Blok	2	0,309	2,715
KÇxDS	6	0,253	2,220
Hata	22	0,114	
Genel	36		

**P < 0,01 seviyesinde önemli

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere kılıf çapı arttıkça laktik asit bakteri sayısı artış göstermiştir. En yüksek sayıyı C muamelesi (kılıf çapı 60 mm) vermiştir. Bu sonucun muhtemelen büyük

kalibrasyonlu ürünlerde daha anaerobik bir ortam oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Ahn ve Min, 2007). Ayrıca bu sonuç üzerinde, ısıl işlem sırasında aynı iç sıcaklık uygulamasının da etkili olduğu tahmin edilmektedir. Isıl işlem görmüş sucukta iç sıcaklığın derecesi mikrobiyal inaktivasyon açısından önemli bir faktördür (Armutçu vd., 2020; Yılmaz Oral ve Kaban, 2021).

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş füme sucuk örneklerinin laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Depolama sırasında laktik asit bakteri sayısında sınırlı bir düzeyde artış olmuştur. Depolamanın 60. gününden sonra gerçekleşen artış ise istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($P > 0,05$). Depolama sırasında ısıl işlem görmüş sucukta laktik asit bakterisi sayısında artış olduğu diğer bir araştırmada da rapor edilmiştir (Bilenler ve vd., 2017).

Çizelge 4.23: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinin laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Kılıf Çapı	N	Laktik asit bakteri (log kob/g)
A	12	5,03±0,66c
B	12	5,56±0,32b
C	12	6,00±0,60a

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q(1,75 Dilim K.), C: 60Q(1,50 Dilim K.)

Depolama değişkenine ait laktik asit bakteri sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24'te verilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe laktik asit bakteri sayısı artış göstermiş ve en yüksek değer 90.günde belirlenmiştir.

Çizelge 4.24: Depolama değişkenine ait laktik asit bakteri değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	N	Laktik asit bakteri (log kob/g)
0	9	4,95±0,64c
30	9	5,44±0,42b
60	9	5,79±0,69a
90	9	5,94±0,47a

4.7 Micrococcus/Staphylococcus Sayısı

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları Çizelge 4.25'te verilmiştir. Buna göre 2 ile 5 log kob/g arasında değişen sayılar tespit edilmiştir. Mikrokok ve stafilokoklar, fermente sosislerde teknolojik açıdan önem arz eden bir grup olup bu mikroorganizmalar aside hassas olduğundan fermentasyon sırasındaki asitleşmeye bağlı olarak bir gelişim seyri göstermektedir (Kaya ve Kaban, 2019).

Çizelge 4.25: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı (log kob/g)

Kılıf Çapı	Depolama	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i>		
		1	2	3
A	0	3,43	3,48	3,30
	30	3,40	3,61	3,54
	60	2,00	3,72	2,97
	90	2,30	3,64	3,34
B	0	3,93	3,82	3,64
	30	3,54	3,74	3,36
	60	3,00	3,36	3,61
	90	3,49	3,72	3,80
C	0	4,98	4,88	4,73
	30	5,06	5,35	4,87
	60	5,28	5,50	5,32
	90	4,57	4,39	4,78

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir. Kılıf çapı faktörü bu mikroorganizmalar üzerinde çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etki gösterirken, depolama süresi sayı üzerinde etkili olmamıştır. *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde kılıf çapı x depolama süresi interaksyonunun da önemli bir etkisi görülmemiştir ($P > 0,05$).

Çizelge 4.26: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş füme sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kılıf Çapı (KÇ)	2	10,241	94,802**
Depolama Süresi (DS)	3	0,150	1,388
Blok	2	0,374	3,458*
KÇxDS	6	0,275	2,545
Hata	22	0,108	
Genel	36		

*P < 0,05 seviyesinde önemli; **P < 0,01 seviyesinde önemli

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Depolama değişkenine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.28’de verilmiştir. Çizelge 4.27’den de görüldüğü üzere kılıf çapındaki artış *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında artışa neden olmuştur (P < 0,05). Depolama sırasında ise *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında kısmi bir azalma gözlemlenmiş ancak bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P > 0,05) (Çizelge 4.28). Mikrokok- stafilokokların gelişiminde ve canlılığını sürdürmesinde pH önemli bir rol oynamaktadır. Fermente sosislerde pH değerinin 5,4’ün altına düşmesi bu mikroorganizmaların gelişimini ve aktivitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Kaya ve Kaban, 2019). Isıtılmış işlem görmüş sucukta bu mikroorganizmalarda ısıtılmış işlem aşamasında önemli bir redüksiyon olmaktadır. Nitekim piyasadan temin edilen örnekler üzerinde yapılan bir araştırmada, örneklerin %43,33’ünde *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı 2-4 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu mikroorganizmalar nitrat redüktaz aktiviteleriyle renk oluşumunda etkili olurken katalaz aktiviteleriyle oksidasyonun geciktirilmesi/engellenmesinde de rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra mikrokok/stafilokoklar, proteolitik ve lipolitik aktiviteleriyle aroma oluşumunda da etkili olmaktadır (Kaya ve Kaban, 2019).

Çizelge 4.27: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Kılıf Çapı	N	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i> (log kob/g)
A	12	3,23±0,54c
B	12	3,58±0,26b
C	12	4,98±0,34a

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q(1,75 Dilim K.), C: 60Q(1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.28: Depolama değişkenine ait *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	N	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i> (log kob/g)
0	9	4,02±0,66a
30	9	4,05±0,80a
60	9	3,86±1,23a
90	9	3,78±0,75a

4.8 Enterobacteriaceae Sayısı

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş füme sucuk örneklerinde depolama süresince yapılan Enterobacteriaceae sayımlarına ait sonuçlar Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelge'den de görüldüğü üzere tüm muamele gruplarında depolama süresince Enterobacteriaceae sayısı saptanabilir sınırın altında (<2 log kob/g) bulunmuştur. Enterobacteriaceae familyasına ait üyelerin sayısının saptanabilir sınırın altında olması hammaddenin mikrobiyal kalitesinin iyi olduğunu ve ayrıca üretim sırasında uygulanan ısıtılmış işlemin bu mikroorganizmaları inaktive ettiğini göstermektedir (Armutçu vd., 2020). Ayrıca Bilenler vd. (2017) tarafından ısıtılmış işlem görmüş sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada da hem Enterobacteriaceae familyasında yer alan koliform grubu bakterilerin tespit edilebilir sınırın altında olduğu rapor edilmiştir.

Çizelge 4.29: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen Enterobacteriaceae sayıları (log kob/g)

Muamele	Depolama	Enterobacteriaceae (log kob/g)		
		1	2	3
A	0	<2	<2	<2
	30	<2	<2	<2
	60	<2	<2	<2
	90	<2	<2	<2
B	0	<2	<2	<2
	30	<2	<2	<2
	60	<2	<2	<2
	90	<2	<2	<2
C	0	<2	<2	<2
	30	<2	<2	<2
	60	<2	<2	<2
	90	<2	<2	<2

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

4.9 Maya-Küf Sayısı

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen maya-küf sayıları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Tüm gruplarda depolama süresince maya-küf sayısı saptanabilir sınırın altında (<2 log kob/g) bulunmuştur. Piyasadan temin edilen ısıtılmış sucuk örnekleri üzerinde yapılan bir araştırmada da maya-küf sayısı genellikle <2 log kob/g'in üzerinde bulunmuştur (Oral ve Sallan, 2023). Ancak Bilenler vd. (2017) tarafından yürütülen çalışmada ise maya-küf sayısı ortalama 3 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.30: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen maya- küf sayıları (log kob/g)

Kılıf Çapı	Depolama	Maya-Küf		
		1	2	3
A	0	<2	<2	<2
	30	<2	<2	<2
	60	<2	<2	<2
	90	<2	<2	<2
B	0	<2	<2	<2
	30	<2	<2	<2
	60	<2	<2	<2
	90	<2	<2	<2
C	0	<2	<2	<2
	30	<2	<2	<2
	60	<2	<2	<2
	90	<2	<2	<2

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

4.10 Duyusal Analiz Sonuçları

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.32'de verilmiştir. Kılıf çapı, duyusal parametrelerden renk, tat ve genel kabul edilebilirlik üzerinde çok önemli ($P < 0,01$) derecede etkili olmuştur. Ancak tekstür ve koku bu uygulamadan

etkilenmemiştir ($P > 0,05$). Depolama süresi faktörü ise duyuşal parametreler üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Bu parametreler, kılıf çapı x depolama süresi interaksiyonundan da etkilenmemiştir ($P > 0,05$)(Çizelge 4.32).

Çizelge 4.31: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütşülenmiş ışıl işlem görmüş sucuk örneklerinin depolama sırasındaki duyuşal analiz sonuçları

Muamele	Depolama	Blok	Renk	Tekstür	Koku	Tat	Genel Kabul Edilebilirlik
A	0	1	7,20	6,9	7,0	7,1	7,0
		2	6,8	7,6	7,2	6,9	6,8
		3	7,4	6,8	7,0	6,8	7,4
	30	1	7,4	7,9	7,5	7,1	7,2
		2	7,1	7,2	7,4	6,8	6,8
		3	6,90	7,4	6,9	6,9	6,9
	60	1	7,40	7,3	7,3	7,3	7,4
		2	6,90	7,6	7,6	7,6	7,6
		3	7,20	6,8	6,8	6,8	6,8
	90	1	7,30	7,7	7,7	7,2	7,0
		2	7,10	7,2	7,1	6,8	6,8
		3	6,80	7,5	6,9	6,7	6,7
B	0	1	7,4	7,7	7,5	7,5	7,5
		2	7,2	6,6	6,9	7,6	7,7
		3	7,6	7,8	7,0	7,4	7,5
	30	1	7,5	7,9	7,5	7,7	7,6
		2	7,7	6,5	7,8	7,2	7,4
		3	7,3	7,2	7,2	7,8	7,6
	60	1	7,7	7,8	7,8	7,7	7,7
		2	6,8	6,2	6,8	7,6	7,7
		3	7,6	7,9	7,6	7,5	7,4
	90	1	7,7	7,3	7,5	7,9	7,6
		2	7,2	7,1	7,3	7,4	7,2
		3	7,1	7,7	7,6	7,8	7,4
C	0	1	7,6	7,6	7,4	6,9	6,9
		2	7,5	7,4	7,1	7,2	7,0
		3	7,7	6,9	6,7	7,1	7,1
	30	1	7,5	7,1	7,9	7,0	6,8
		2	7,9	7,8	7,3	6,9	6,9
		3	7,1	7,7	7,8	6,8	7,0
	60	1	7,7	7,1	6,9	6,7	6,7
		2	7,4	7,6	7,1	7,0	7,1
		3	7,8	6,8	7,2	6,9	6,9
	90	1	7,6	7,9	6,8	6,7	6,7
		2	7,4	7,1	7,7	7,1	7,1
		3	7,0	7,0	7,2	7,3	7,4

A: 45Q (1,75 Dilim K.), **B:** 50Q (1,75 Dilim K.), **C:** 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.32: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama süresince belirlenen duyu analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Renk		Tekstür		Koku		Tat		Genel kabul edilebilirlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kılıf Çapı (KÇ)	2	0,485	6,661**	0,002	0,008	0,095	0,853	1,484	27,137**	1,116	20,012**
Depolama Süresi (DS)	3	0,043	0,538	0,074	0,294	0,236	2,117	0,018	0,330	0,045	0,815
Blok	2	0,215	2,955	0,394	1,563	0,175	1,570	0,022	0,401	0,000	0,000
KÇxDS	6	0,016	0,225	0,062	0,245	0,056	0,502	0,053	0,960	0,049	0,875
Hata	22	0,073		0,252		0,112		0,055		0,056	
Genel	36										

**P < 0,01 seviyesinde önemli

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin duyu analizi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir. Depolama değişkenine ait duyu analizi parametre ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Kılıf çapındaki artış, renk parametresi için daha yüksek ortalama değerlerle sonuçlanırken, en yüksek ortalama tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri 50 mm çaplı sucuklarda tespit edilmiştir. Depolama sürecinden önemli ölçüde etkilenen tek parametre koku olmuştur (P < 0,05), ortalama koku değerleri 0. güne kıyasla depolama ilerledikçe artmıştır. Fermente edilmiş ve pişirilmiş bir sosis çeşidi üzerinde farklı kılıf kalibrasyonlarının etkilerini inceleyen bir çalışmada, 90 mm kılıf çapına sahip numunelerin 64 mm kılıf çapına sahip numunelere göre daha yumuşak, daha sulu ve daha lezzetli olduğu tespit edilmiştir (Uram ve vd., 1981). Farklı çaplardaki (35 mm ve 50 mm) kılıflara doldurulan ve olgunlaştırılan yaban domuzu sosisleri üzerinde yapılan diğer bir çalışmada ise incelenen 21 duyu analizi parametrenin 5'inin kılıf çapından etkilendiği rapor edilmiştir. Tat ve koku parametreleri, kılıf çapından önemli ölçüde etkilenirken, doku ve genel kabul edilebilirlik kılıf çapından etkilenmemiştir (Kos vd., 2019).

Çizelge 4.33: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin duyu analizi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Kılıf Çapı	N	Renk	Tekstür	Koku	Tat	Genel kabul edilebilirlik
A	12	7,12±0,23c	7,32±0,36a	7,20±0,30a	7,00±0,27b	7,03±0,30b
B	12	7,40±0,29b	7,31±0,60a	7,37±0,34a	7,59±0,20a	7,52±0,15a
C	12	7,52±0,27a	7,33±0,38a	7,26±0,38a	6,97±0,19b	6,97±0,20b

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q(1,75 Dilim K.), C: 60Q(1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.34: Depolama değişkenine ait duyu parametre ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	N	Renk	Tekstür	Koku	Tat	Genel kabul edilebilirlik
0	9	7,38±0,28a	7,26±0,45a	7,09±0,25a	7,17±0,28a	7,21±0,32a
30	9	7,38±0,31a	7,41±0,46a	7,48±0,32a	7,13±0,37a	7,13±0,33a
60	9	7,39±0,36a	7,23±0,56a	7,23±0,37a	7,23±0,39a	7,26±0,39a
90	9	7,24±0,29a	7,39±0,32a	7,31±0,34a	7,21±0,44a	7,10±0,33a

4.11. Uçucu bileşik profili

Fermente sosis üretiminde kullanılan hammadde, baharat, kütleme tuzu, şeker ve starter kültür kullanımı gibi unsurların yanı sıra üretim prosesi esnasında gerçekleşen lipolitik ve proteolitik reaksiyonlar ile tütsüleme ve ısıtılmış işlem gibi muameleler son ürünün uçucu bileşik profili üzerinde büyük öneme sahiptir (Berdague et al., 1993; Ordonez et al., 1999; Yalınkılıç et al., 2012; 2015; Kaya ve Kaban 2019). Çalışma kapsamında üretilen ve depolanan farklı kılıf çapına sahip ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde saptanan uçucu bileşiklere ait sonuçlar Çizelge 4.35'te verilmiştir. Buna göre örneklerde 9 farklı kimyasal grupta yer alan 45 farklı uçucu bileşik saptanmıştır. En düşük sayıda bileşik aldehit grubunda saptanırken, en yüksek sayıda bileşik fenol grubunda saptanmıştır. Bu bileşiklerin 1'inin aldehit, 7'sinin keton, 2'sinin alkol, 1'inin ester, 11'inin fenol, 8'inin furan, 9'unun terpen, 3'ünün aromatik hidrokarbon ve 3'ünün ise asit grubunda yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.35: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units $\times 10^6$)

Kılıf Çapı	Depolama	Blok	Etanol	2-Bütanon	Asetik asit	1-hidroksi-2-propanon
A	0	1	31,38	10,00	66,49	16,46
		2	22,34	5,67	36,23	10,50
		3	27,80	8,11	42,47	12,58
	30	1	18,45	7,56	60,83	15,64
		2	24,56	4,78	39,23	9,64
		3	20,51	5,29	43,16	10,99
	60	1	13,26	7,24	62,50	14,41
		2	11,89	4,97	30,64	8,08
		3	13,55	5,89	42,91	9,87
	90	1	14,58	4,53	19,73	3,47
		2	15,43	5,91	21,88	4,26
		3	14,09	4,99	18,94	4,68
B	0	1	31,21	8,37	67,81	15,77
		2	29,03	4,33	44,62	11,87
		3	31,11	7,20	55,78	14,00
	30	1	37,03	3,78	46,44	14,98
		2	26,72	6,66	39,99	9,11
		3	32,44	6,12	42,47	13,33
	60	1	17,68	7,44	31,76	10,78
		2	11,07	3,75	23,93	7,94
		3	15,39	6,61	26,82	8,90
	90	1	9,87	0,00	16,87	4,48
		2	16,82	0,00	23,17	5,28
		3	14,39	0,00	21,61	4,63
C	0	1	27,65	7,84	76,02	21,40
		2	40,94	4,96	66,19	13,13
		3	33,58	7,09	68,89	20,25
	30	1	10,93	7,28	51,87	14,12
		2	22,57	4,09	43,07	18,62
		3	17,75	6,44	49,24	17,45
	60	1	9,65	7,26	39,23	11,79
		2	9,64	4,30	27,73	19,56
		3	10,61	5,21	35,56	16,69
	90	1	10	0,00	14,32	3,04
		2	9,93	0,00	21,11	4,62
		3	9,88	0,00	18,75	3,90

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.35. (devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units $\times 10^6$)

Kılıf Çapı	Depolama	Blok	Toluen	Propanoik asit	1-Hidroksi-2-bütanon	3-Furaldehit	
A	0	1	21,24	12,14	13,09	3,23	
		2	17,67	9,21	8,74	2,25	
		3	18,45	11,62	9,77	2,99	
	30	1	23,83	8,59	10,32	3,06	
		2	4,97	6,72	8,04	2,29	
		3	15,54	6,92	10,11	3,09	
	60	1	20,93	5,42	8,27	2,61	
		2	6,22	2,57	9,03	2,15	
		3	16,54	3,87	8,82	2,16	
	90	1	5,72	2,06	3,32	2,11	
		2	5,55	3,09	2,75	2,60	
		3	5,70	2,26	3,11	2,75	
	B	0	1	23,19	6,51	11,64	3,47
			2	13,07	7,70	7,89	1,45
			3	20,22	7,09	10,10	3,05
30		1	20,75	5,78	9,50	2,64	
		2	8,80	2,48	7,55	2,11	
		3	17,32	5,09	8,12	2,69	
60		1	18,61	4,38	8,29	2,61	
		2	3,98	2,53	6,19	3,06	
		3	12,23	3,59	7,45	2,98	
90		1	6,89	1,70	3,16	3,40	
		2	2,21	2,97	1,55	2,64	
		3	5,47	2,53	3,20	2,89	
C		0	1	18,61	6,48	11,53	2,63
			2	13,91	3,89	9,77	2,87
			3	16,47	6,00	11,62	2,65
	30	1	10,77	6,23	8,62	2,18	
		2	10,93	3,54	7,62	2,54	
		3	10,21	5,09	7,16	2,27	
	60	1	14,21	4,81	7,87	1,94	
		2	9,06	3,23	5,55	2,65	
		3	13,25	4,19	7,46	2,25	
	90	1	4,59	1,11	2,27	1,97	
		2	4,67	1,90	1,98	2,15	
		3	4,36	1,58	2,16	2,10	

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.35. (devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units $\times 10^6$)

Kılıf Çapı	Depolama	Blok	Bütanoik asit	p-Ksilen	Furfural	2-Furanmetanol
A	0	1	4,80	4,20	27,68	28,85
		2	4,95	5,65	24,55	19,89
		3	4,77	5,11	23,42	23,98
	30	1	5,75	5,48	24,42	30,02
		2	3,86	2,40	19,76	22,79
		3	4,37	4,51	23,36	27,60
	60	1	3,77	4,61	17,90	31,55
		2	5,40	3,90	12,81	21,05
		3	4,67	4,12	14,58	27,32
	90	1	2,45	2,76	3,97	10,25
		2	2,33	2,58	4,21	15,32
		3	2,42	2,92	3,85	14,48
B	0	1	6,75	5,63	30,04	29,99
		2	4,89	5,22	26,01	17,46
		3	5,55	5,23	29,47	25,14
	30	1	6,74	5,30	22,25	30,20
		2	4,51	5,01	16,85	19,21
		3	5,83	5,23	20,66	25,56
	60	1	6,69	4,27	17,39	29,92
		2	3,31	4,34	12,72	20,46
		3	6,23	4,28	16,20	26,35
	90	1	2,24	1,65	3,92	12,48
		2	3,55	2,37	3,00	17,19
		3	3,18	1,86	3,29	15,52
C	0	1	8,35	4,91	25,43	32,33
		2	5,43	5,03	22,20	20,11
		3	7,12	4,76	24,25	28,22
	30	1	5,75	4,82	17,87	36,01
		2	3,39	4,94	12,50	16,21
		3	4,49	5,19	16,45	27,59
	60	1	5,13	4,90	12,30	33,11
		2	4,02	3,35	8,07	15,46
		3	4,49	4,09	11,18	26,69
	90	1	1,96	2,01	2,65	10,23
		2	2,76	1,56	2,13	16,43
		3	1,97	1,88	2,26	14,28

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.35. (devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units $\times 10^6$)

Kılıf Çapı	Depolama	Blok	alfa-Pinene	2-bütoksi-etanol	2-metil-2-siklopenten-1-on	1-(2-furanil)-etanon	
A	0	1	14,26	6,63	8,36	14,75	
		2	15,34	5,21	7,73	10,20	
		3	13,99	5,09	9,01	11,98	
	30	1	15,12	6,25	7,04	9,56	
		2	14,44	4,72	4,61	13,31	
		3	15,43	5,11	5,79	12,36	
	60	1	14,23	7,27	6,17	13,81	
		2	12,70	2,03	5,92	8,42	
		3	13,01	5,27	6,13	10,36	
	90	1	13,66	2,47	2,00	3,00	
		2	11,19	3,09	2,11	2,06	
		3	13,13	2,88	2,43	2,60	
	B	0	1	11,56	4,85	9,74	12,79
			2	19,14	3,33	6,30	14,07
			3	16,73	4,22	9,04	14,72
		30	1	12,62	5,05	8,18	15,11
			2	16,94	3,08	5,40	9,09
			3	13,74	5,82	7,24	12,23
60		1	11,26	5,65	9,82	14,43	
		2	17,48	2,14	4,15	9,56	
		3	16,27	4,58	7,24	12,25	
90		1	13,85	1,70	2,58	4,60	
		2	11,51	2,86	2,07	2,94	
		3	13,20	2,17	2,09	3,98	
C		0	1	10,62	4,39	6,60	12,07
			2	18,76	4,85	3,97	9,89
			3	15,45	4,56	5,12	11,13
		30	1	13,11	6,64	7,13	10,71
			2	16,16	3,54	4,37	9,46
			3	15,66	5,19	6,85	11,49
	60	1	17,77	6,97	6,83	13,29	
		2	10,83	2,61	5,27	7,52	
		3	15,32	5,09	6,19	11,34	
	90	1	12,41	1,24	1,63	3,28	
		2	11,22	2,65	2,54	2,34	
		3	12,05	2,18	1,98	2,99	

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.35. (devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısı işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ×10⁶)

Kılıf Çapı	Depolama	Blok	beta-Pinen	beta-Myrcene	3-karen	2(5H)-furanon
A	0	1	19,55	16,20	46,08	6,31
		2	25,34	15,20	49,34	5,79
		3	23,20	16,68	48,93	5,92
	30	1	24,00	17,55	64,84	8,36
		2	20,19	15,47	31,04	6,32
		3	21,44	15,90	55,03	6,95
	60	1	26,19	20,67	61,06	8,03
		2	20,12	16,27	34,54	6,20
		3	25,21	17,99	49,32	7,87
	90	1	16,90	17,47	18,30	1,62
		2	12,43	11,18	24,59	1,40
		3	15,52	16,65	22,23	1,54
B	0	1	23,96	17,48	61,94	7,39
		2	29,36	24,84	42,81	5,99
		3	27,89	22,17	54,82	6,75
	30	1	29,11	13,65	66,54	7,87
		2	28,46	21,87	34,46	6,24
		3	29,83	18,84	55,63	7,45
	60	1	25,11	20,55	68,87	5,90
		2	18,28	14,91	34,95	3,29
		3	23,95	18,16	49,84	4,35
	90	1	17,38	10,81	22,05	1,81
		2	12,92	14,77	25,31	1,43
		3	16,60	13,49	24,45	1,61
C	0	1	20,50	18,60	58,61	9,68
		2	24,36	19,01	47,15	9,81
		3	23,24	18,32	49,42	9,36
	30	1	28,13	21,41	64,51	7,89
		2	17,24	15,27	43,06	5,35
		3	23,49	19,68	49,93	7,48
	60	1	28,08	20,19	61,69	5,79
		2	17,04	18,43	41,98	2,97
		3	22,67	19,16	48,14	4,12
	90	1	15,38	17,76	18,13	1,32
		2	12,75	12,30	26,81	1,99
		3	15,08	15,30	21,29	1,70

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.35. (devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units $\times 10^6$)

Kılıf Çapı	Depolama	Blok	5-metil-2-furankarboksialdehit	D-Limonen	beta-cymene	2,3-dimetil-2-siklopenten-1-on	
A	0	1	13,41	90,33	32,00	4,94	
		2	14,59	86,80	25,66	5,35	
		3	14,88	90,55	27,76	5,11	
	30	1	13,97	90,10	32,29	5,48	
		2	11,21	83,79	21,22	4,41	
		3	11,99	85,43	25,66	4,55	
	60	1	14,74	90,14	32,29	5,19	
		2	11,07	87,76	23,67	5,34	
		3	11,45	89,91	29,35	5,44	
	90	1	4,77	48,39	11,17	1,45	
		2	5,58	39,52	14,88	2,67	
		3	5,50	46,71	13,32	1,69	
	B	0	1	13,32	91,88	30,75	5,14
			2	14,21	87,56	24,79	5,21
			3	14,45	88,43	28,52	5,06
30		1	14,55	92,69	32,55	5,33	
		2	12,23	84,95	24,9	5,44	
		3	14,68	89,56	27,2	5,49	
60		1	13,82	84,47	34,11	6,18	
		2	10,03	92,76	21,78	5,35	
		3	12,92	87,76	29,45	5,90	
90		1	4,52	56,23	11,48	1,92	
		2	5,69	35,15	15,76	2,39	
		3	5,17	48,34	14,90	2,70	
C		0	1	11,27	113,62	31,65	6,29
			2	12,65	83,63	24,52	6,56
			3	13,34	90,95	27,30	6,21
	30	1	12,81	109,34	35,67	5,53	
		2	8,95	80,29	20,90	4,76	
		3	9,94	92,86	29,50	5,18	
	60	1	13,26	106,49	36,27	5,84	
		2	6,06	82,26	23,55	5,89	
		3	10,14	96,65	30,40	5,56	
	90	1	3,33	48,87	9,84	1,34	
		2	4,78	36,74	16,88	2,56	
		3	3,90	40,42	14,51	1,97	

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.35. (devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ×10⁶)

Kılıf Çapı	Depolama	Blok	Gama terpinen	3-metil-2(5H)-furanon	2-hidroksi-3-metil-2-siklopenten-1-on	Fenol
A	0	1	8,16	8,79	15,32	10,36
		2	9,62	4,20	19,12	12,64
		3	9,90	7,45	18,82	12,36
	30	1	10,66	8,35	18,57	13,57
		2	5,71	4,20	11,86	9,79
		3	9,23	7,43	16,41	12,61
	60	1	11,39	8,51	21,36	14,74
		2	5,07	4,46	13,11	12,74
		3	9,84	7,41	19,93	12,45
	90	1	3,17	3,56	4,95	4,85
		2	2,28	2,05	3,26	3,50
		3	3,18	2,65	4,17	4,69
B	0	1	8,22	7,69	15,18	10,50
		2	9,29	4,60	16,79	15,39
		3	9,11	7,27	16,03	14,34
	30	1	10,88	7,43	17,44	13,87
		2	9,08	4,36	14,37	11,49
		3	11,03	5,56	16,25	13,11
	60	1	10,06	8,51	18,23	14,63
		2	8,33	4,53	9,93	10,18
		3	10,42	7,87	15,68	15,53
	90	1	4,07	1,80	6,11	5,44
		2	2,77	1,14	4,41	4,11
		3	3,24	1,67	5,83	5,57
C	0	1	9,00	7,25	15,01	11,16
		2	9,78	4,69	15,56	11,66
		3	9,66	6,11	15,62	11,53
	30	1	10,94	6,65	17,09	13,29
		2	8,58	3,35	10,61	9,97
		3	9,09	5,44	15,80	12,44
	60	1	9,83	4,54	13,07	11,45
		2	6,70	2,89	8,79	9,18
		3	7,99	4,05	11,42	11,33
	90	1	2,84	1,88	4,67	4,11
		2	3,64	1,24	3,40	3,46
		3	3,15	1,33	4,29	4,05

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.35. (devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units $\times 10^6$)

Kılıf Çapı	Depolama	Blok	1-metil-4-(1-metiletenil)-benzen	2-Bütoksietil asetat	Asetofenon	Nonanal
A	0	1	4,80	2,78	1,96	8,83
		2	3,30	3,17	1,31	9,97
		3	4,12	3,14	1,37	10,92
	30	1	3,41	2,51	1,57	10,18
		2	4,96	3,46	1,27	8,78
		3	5,03	3,24	2,03	10,02
	60	1	5,08	3,16	1,95	11,69
		2	3,18	2,20	1,20	7,86
		3	3,99	3,18	1,87	10,41
	90	1	1,91	0,75	0,00	5,00
		2	2,45	0,88	0,00	3,71
		3	2,22	0,72	0,00	5,12
B	0	1	4,30	2,77	1,06	7,99
		2	3,97	2,66	1,99	10,44
		3	4,42	2,18	1,44	10,20
	30	1	5,15	2,68	1,42	8,96
		2	3,68	2,09	1,24	9,73
		3	4,67	2,15	1,5	9,42
	60	1	5,20	2,11	1,61	11,03
		2	4,10	2,14	1,15	8,59
		3	4,25	2,19	1,47	9,99
	90	1	1,96	0,85	0,00	3,79
		2	2,91	0,59	0,00	3,29
		3	2,39	0,88	0,00	3,24
C	0	1	5,13	2,98	1,63	8,92
		2	6,16	3,23	1,07	6,43
		3	5,96	2,92	1,90	8,14
	30	1	5,42	2,36	1,55	8,79
		2	4,92	3,07	1,19	6,49
		3	4,89	2,99	1,74	8,09
	60	1	6,12	1,68	0,88	8,61
		2	5,59	1,18	0,95	8,74
		3	6,18	1,83	1,16	8,88
	90	1	1,52	0,45	0,00	3,69
		2	2,59	0,72	0,00	3,92
		3	2,78	1,57	0,00	4,09

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.35. (devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ×10⁶)

Kılıf çapı	Depolama	Blok	2- metoksi- fenol	2-metil- fenol	4-Metil-5H- furan-2-on	3-metil- fenol
A	0	1	33,32	5,33	3,78	17,94
		2	25,14	6,49	2,04	12,20
		3	28,81	6,24	2,87	16,45
	30	1	27,26	5,27	3,37	11,16
		2	32,84	5,70	2,55	12,33
		3	32,35	5,86	3,44	13,15
	60	1	26,08	4,33	2,68	12,95
		2	22,84	6,52	2,51	12,29
		3	25,03	4,96	2,77	12,76
	90	1	13,20	1,81	0,00	3,97
		2	12,05	1,78	0,00	4,56
		3	13,54	1,35	0,00	4,44
B	0	1	28,97	5,71	2,71	12,52
		2	33,91	5,01	2,97	13,13
		3	29,96	5,18	2,19	13,11
	30	1	28,95	4,55	2,49	10,55
		2	39,05	6,50	2,38	16,28
		3	35,8	5,72	2,6	14,23
	60	1	35,05	4,90	2,50	13,26
		2	33,00	4,94	1,82	11,21
		3	33,81	4,76	2,54	13,60
	90	1	14,95	2,03	0,00	4,37
		2	14,94	2,08	0,00	5,85
		3	15,30	2,16	0,00	4,92
C	0	1	29,17	9,07	2,81	11,76
		2	35,07	7,11	2,77	17,70
		3	32,26	8,45	2,45	15,58
	30	1	34,21	8,34	2,09	11,49
		2	32,74	5,25	2,45	12,02
		3	34,55	7,30	2,28	12,60
	60	1	29,84	4,23	1,72	8,96
		2	31,40	4,73	2,38	10,72
		3	29,77	4,81	2,16	10,44
	90	1	11,64	1,60	0,00	3,30
		2	12,30	1,68	0,00	3,52
		3	11,56	1,74	0,00	3,66

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.35. (devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ×10⁶)

Kılıf Çapı	Depolama	Blok	2-metoksi-3-metilfenol	2,4-dimetil-fenol	2-metoksi-4-metil-fenol	3-etil-fenol
A	0	1	10,33	6,14	20,45	4,68
		2	5,05	4,65	18,44	3,38
		3	8,43	6,03	18,90	3,95
	30	1	9,28	5,26	18,36	3,67
		2	5,57	4,29	18,24	3,82
		3	8,81	4,52	17,56	3,24
	60	1	3,78	4,42	13,76	3,52
		2	5,96	5,99	24,43	4,32
		3	5,55	4,99	20,23	4,51
	90	1	3,51	1,09	5,39	0,00
		2	2,13	1,33	7,73	0,00
		3	3,26	1,50	5,98	0,00
B	0	1	4,95	6,24	22,63	5,18
		2	5,33	4,81	18,90	3,63
		3	4,89	6,13	19,95	4,99
	30	1	2,23	4,31	19,74	2,26
		2	5,76	6,04	25,07	4,73
		3	4,8	5,36	24,81	4,09
	60	1	3,31	4,67	10,87	2,13
		2	4,74	4,81	18,26	3,28
		3	4,25	4,58	16,19	2,92
	90	1	0,81	2,09	5,21	0,00
		2	2,57	1,90	8,82	0,00
		3	2,64	2,13	8,43	0,00
C	0	1	5,75	5,00	23,13	3,20
		2	5,88	6,55	24,62	5,82
		3	5,30	5,52	24,29	4,73
	30	1	6,04	3,27	10,01	2,70
		2	4,95	4,89	19,86	3,48
		3	5,78	4,19	16,67	3,56
	60	1	1,99	3,26	10,48	2,32
		2	5,64	4,68	17,45	4,37
		3	4,05	4,17	14,62	3,68
	90	1	1,42	1,34	4,80	0,00
		2	0,74	1,10	6,53	0,00
		3	1,53	1,48	6,04	0,00

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Çizelge 4.35. (devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units $\times 10^6$)

Kılıf Çapı	Depolama Blok	Kuminaldehit	4-etil-2-metoksi-fenol	3-metil-4-izopropilfenol	2,6-dimetoksifenol	Karyofilen		
A	0	1	31,68	5,82	65,36	14,87	44,05	
		2	50,16	3,49	37,60	9,24	33,48	
		3	45,07	4,68	44,68	13,29	40,32	
	30	1	20,35	4,54	22,18	9,78	16,55	
		2	21,63	4,68	18,33	6,48	20,20	
		3	19,38	4,37	21,24	9,12	19,56	
	60	1	23,13	4,69	17,60	5,80	18,54	
		2	17,33	3,70	17,55	11,66	11,49	
		3	22,19	4,09	17,65	9,79	16,68	
	90	1	9,44	1,97	4,54	2,08	7,44	
		2	6,89	4,24	2,94	3,52	5,02	
		3	7,94	3,78	4,04	2,79	7,01	
	B	0	1	41,94	6,13	21,30	12,55	14,44
			2	33,89	7,79	26,79	16,61	18,16
			3	36,63	6,35	23,98	15,47	17,33
30		1	22,97	5,42	20,83	6,64	17,50	
		2	21,82	7,52	18,38	12,85	11,77	
		3	23,42	7,1	19,25	10,22	16,92	
60		1	20,15	3,89	14,63	7,76	17,46	
		2	15,73	6,88	17,49	10,00	9,96	
		3	18,64	5,27	15,49	8,13	16,50	
90		1	6,03	2,48	4,22	2,41	7,02	
		2	8,86	4,94	2,42	3,59	4,53	
		3	8,22	4,15	3,26	2,90	6,78	
C		0	1	35,82	10,07	20,61	11,81	25,65
			2	28,37	8,30	15,86	18,96	14,87
			3	30,49	10,19	19,69	16,75	22,48
	30	1	21,66	6,47	18,38	6,20	17,33	
		2	16,39	7,45	17,00	8,20	10,40	
		3	20,80	6,66	17,38	8,09	14,56	
	60	1	17,42	4,58	12,52	8,27	16,05	
		2	12,28	8,17	8,79	7,26	10,58	
		3	15,83	7,72	11,66	8,14	15,57	
	90	1	4,93	1,66	3,23	2,97	6,54	
		2	6,84	2,53	4,05	1,44	4,24	
		3	5,92	2,15	4,12	2,38	6,10	

A: 45Q (1,75 Dilim K.), B: 50Q (1,75 Dilim K.), C: 60Q (1,50 Dilim K.)

Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Kılıf çapı faktörü 11 uçucu bileşik üzerinde $P < 0,05$ düzeyinde, 14 uçucu bileşik üzerinde ise $P < 0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Buna karşın depolama faktörü, çalışmada belirlenen 45 uçucu bileşikten 43'ü üzerinde $P < 0,05$ düzeyinde etkili olmuştur. Depolama faktöründen önemli düzeyde etkilenen bileşiklerin ortalama değerleri depolama süresince düşüş göstermiş, en önemli düşüş ise etanol, 3-furaldehit ve alfa-pinen hariç diğer tüm bileşiklerde depolamanın 90. gününde saptanmıştır. Kılıf çapı x depolama süresi interaksyonu ise 5 bileşik üzerinde $P < 0,05$ düzeyinde, 9 uçucu bileşik üzerinde ise $P < 0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Kimyasal grup bazında incelendiğinde çalışma kapsamında saptanan tek aldehit bileşiği nonanal olmuş ve bu bileşik üzerinde hem kılıf çapı hem de depolama süresinin istatistiki açıdan çok önemli ($P < 0,01$) etkisi olmuştur. Kılıf çapı x depolama süresi interaksyonu ise nonanal değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli ($P > 0,05$) bir farklılığa neden olmamıştır. Araştırmada belirlenen 45 bileşikten 7'si ketonlardan oluşmakta ve bu bileşiklerin tamamı depolama faktöründen ($P < 0,01$), 6'sı ise kılıf çapı faktöründen istatistiki olarak anlamlı seviyede etkilenmiştir (Çizelge 4.36).

Uçucu bileşikler arasında iki bileşiğin alkoller sınıfına girdiği, bu bileşiklerden etanolün kılıf çapı faktöründen $P < 0,05$ seviyesinde etkilendiği belirlenmiştir. Depolama faktörü ise hem etanol hem de 2-bütoksi-etanol üzerinde $P < 0,01$ düzeyinde etkili ($P < 0,01$) olmuştur. Çalışmada saptanan tek ester bileşiği 2-bütoksietil asetat olup bu bileşik hem kılıf çapı hem de depolama faktöründen istatistiki açıdan çok önemli ($P < 0,01$) düzeyde etkilenmiştir. İncelenen 11 uçucu bileşiğin fenol sınıfında yer aldığı ve kılıf çapı faktörünün bu bileşiklerden fenol ve 2-metil-fenol'ü önemli ($P < 0,05$) seviyede, 2-metoksi-fenol, 2-metoksi-3-metilfenol, 4-etil-2-metoksi-fenol ve 3-metil-4-izopropilfenol'ü çok önemli ($P < 0,01$) seviyede etkilediği belirlenmiştir. Depolama faktörü ise tüm fenol bileşikler üzerinde $P < 0,01$ düzeyinde etki göstermiştir. Örneklerde 8 farklı furan bileşiği saptanmıştır. Kılıf çapı faktörünün 1-(2-furanil)-etanon ve 4-metil-5H-furan-2-on üzerinde istatistiki açıdan önemli ($P < 0,05$), furfural, 5-metil-2-furankarboksialdehit ve 3-metil-2(5H)-furanon bileşikleri üzerinde ise çok önemli ($P < 0,01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama faktörünün örneklerde ait furan bileşikleri üzerine

etkisi incelendiğinde ise 3-furaldehit hariç diğer tüm bileşiklerin depolama faktöründen çok önemli ($P < 0,01$) seviyede etkilendiği belirlenmiştir. Örneklerde saptanan 9 farklı terpen bileşiği incelendiğinde bu bileşiklerden beta-pinen ve kumin aldehit bileşiklerinin kılıf çapı faktöründen önemli derecede ($P < 0,05$) etkilendiği, karyofilenin ise çok önemli ($P < 0,01$) derecede etkilendiği belirlenmiştir. Buna karşın diğer 6 terpen bileşiğine ait ortalama kromatografik alan seviyesi kılıf çapı faktöründen etkilenmemiştir ($P > 0,05$). Depolama faktörü dikkate alındığında ise alfa-pinen hariç ($P > 0,05$) diğer tüm terpen sınıfına giren bileşiklerin depolama faktöründen çok önemli ($P < 0,01$) düzeyde etkilendiği belirlenmiştir. Çalışma kapsamında belirlenen 45 uçucu bileşikten üçünün aromatik hidrokarbon sınıfına girdiği, bu bileşiklerden ise 1-metil-4-(1-metiletetil)-benzen'in kılıf çapı faktöründen çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkilendiği saptanmıştır. Depolama faktörü çalışmada belirlenen üç aromatik hidrokarbon bileşiği üzerinde de çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkili olmuştur. İncelenen örneklerin uçucu bileşik profili içinde 3 farklı asit bileşiği saptanmıştır. Bu bileşiklerden sadece propanoik asit, kılıf çapı faktöründen önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkilenmiştir. Depolama faktörü ise saptanan tüm asit bileşikleri üzerinde çok önemli düzeyde ($P < 0,01$) etki göstermiştir.

Çizelge 4.36: Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları

		Aldehitler		
		SD	KO	F
Nonanal	Kılıf Çapı (KÇ)	2	6,782	7,533**
	Depolama Süresi (DS)	3	61,539	68,354**
	KÇxDS	6	0,801	0,890
		Ketonlar		
		SD	KO	F
2-Bütanon	Kılıf Çapı (KÇ)	2	11,760	7,977**
	Depolama Süresi (DS)	3	49,026	33,253**
	KÇxDS	6	5,562	3,772*
1-hidroksi-2-propanon	Kılıf Çapı (KÇ)	2	53,161	7,801**
	Depolama Süresi (DS)	3	211,760	31,074**
	KÇxDS	6	9,417	1,382
1-hidroksi-2-bütanon	Kılıf Çapı (KÇ)	2	3,535	5,339*
	Depolama Süresi (DS)	3	101,078	152,686**
	KÇxDS	6	,930	1,404
2-metil-2-siklopenten-1-on	Kılıf Çapı (KÇ)	2	4,957	5,396*
	Depolama Süresi (DS)	3	47,764	51,994**
	KÇxDS	6	2,294	2,497
2,3-dimetil-2-siklopenten-1-on	Kılıf Çapı (KÇ)	2	,826	5,331*
	Depolama Süresi (DS)	3	25,798	166,424**
	KÇxDS	6	,435	2,805*

* $P < 0,05$ seviyesinde önemli; ** $P < 0,01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.36: (Devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları

		SD	KO	F
2-hidroksi-3-metil-2-siklopenten-1-on	Kılıf Çapı (KÇ)	2	21,473	5,234*
	Depolama Süresi (DS)	3	271,688	66,228**
	KÇxDS	6	7,937	1,935
Asetofenon	Kılıf Çapı (KÇ)	2	0,131	1,800
	Depolama Süresi (DS)	3	4,859	66,776**
	KÇxDS	6	0,087	1,201
Alkoller				
Etanol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	80,416	5,530*
	Depolama Süresi (DS)	3	693,759	47,707**
	KÇxDS	6	57,042	3,923**
2-bütoksi-etanol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	2,347	1,759
	Depolama Süresi (DS)	3	13,886	10,411**
	KÇxDS	6	0,300	0,225
Esterler				
2-Bütoksietil asetat	Kılıf Çapı (KÇ)	2	0,769	6,069**
	Depolama Süresi (DS)	3	7,841	61,849**
	KÇxDS	6	0,396	3,126*
Fenoller				
Fenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	8,785	4,196*
	Depolama Süresi (DS)	3	140,107	66,910**
	KÇxDS	6	1,253	0,599
2-metoksi-fenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	55,828	8,635**
	Depolama Süresi (DS)	3	737,764	114,106**
	KÇxDS	6	12,484	1,931
2-metil-fenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	2,716	4,630*
	Depolama Süresi (DS)	3	40,464	68,969**
	KÇxDS	6	2,190	3,733*
3-metil-fenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	3,939	1,575
	Depolama Süresi (DS)	3	181,237	72,472**
	KÇxDS	6	4,342	1,736
2-metoksi-3-metilfenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	16,142	8,368**
	Depolama Süresi (DS)	3	32,358	16,775**
	KÇxDS	6	1,467	0,760
2,4-dimetil-fenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	1,235	3,026
	Depolama Süresi (DS)	3	28,736	70,430**
	KÇxDS	6	,389	,954
2-metoksi-4-metilfenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	8,670	1,564
	Depolama Süresi (DS)	3	376,007	67,848**
	KÇxDS	6	27,282	4,923**
3-etil-fenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	0,076	0,157
	Depolama Süresi (DS)	3	33,901	70,270**
	KÇxDS	6	,593	1,229
4-etil-2-metoksi-fenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	14,648	14,468**
	Depolama Süresi (DS)	3	24,528	24,227**
	KÇxDS	6	5,312	5,247**
3-metil-4-izopropilfenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	320,110	17,184**
	Depolama Süresi (DS)	3	1123,026	60,286**
	KÇxDS	6	172,854	9,279**

*P < 0,05 seviyesinde önemli; **P < 0,01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.36: (Devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları

		SD	KO	F
2,6-dimetoksifenol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	2,693	0,674
	Depolama Süresi (DS)	3	206,015	51,566**
	KÇxDS	6	4,086	1,023
Furanlar				
Furfural	Kılıf Çapı (KÇ)	2	53,483	36,778**
	Depolama Süresi (DS)	3	828,344	569,615**
	KÇxDS	6	8,115	5,580**
2-Furanmetanol	Kılıf Çapı (KÇ)	2	1,077	0,057
	Depolama Süresi (DS)	3	306,955	16,267**
	KÇxDS	6	4,472	0,237
1-(2-furanil)-etanon	Kılıf Çapı (KÇ)	2	8,841	3,599*
	Depolama Süresi (DS)	3	169,190	68,863**
	KÇxDS	6	0,755	0,307
2(5H)-furanon	Kılıf Çapı (KÇ)	2	1,314	3,296
	Depolama Süresi (DS)	3	64,487	161,749**
	KÇxDS	6	6,198	15,546**
5-metil-2-furankarboksialdehit	Kılıf Çapı (KÇ)	2	16,050	6,775**
	Depolama Süresi (DS)	3	137,834	58,187**
	KÇxDS	6	0,930	0,392
3-metil-2(5H)-furanon	Kılıf Çapı (KÇ)	2	8,319	14,195**
	Depolama Süresi (DS)	3	39,149	66,802**
	KÇxDS	6	1,602	2,733*
3-furaldehit	Kılıf Çapı (KÇ)	2	0,491	2,681
	Depolama Süresi (DS)	3	0,111	0,604
	KÇxDS	6	0,225	1,229
4-metil-5H-furan-2-on	Kılıf Çapı (KÇ)	2	,552	4,252*
	Depolama Süresi (DS)	3	15,076	116,210**
	KÇxDS	6	0,113	0,872
Terpenler				
alfa-pinen	Kılıf Çapı (KÇ)	2	1,298	0,231
	Depolama Süresi (DS)	3	12,511	2,225
	KÇxDS	6	1,146	0,204
beta-pinen	Kılıf Çapı (KÇ)	2	31,876	3,839*
	Depolama Süresi (DS)	3	183,895	22,149**
	KÇxDS	6	12,045	1,451

*P < 0,05 seviyesinde önemli; **P < 0,01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.36: (Devamı) Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinde depolama sırasında belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları

		SD	KO	F
beta-myrcene	Kılıf Çapı (KÇ)	2	7,655	1,116
	Depolama Süresi (DS)	3	35,789	5,215**
	KÇxDS	6	8,535	1,244
3-karen	Kılıf Çapı (KÇ)	2	29,012	0,414
	Depolama Süresi (DS)	3	1810,508	25,823**
	KÇxDS	6	2,358	0,034
D-Limonen	Kılıf Çapı (KÇ)	2	64,945	1,711
	Depolama Süresi (DS)	3	4825,479	127,133**
	KÇxDS	6	28,135	0,741
beta-cymene	Kılıf Çapı (KÇ)	2	2,893	0,217
	Depolama Süresi (DS)	3	485,133	36,360**
	KÇxDS	6	1,731	0,130
gama terpinen	Kılıf Çapı (KÇ)	2	1,469	0,895
	Depolama Süresi (DS)	3	82,128	50,034**
	KÇxDS	6	0,991	0,604
Karyofilen	Kılıf Çapı (KÇ)	2	173,979	30,019**
	Depolama Süresi (DS)	3	577,500	99,643**
	KÇxDS	6	92,893	16,028**
Kumin aldehit	Kılıf Çapı (KÇ)	2	75,374	5,425*
	Depolama Süresi (DS)	3	1373,403	98,846**
	KÇxDS	6	15,960	1,149
Aromatik hidrokarbonlar				
		SD	KO	F
Toluen	Kılıf Çapı (KÇ)	2	21,450	1,933
	Depolama Süresi (DS)	3	266,046	23,976**
	KÇxDS	6	5,119	0,461
p-ksilen	Kılıf Çapı (KÇ)	2	0,194	0,573
	Depolama Süresi (DS)	3	15,329	45,304**
	KÇxDS	6	0,570	1,683
1-metil-4-(1-metiletetil)- benzen	Kılıf Çapı (KÇ)	2	3,831	9,741**
	Depolama Süresi (DS)	3	13,418	34,112**
	KÇxDS	6	0,680	1,729
Asitler				
		SD	KO	F
Asetik asit	Kılıf Çapı (KÇ)	2	106,118	2,261
	Depolama Süresi (DS)	3	2424,454	51,660**
	KÇxDS	6	180,217	3,840**
Propanoik asit	Kılıf Çapı (KÇ)	2	16,747	18,551**
	Depolama Süresi (DS)	3	53,868	59,669**
	KÇxDS	6	5,367	5,945**
Bütanoik asit	Kılıf Çapı (KÇ)	2	2,058	2,614
	Depolama Süresi (DS)	3	17,956	22,807**
	KÇxDS	6	1,245	1,582

*P < 0,05 seviyesinde önemli; **P < 0,01 seviyesinde önemli

Tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin kılıf çapı ve depolama süresi değişkenlerine ait uçucu bileşik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.37'de verilmiştir. Nonanal, fermente sosislerin aromasına

katkı sağlayan, plastiğimsi ve sabunumsu koku ile karakterize edilen aldehit sınıfına dahil bir bileşiktir (Olivares et al., 2009). Bu bileşik oleik asidin oksidasyonu neticesi oluşan hidroperoksitlerin dekompozisyonu neticesinde açığa çıkmaktadır (Ordonez vd., 1999). Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları dikkate alındığında çalışma kapsamında saptanan tek aldehit bileşiği olan nonanal üzerinde kılıf çapındaki artışın ortalama nonanal miktarını azalttığı belirlenmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçlarından farklı olarak Montanari vd. (2016) tarafından İtalyan fermente sosisleri üzerine yürütölen araştırmada, aldehit sınıfına giren bileşiklere ait en yüksek ortalama değerler orta ve yüksek kalibrasyona sahip örneklerde saptanmıştır. Bu çalışmada, en düşük ortalama nonanal değeri ise 60 mm çapa sahip sucuk örneklerinde saptanmıştır. Depolamanın ilk 60 gününde nonanal'a ait ortalama değerler arasında bir farklılık gözlemlenmezken 90. güne erişildiğinde oldukça güçlü bir azalma saptanmıştır. Mevcut bu araştırma bulgularına benzer olarak, üretiminde farklı kalibrasyon ve iki farklı starter kültür karışımı kullanılan fermente İtalyan sosislerinde olgunlaştırma sürecinin sonunda hem küçük hem de büyük kalibrasyona sahip ürünlerde tespit edilen nonanal içeriğinde azalma olduğu belirlenmiştir (Montanari vd., 2018).

Kılıf çapının artışı 2-bütanon, 1-hidroksi-2-bütanon, 2-metil-2-siklopenten-1-on ve 2-siklopenten-1-on, 2-hidroksi-3-metil bileşiklerini etkilemiş ve bu bileşikler için en düşük ortalama değerler 60 mm çaplı sucuk örneklerinde saptanmıştır. 1-hidroksi-2-propanon ve 2,3-dimetil- 2-siklopenten-1-on için en düşük ortalama değer 45 mm çaplı sucuklarda saptanırken en yüksek ortalama 2-metil-2-siklopenten-1-on değerleri ise 50 mm çaplı sucuklarda saptanmıştır. Tek sayıda karbon atomuna sahip metil ketonlar gıda ürünlerinin uçucu profilinde baskın karakterde yer alan bileşikler olup fermente sosisler üzerine yürütölen araştırmalarda hem tek karbon hem de çift karbon sayısına sahip metil ketonların serbest yağ asitlerinin lipid oksidasyonu ve β -oksidasyonu sonucu olduğu bilinmektedir (Ordonez vd., 1999). İtalyan fermente sosisleri üzerine yürütölen bir araştırmada farklı kılıf çapı ve starter kültür kullanılan ürünlerde keton sınıfına giren 6 farklı bileşiğin saptandığı ve kılıf kalibrasyonundaki artışa paralel olarak keton sınıfına giren bileşiklerin toplam kromatografik alanında azalma olduğu belirlenmiştir (Montanari vd., 2016). Depolama sürecinde ortalama kromatografik alan değerlerinde aşağı yönlü bir hareket olmuş ve en düşük ortalama keton bileşik değerleri depolamanın 90. gününde saptanmıştır. Diğer keton

bileşiklerinden farklı olarak 2,3-dimetil- 2-siklopenten-1-on ise depolamanın 60. gününde bir artış göstermiştir. Farklı kalibrasyona sahip İtalyan sosislerinin fermantasyondan uzun süreli bir olgunlaştırmanın sonuna kadar geçen süreçte ortalama 2-bütanon seviyesinde artış belirlenmiş ve en yüksek artış daha geniş kalibrasyona sahip ürünlerde belirlenmiştir (Montanari vd., 2018).

Alkol sınıfına giren uçucu bileşikler incelendiğinde, en yüksek ortalama etanol değeri 50 mm çapına sahip sucuklarda tespit edilmiş, ancak 45 mm ve 60 mm çapa sahip sucuklar arasında ise herhangi bir farklılık gözlemlenmemiştir. Fermente sosislerde saptanan etanolün başlıca oluşum mekanizması ürün formülasyonunda yer alan karbonhidratların mikrobiyal yolla fermente edilmesi olarak açıklansa da amino asit ya da lipidlerin maruz kaldığı katabolik reaksiyonlar da etanol oluşumuna sebebiyet verebilmektedir (Berdague vd., 1993). Montanari vd. (2016) tarafından yürütülen araştırmada İtalyan fermente sosislerinde saptanan etanol miktarının kılıf kalibrasyonundaki artış ile paralel olarak arttığı saptanmıştır. Etanol bileşiğine ait ortalama değerde depolamanın ilk 60 günü düzenli düşüş yaşanmış ancak depolamanın 60. ve 90. günleri arasında istatistiki açıdan önemli farklılık saptanmamıştır. Buna karşın 2-bütoksi-etanol değerinde ise depolamanın ilk 60 gününde önemli bir değişim gerçekleşmemiş, ancak depolamanın 90. gününde önemli düşüş gözlemlenmiştir. Montanari vd. (2018) fermente İtalyan sosislerinin fermentasyon aşaması ve olgunlaştırma aşamalarında ürün uçucu bileşik profilini incelemiş ve olgunlaştırma süresinin ilerleyen günlerinde etanol bileşiğinin daha yüksek kromatografik alan verdiğini belirlemiştir.

Uçucu ester bileşikleri genellikle meyvemsi kokuya sahiptir (Berdague vd., 1993) ve bu bileşiklerin oluşumundan fermentasyonda yer alan mikroorganizmaların rol aldığı düşünülmektedir (Ordonez vd., 1999). Çalışma kapsamında saptanan tek ester bileşiği 2-bütoksietil asetatdır. Kılıf çapındaki artış ortalama 2-bütoksietil asetat değerini düşürmüş olup bu bileşik için en yüksek ortalama değer 45 mm çaplı sucuklarda saptanmıştır. Mevcut bu araştırma bulgularından farklı olarak üç farklı kalibrasyon seviyesine sahip fermente İtalyan sosisleri üzerine yürütülen araştırmada hem ester sınıfına giren bileşik sayısı hem de en yüksek ortalama kromatografik alan oranı en geniş kalibrasyona sahip örneklerde saptanmıştır (Montanari vd., 2016). Depolamanın ilk 30 gününde ortalama 2-bütoksietil asetat değerinde önemli değişim gözlemlenmezken depolamanın 60. ve 90. günlerinde düşüş yaşanmıştır. En düşük

ortalama 2-bütoksietil asetat değeri depolamanın 90. gününde saptanmıştır. Fermente İtalyan sosisleri üzerine yürütülen araştırmada küçük kalibreli sosislerde hem fermentasyon hem de olgunlaştırma aşamalarının sonunda ester bileşiği tespit edilemediği, geniş kalibrasyona sahip sosislerde ise tespit edilen tek ester bileşiğinin etil ester olduğu ve bu bileşiğin de olgunlaştırma süresinin ilerleyen günlerinde daha yüksek kromatografik alan verdiği belirlenmiştir (Montanari vd., 2018).

Tütsüleme işlemi ürün uçucu profilinde fenolik bileşik çeşitliliği ve miktarı açısından önemli katkı sağlamaktadır (Issenberg vd., 1971). Söz konusu fenolik bileşikler sahip olduğu antioksidan özellikler bakımından da ürünün kimyasal stabilitesinin sürdürülebilmesi adına önemlidir (Ordonez vd., 1999). Çalışma kapsamında incelenen 11 uçucu bileşiğin fenol sınıfında yer aldığı saptanmıştır. Kılıf çapındaki artış ortalama fenol, 2-metil-fenol, 2-metoksi-fenol ve 4-etil-2-metoksi-fenol kromatografik alan miktarını artırırken 2-metoksi-3-metilfenol ve 3-metil-4-izopropilfenol için en yüksek ortalama değerler ise 45 mm çapa sahip örneklerde saptanmıştır. Park vd. (2009) tarafından yürütülen çalışmada da mevcut bu çalışmanın bulgularına benzer olarak, tütsüleme işlemi uygulanmış sosislerde 12 farklı uçucu fenol bileşiğinin saptandığı ve fenolik bileşiklerin ürün uçucu profili üzerinde baskın karaktere sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama sürecinde ise tüm fenolik bileşikler açısından en düşük ortalama değerler depolamanın 90. gününde saptanmıştır. Farklı kalibrasyonlara sahip fermente İtalyan sosisleri üzerine yürütülen iki çalışmada da araştırma bulgularının aksine herhangi bir fenolik bileşik saptanmamıştır (Montanari vd., 2016; 2018). Bu durum muhtemelen söz konusu iki çalışmada tütsüleme işlemi uygulanmadığından ileri gelmektedir. Nitekim ısı işlem görmüş sucuklar üzerine yürütülen farklı çalışmalarda da (Armutcu vd., 2020; Yılmaz Oral ve Kaban, 2023; Yılmaz Oral vd., 2024) uçucu bileşik profili içinde fenolik bileşiklere saptanmamıştır.

Lipid oksidasyonu sosislerde saptanan furan bileşiklerinin oluşumunda etkilidir (Berdague vd., 1993). Çalışma kapsamında incelenen örneklerde 8 farklı furan bileşiği saptanmıştır. Furan bileşikleri düşük koku eşik değerine sahip, son ürünün lezzet ve aroma gelişiminde önemli bileşiklerdir (Ordonez vd., 1999). Bu bileşiklerden 1-(2-furanil)-etanon, 4-metil-5H-furan-2-on, furfural, 5-metil-2-furankarboksialdehit ve 3-metil-2(5H)-furanon bileşiklerine ait ortalama değerler incelendiğinde en düşük ortalamanın 60 mm çapa sahip örneklerde olduğu

gözlemlenmektedir. Buna karşın hem 45 mm hem de 50 mm çapa sahip örneklerde furfural, 5-metil- 2-furankarboksialdehit ve 3-metil- 2(5H)-furanon değerleri arasında istatistiki açıdan bir farklılık ($P > 0,05$) gözlemlenmemiştir. Depolama faktörünün örneklere ait furan bileşikleri üzerine etkisi incelendiğinde ise 3-furaldehit hariç diğer tüm bileşiklerin depolama faktöründen çok önemli ($P < 0,01$) seviyede etkilendiği belirlenmiştir. Söz konusu bileşiklere ait ortalama değerler incelendiğinde en düşük ortalama değer depolamanın 90. gününde saptanmıştır. Farklı kalibrasyonlara sahip fermente İtalyan sosisleri üzerine yürütülen iki çalışmada ise herhangi bir furan sınıfı bileşik saptanmamıştır (Montanari vd., 2016; 2018).

Armutcu vd. (2020) tarafından yürütülen çalışmada ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda 2-pentil-furan bileşiği saptanmış ve bu bileşiğin uygulanan sıcaklıktaki artışa bağlı daha fazla oluştuğu gözlemlenmiştir. Buna karşın ısıtılmış işlem görmüş sucuklar üzerine yürütülen diğer çalışmalarda (Yılmaz Oral ve Kaban, 2023; Yılmaz Oral vd., 2024) ise herhangi bir furan sınıfı bileşik tespit edilmemiştir.

Terpen sınıfına giren bileşikler fermente sosis üretiminde kullanılan baharatların esansiyel yağlarında bulunmaktadır (Ordonez vd., 1999). Terpenler ısıtılmış işlem görmüş sucukların uçucu bileşik profili içinde önemli bir yere sahiptir (Yılmaz Oral ve Kaban, 2023; Yılmaz Oral vd., 2024). Örneklerde saptanan 9 farklı terpen bileşiği incelendiğinde beta-pinen için en yüksek ortalama değer 50 mm çapa sahip örneklerde belirlenirken en yüksek karyofilen değeri 45 mm çapa sahip örneklerde saptanmıştır. Kumin aldehit bakımından ise en düşük ortalama değer 60 mm çapa sahip örnek gurubunda belirlenmiştir. Diğer gruplar (45 mm ve 50 mm) arasında ise kumin aldehit seviyesi açısından önemli bir farklılık saptanmamıştır. Diğer tüm kimyasal gruplarda gözlemlendiği üzere en düşük ortalama değerler depolamanın 90. gününde belirlenmiştir. Karyofilen ve kumin aldehit için düşüş depolamanın 30. gününden sonra başlarken diğer terpen sınıfı bileşikler için düşüş 60. günden sonra başlamıştır. Üretiminde farklı kalibrasyona sahip fermente İtalyan sosisinin üretildiği iki farklı çalışmada ürün formülasyonunda yer alan baharat çeşitlerinin homojen olmayan dağılım riski nedeniyle saptanan terpen bileşikleri dikkate alınmamıştır (Montanari vd., 2016; 2018).

Araştırma kapsamında belirlenen üç aromatik hidrokarbon bileşiğinden en yüksek ortalama değeri veren tolüen, fenilalaninin katabolizması sonucu oluşmaktadır (Ordonez vd., 1999). 1-metil-4-(1-metiletlenil)-benzen'e ait değerler

incelendiğinde en yüksek ortalama değer 60 mm çapa sahip örneklerde saptanırken, 45 mm ve 50 mm çapa sahip örnekler arasında ise bu bileşik bakımından istatistiki bir farklılık ($P > 0,05$) saptanmamıştır. Çalışmada belirlenen üç aromatik hidrokarbon bileşiği üzerinde de çok önemli ($P < 0,01$) düzeyde etkiye sahip olan depolama süresince tüm aromatik hidrokarbon ortalama kromatografik alanında düşüş saptanmış ve en düşük ortalama değerler depolamanın 90. gününde görölmüştür. Farklı kalibrasyonlara sahip fermente İtalyan sosisleri üzerine yürütölen bir araştırmada ise örneklerin aromatik hidrokarbon içermediği bildirilmiştir (Montanari vd., 2016; 2018). Buna karşın mevcut bu araştırmada olduğu gibi ısıı işlem görmüş sucuk üzerine yürütölen çok sayıda çalışmada aromatik hidrokarbon bileşiği tespit edilmiştir (Armutcu vd., 2020; Yılmaz Oral ve Kaban, 2023; Yılmaz Oral vd., 2024).

Araştırmada üretilen ısıı işlem görmüş sucuk örneklerinin uçucu bileşik profili içinde asit sınıfına giren asetik asit, propanoik asit ve bütanoik asit bileşikleri saptanmıştır. Bu bileşiklerden propanoik asit kılıf çapı faktöründen önemli düzeyde ($P < 0,01$) etkilenmiş ve en yüksek ortalama propanoik asit değeri 45 mm çapına sahip örneklerde belirlenmiştir. Buna karşın farklı kalibrasyonlara sahip fermente İtalyan sosislerde ürün kalibrasyonundaki artış daha yüksek propanoik asit oluşumu ile sonuçlanmıştır (Montanari et al., 2016). Depolama süresince ise örneklerde belirlenen asitlerin seviyelerinde düşüşler gözlenmiş ve en düşük ortalama değerler depolamanın 90. gününde saptanmıştır. Montanari vd. (2018) tarafından yürütölen çalışmada ise farklı kalibrasyona sahip fermente İtalyan sosislerinin fermantasyon süreçlerinin sonunda propanoik ve bütanoik asidin saptanmadığı, asetik asitin ise düşük miktarda tespit edildiği, olgunlaştırma sürecinin sonunda ise asetik asit miktarının küçük kalibrasyona sahip sosislerde daha fazla artış gösterdiği rapor edilmiştir. Aynı araştırmada propanoik ve bütanoik asidin sadece geniş kalibrasyona sahip ürünlerde saptandığı da bildirilmiştir.

Çizelge 4.37: Tütsülenmiş ısı işlem görmüş sucuk örneklerinin kılıf çapı ve depolama süresi değişkenlerine ait uçucu bileşik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Uçucu Bileşikler	Kılıf Çapı			Depolama Süresi			
	45 mm	50 mm	60 mm	0. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün
<u>Aldehit</u>							
Nonanal	8,54±2,60b	8,06±2,90b	7,06±2,09a	9,09±1,43b	8,94±1,14b	9,53±1,30b	3,98±0,67a
<u>Keton</u>							
2-Bütanon	6,24±1,65b	4,52±3,08a	4,54±2,99a	7,06±1,80c	5,78±1,36b	5,85±1,37b	1,71±2,59a
1-hidroksi-2-Propanon	10,05±4,35a	10,09±4,01a	13,71±6,60b	15,11±3,73c	13,76±3,33bc	12,02±4,06b	4,26±0,69a
1-Hidroksi-2-bütanon	7,95±3,23b	7,05±3,03a	6,97±3,39a	10,46±1,64d	8,56±1,16c	7,66±1,16b	2,61±0,64a
2-metil-2-siklopenten-1-on	5,61±2,39ab	6,15±2,89b	4,87±1,98a	7,32±1,95c	6,29±1,30b	6,41±1,55bc	2,16±0,31a
2,3-dimetil-2- siklopenten -1-on	4,31±1,49a	4,68±1,45b	4,81±1,80b	5,54±0,63c	5,13±0,44b	5,63±0,33c	2,08±0,52a
2-hidroksi-3-metil-2- siklopenten-1-on	13,91±6,51b	13,02±5,02b	11,27±4,95a	16,38±1,56b	15,38±2,63b	14,61±4,45b	4,57±0,96a
Asetofenon	1,21±0,78a	1,07±0,69a	1,01±0,68a	1,53±0,36b	1,50±0,27b	1,36±0,38b	0,00±0,00a
<u>Alkol</u>							
Etanol	18,99±6,36a	22,73±9,45b	17,76±10,96a	30,56±5,05c	23,44±7,91b	12,53±2,72a	12,78±2,82a
2-Bütoksi-etanol	4,67±1,70a	3,79±1,43a	4,16±1,76a	4,79±0,89b	5,04±1,16b	4,62±1,97b	2,36±0,60a
<u>Ester</u>							
2-Bütoksietil asetat	2,43±1,05b	1,94±0,75a	2,08±0,98a	2,87±0,32c	2,73±0,49c	2,19±0,65b	0,82±0,31a
<u>Fenol</u>							
Fenol	10,36±3,86ab	11,18±4,11b	9,47±3,53a	12,22±1,70b	12,24±1,51b	12,47±2,17b	4,42±0,77a
2-metoksi-fenol	24,37±7,65a	28,64±8,68b	27,04±9,36b	30,73±3,14bc	33,08±3,50c	29,65±4,20b	13,28±1,49a
2-metil-fenol	4,64±1,91a	4,46±1,52a	5,36±2,73b	6,51±1,44c	6,05±1,16c	4,91±0,66b	1,80±0,25a
3-metil-fenol	11,18±4,55a	11,09±3,92a	10,15±4,62a	14,49±2,43c	12,65±1,75b	11,80±1,55b	4,29±0,79a

Çizelge 4.37. (Devamı) Tütsülenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuk örneklerinin kılıf çapı ve depolama süresi değişkenlerine ait uçucu bileşik ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Uçucu Bileşikler	Kılıf Çapı			Depolama Süresi			
	45 mm	50 mm	60 mm	0. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün
2-metoksi-3-metilfenol	5,97±2,66b	3,86±1,51a	4,09±2,06a	6,21±1,89c	5,91±2,11c	4,36±1,27b	2,07±1,01a
2,4-dimetil-fenol	4,18±1,85ab	4,42±1,57b	3,79±1,74a	5,67±0,70c	4,68±0,81b	4,62±0,72b	1,55±0,40a
2-metoksi-4-metil-fenol	15,79±6,19a	16,57±6,70a	14,87±7,25a	21,56±2,43d	18,92±4,49c	16,25±4,46b	6,55±1,45a
3-etil-fenol	2,92±1,81a	2,77±1,93a	2,82±1,93a	4,40±0,90c	3,51±0,73b	3,45±0,87b	00,0±0,00a
4-etil-2-metoksi-fenol	4,17±0,92a	5,66±1,61b	6,33±2,96b	6,98±2,30c	6,02±1,28bc	5,44±1,71b	3,10±1,18a
3-mMetil-4-izopropilfenol	22,81±18,32b	15,67±8,18a	12,77±6,38a	30,65±15,95d	19,22±1,80c	14,82±3,21b	3,65±0,71a
2,6-dimetoksifenol	8,20±4,12a	9,09±4,74a	8,37±5,34a	14,39±2,97c	8,62±2,15b	8,53±1,72b	2,68±0,68a
<u>Furan</u>							
Furfural	16,71±8,76b	16,82±9,64b	13,11±8,37a	25,89±2,68d	19,35±3,80c	13,69±3,16b	3,25±0,78a
Furanmetanol	22,76±6,77a	22,46±6,17a	23,06±8,60a	25,11±5,14b	26,13±6,03b	25,77±5,75b	14,02±2,52a
1-(2-furanil)- etanon	9,37±4,50ab	10,48±4,43b	8,79±3,85a	12,40±1,83b	11,48±2,00b	11,22±2,43b	3,09±0,79a
2(5H)-Furanon	5,53±2,56ab	5,01±2,42a	5,62±3,21b	7,44±1,70c	7,10±0,97c	5,39±1,84b	1,60±0,21a
5-metil-2-furankarboksialdehit	11,10±3,77b	11,29±3,94b	9,20±3,75a	13,57±1,13c	12,26±1,99bc	11,50±2,61b	4,80±0,80a
3-metil-2(5H)-furanon	5,75±2,46b	5,20±2,62b	4,12±2,03a	6,45±1,62b	5,86±1,71b	5,86±2,18b	1,92±0,77a
3-Furaldehit	2,61±0,41ab	2,75±0,55b	2,35±0,30a	2,73±0,60a	2,54±0,36a	2,49±0,39a	2,51±0,47a
4-metil-5H-furan-2-on	2,17±1,39b	1,85±1,15a	1,76±1,10a	2,73±0,50c	2,63±0,47bc	2,34±0,37b	0,00±0,00a
<u>Terpen</u>							
alfa-pinen	13,87±1,23a	14,52±2,68a	14,11±2,77a	15,09±2,90b	14,80±1,44ab	14,32±2,56ab	12,47±1,04a
beta-pinen	20,84±4,27a	23,57±5,85b	20,66±5,13a	24,16±3,14b	24,65±4,74b	22,96±3,75b	15,00±1,88a
beta-myrcene	16,44±2,20a	17,63±4,22a	17,95±2,51a	18,72±3,04b	17,74±2,89b	18,48±1,95b	14,41±2,63a

Çizelge 4.37. (Devamı) Tütsülenmiş ısıtılmış sucuk örneklerinin kılıf çapı ve depolama süresi değişkenlerine ait uçucu bileşik ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Uçucu Bileşikler	Kılıf Çapı			Depolama Süresi			
	45 mm	50 mm	60 mm	0. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün
3-karen	42,11±15,54a	45,14±16,81a	44,23±15,15a	51,01±6,20b	51,67±13,16b	50,04±11,98b	22,57±3,02a
D-limonen	77,45±19,86a	78,31±19,85a	81,84±26,35a	91,52±8,66b	89,89±8,43b	90,91±7,21b	44,48±6,90a
beta-cymene	24,11±7,50a	24,68±7,32a	25,08±8,34a	28,10±2,86b	27,77±5,14b	28,99±5,03b	13,64±2,35a
gama terpinene	7,36±3,27a	8,04±2,97a	7,60±2,85a	9,19±0,64b	9,47±1,70b	8,85±2,00b	3,15±0,51a
Karyofilen	20,03±12,87b	13,20±4,97a	13,70±6,49a	25,64±11,14c	16,09±3,29b	14,76±3,20b	6,08±1,18a
Kumin aldehit	22,93±13,57b	21,52±11,38b	18,06±9,93a	37,12±7,24c	20,94±2,11b	18,08±3,39b	7,23±1,49a
<u>Aromatik hidrokarbon</u>							
Toluen	13,53±7,31a	12,73±7,23a	10,92±4,68a	18,09±3,28c	13,68±6,10b	12,78±5,61b	5,01±1,30a
p-ksilen	4,02±1,13a	4,20±1,43b	3,95±1,38	5,08±0,44c	4,76±0,93bc	4,21±0,44b	2,18±0,50a
1-metil-4-(1-metiletenil)-benzen	3,70±1,14a	3,92±1,02a	4,77±1,59b	4,68±0,93b	4,68±0,68b	4,85±1,03b	2,30±0,45a
<u>Asit</u>							
Asetik asit	40,42±16,37a	36,77±15,44a	42,66±20,46a	58,28±14,04d	46,26±6,85c	35,68±11,75b	19,60±2,75a
Propanoik asit	6,21±3,59b	4,36±2,04a	4,00±1,82a	7,85±2,69d	5,60±1,83c	3,84±0,98b	2,13±0,65a
Bütanoik asit	4,13±1,18a	4,96±1,58b	4,57±1,95ab	5,85±1,27c	4,97±1,10b	4,86±1,12b	2,54±0,53a

5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma, farklı kalibrasyondaki kılıf kullanımı ve soğukta muhafaza süresinin, tütülenmiş ve dilimlenmiş ısıtılmış işlem görmüş sucuğun mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla kurulmuş ve yürütülmüştür. Isıtılmış işlem görmüş sucuk hamurları hazırlanmış ve 3 farklı (45, 50 ve 60 mm çap) kalibrasyona sahip kılıflara dolun yapılmıştır. Tüm gruplara soğuk tütüleme işleminden sonra fermentasyon (24 °C'lik başlangıç fermentasyon sıcaklığı, pH<5), ısıtılmış işlem/tütüleme (60°C'lik iç sıcaklık) ve kurutma uygulanmıştır. Bu şekilde üretilen muamele grupları, kılıflar soyulduktan sonra dilimlenerek modifiye atmosfer koşullarda (%70 N₂ ve %30 CO₂) ambalajlanmış ve 4 °C'de 3 ay süre ile muhafaza edilmiştir. Muhafazanın belirli günlerinde (0, 30, 60 ve 90) alınan örnekler fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizlere tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar istatistiksel analizlere tabi tutulmuş ve değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında aşağıda verilen genel sonuç ve önerilere varılmıştır:

1. Isıtılmış işlem görmüş sucuk gibi yarı-kuru fermente sosislerde, fermentasyon aşamasındaki pH düşüşü hem ürün güvenliği hem de duyuşsal özellikler açısından büyük önem arz etmektedir. Fermentasyondan sonra uygulanan ısıtılmış işlem sırasında pH değerinde az da olsa bir artış olmaktadır. Kurutmada ise önemli bir değişim gözlenmemektedir. Mevcut bu araştırmada kılıf çapı faktörünün pH değeri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P > 0,05$). Ancak depolamanın 90. gününde pH değerinde artış olmuştur ($P < 0,05$). Bu sonuç muhtemelen bazı karakterdeki bileşiklerin oluşumu ve/veya laktik asit ya da diğer organik asitlerin parçalanmasından kaynaklanmaktadır.
2. Isıtılmış işlem görmüş sucuk gibi yarı-kuru fermente sosislerde a_w değeri 0,90-0,95 aralığında değişmektedir. Ayrıca bu ürünlere 60-68 C'lik iç sıcaklık esas alınarak bir ısıtılmış işlem programı da uygulanmaktadır. Mevcut bu çalışmada fermentasyon sırasında soğuk tütüleme, ısıtılmış işlem sırasında ise sıcak tütüleme uygulanmıştır. Isıtılmış işlemde iç sıcaklık ie 60 °C olarak uygulanmıştır. Deneme sucuklarının a_w değeri üzerinde kılıf çapı faktörü çok

önemli ($P < 0,01$) düzeyde etkili olmuş ve en düşük a_w değerini 45 mm kılıf çapına sahip muamele grubu vermiştir. Kılıf çapı arttıkça a_w değeri artmıştır. Depolama sırasında ise a_w değerinde önemli ($P > 0,05$) bir değişim gözlenmemiştir.

3. Lipit oksidasyonunun önemli bir göstergesi olan TBARS değeri üzerinde hem kılıf çapı hem de depolama süresi çok önemli ($P < 0,01$) düzeyde etki göstermiştir. En yüksek ortalama değeri, 0,75 mg MDA/kg ile 45 mm kılıf çapına sahip A grubu vermiştir ($P < 0,05$). Depolama sırasında ise süre ilerledikçe TBARS değeri artış göstermiş ve depolama sonunda 0,76 mg MDA/kg düzeyinde bir ortalama değer vermiştir ($P < 0,05$). Diğer taraftan kılıf çapı x depolama süresi interaksyonu, TBARS değeri üzerinde etkili olmamıştır. Diğer bir ifadeyle her bir muamele grubu depolama süresince benzer bir değişim göstermiştir.
4. Renk, diğer gıdalarda olduğu gibi et ürünleri için de önemli bir kalite kriteridir. Çalışmada örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri ölçülmüştür. Kılıf çapı faktörü, L^* ($P < 0,01$) ve a^* ($P < 0,05$) değeri üzerinde etkili olurken depolama sırasında renk parametreleri açısından önemli bir değişim gözlenmemiştir ($P > 0,05$). Faktörler arasındaki interaksiyon da bu parametreler üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P > 0,05$). Parlaklığın göstergesi olan L^* değeri için en yüksek ortalama 60 mm çapa sahip muamele grubunda belirlenmiştir ($P < 0,05$).
5. Isıl işlem görmüş sucuk gibi ürünlerde nitrit önemli bir katkı maddesidir. Ancak bu katkı maddesinin kanserojenik nitrozaminlerin oluşumunda rol oynadığından fermente sosislerde kalıntı nitrit miktarının mümkün olduğunca düşük olması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada tüm gruplarda kalıntı nitrit içeriği 10 mg/kg'ın altında bulunmuştur. En yüksek ortalama değeri 60 mm çapa sahip grup vermiştir. Depolama sırasında ise süre ilerledikçe kalıntı nitrit içeriği düşüş göstermiştir. Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinde kalıntı nitrit seviyesinin düşük olması, laktik asit bakterilerinin sebep olduğu asitleşmenin nitritin parçalamasını hızlandırmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.
6. Fermente sosislerde laktik asit bakterileri ve Gram pozitif-katalaz pozitif koklar teknolojik açıdan iki önemli mikroorganizma grubudur. Isıl işlem görmüş sucukta starter olarak kullanılan laktik asit bakterileri ve spontan

laktik asit bakterileri, fermentasyon sırasında iyi bir gelişme göstermektedir. Mikrokok-stafilokoklar ise fermentasyon sırasındaki asitleşmeye bağlı olarak bir gelişim göstermektedir. Yarı-kuru fermente sosis çeşidi olan ısıtılmış sucukta fermentasyondan sonra uygulanan ısıtılmanın yoğunluğuna bağlı olarak bu mikroorganizmalarda redüksiyon söz konusu olmaktadır. Bu çalışmada da son üründe her iki mikroorganizma grubunda da ısıtılma dolayısıyla son üründe sucuk gibi kuru fermente ve ısıtılma uygulanmayan ürünlere göre daha düşük sayılar tespit edilmiştir. Laktik asit bakteri sayısı açısından en düşük ortalama 45 mm çaplı muamele grubunda belirlenmiştir ($P < 0,05$). En yüksek ortalama değeri ise C muamelesi (60 mm) vermiştir ($P < 0,05$). Depolama sırasında ise ilk 60 günde laktik asit bakteri sayısı artış göstermiştir ($P < 0,05$). *Micrococcus/Staphylococcus* açısından da en düşük ortalama değer, 45 mm çaplı muamele grubunda belirlenmiştir ($P < 0,05$). Depolama sırasında ise değişim olmamıştır ($P > 0,05$).

7. Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış sucuk örneklerinde depolama süresince Enterobacteriaceae sayısı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Bu familyaya giren mikroorganizmalar genellikle ısıya hassas olduğundan ısıtılma sırasında önemli ölçüde redüksiyona uğramaktadır. Diğer taraftan ısıtılma hassas diğer bir mikroorganizma grubu olan maya ve küfler de depolama süresince saptanabilir sınırın altında bulunmuştur.
8. Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen tütülenmiş ısıtılmış sucuk örnekleri hem depolama başlangıcında hem de depolama süresince duyu analize tabi tutulmuştur. Kılıf çapı faktörü renk, tat ve genel kabul edilebilirlik üzerinde çok önemli ($P < 0,01$) derecede etkili olmuştur. Tat ve genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek ortalamaları 50 mm çaplı grup vermiştir ($P < 0,05$). Depolama sırasında ise duyu parametrelerinde istatistik açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($P > 0,05$).
9. Farklı kalibrasyonlar kullanılarak üretilen ısıtılmış tütülenmiş sucuk örneklerinde aldehitler, ketonlar, alkoller, esterler, fenoller, furanlar, terpenler, aromatik hidrokarbonlar ve asitler olmak üzere 9 farklı kimyasal gruba dahil toplam 45 uçucu bileşik belirlenmiştir.
10. Kılıf çapı faktörü, depolama faktörüne göre uçucu bileşikler üzerinde daha az etkili olmuştur. Kılıf çapı faktöründen 25 bileşik ($P < 0,05$ veya $P < 0,01$),

depolama faktöründen ise 43 bileşik ($P < 0,05$) etkilenmiştir.

11. Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinde aldehit olarak belirlenen nonanal seviyesi, kılıf çapı arttıkça düşüş göstermiştir. Bu bileşik depolama sonunda da en düşük ortalama değeri vermiştir. Depolamanın sonunda ketonlar da daha düşük ortalama değerler vermiştir. Ketonların önemli bir kısmı 60 mm çaplı ürün grubunda da daha düşük ortalama değerler göstermiştir ($P < 0,05$). Depolama sırasında etanol seviyesi de 60. güne kadar önemli ölçüde azalmıştır ($P < 0,05$). 2-bütoksietil asetat ise en yüksek ortalama değeri 45 mm ürün grubunda vermiştir ($P < 0,05$). Bu bileşik depolama süresi arttıkça düşüş göstermiş ve en düşük ortalama değer 60. günde belirlenmiştir ($P < 0,05$).
12. Tütsüleme işlemi, ısıl işlem görmüş sucuğun uçucu profiline fenoller aracılığıyla önemli katkıda bulunmuştur. Örneklerde 11 uçucu bileşik belirlenmiştir. Kılıf çapı arttıkça genellikle fenollerin seviyesinde azalma görülmüştür. Ancak bu bileşikler depolama faktöründen oldukça fazla etkilenmiştir ve belirlenen tüm fenoller için depolama faktörü açısından en düşük değerler depolamanın sonunda belirlenmiştir ($P < 0,05$).
13. Isıl işlem görmüş tütsülenmiş sucuk örneklerinde 8 farklı furan bileşiği tespit edilmiştir. Düşük koku eşik değerlerine sahip olan bu bileşikler, ürünün lezzet ve aroma gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Bu bileşikler açısından da depolama daha etkili olmuş ve depolama sonunda genellikle düşük değerler saptanmıştır.
14. Isıl işlem görmüş sucuğun uçucu bileşik profilinde terpenler önemli bir paya sahiptir. Bu çalışmada da 9 farklı terpen bileşiği belirlenmiştir. Kılıf çapı faktörü bu bileşikler üzerinde genellikle önemli bir etki göstermemiştir. Depolamada ise diğer kimyasal gruplarda olduğu gibi 90. gün genellikle daha düşük değerler vermiştir.
15. Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinde belirlenen asitler (asetik asit, propanoik asit, bütanoik asit), depolama sonunda önemli derecede düşüş göstermiştir ($P < 0,01$). Kılıf çapları arasında ise asetik asit açısından önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($P > 0,05$). 45 mm çaplı grup propanoik asit açısından en yüksek değeri vermiştir ($P < 0,01$).
16. Çalışmada 3 aromatik hidrokarbon tespit edilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe genellikle düşüşler gözlemlenmiş ve en düşük değerler 90. günde

saptanmıştır.

Sonuç olarak tütülenmiş ısıtılmış sucuk üretiminde farklı kalibrasyona sahip kılıf kullanımının ürünün pH değeri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı, kılıf çapı arttıkça a_w değerinin arttığı, TBARS değerinin düştüğü, tütülenmeden dolayı fenollerin uçucu bileşik profiline önemli katkıda bulunduğu, depolamanın ilerlemesiyle (özellikle 90. günde) genellikle uçucu bileşiklerin seviyelerinde azalma olduğu ve tat ve genel kabul edilebilirlik duyuşsal parametreleri açısından en iyi sonucu 50 mm kılıf çapının verdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre farklı kılıf çapı kullanımı, ürün özelliklerinde değişikliklere neden olduğundan üretimlerde kılıf çapı faktörünün de göz önünde bulundurulması gerektiği kanaatine varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Ahn, D.U., and Min, B.** (2007). Packaging and storage. In F. Toldrá (Ed.). *Fermented Meat and Poultry*. Oxford, UK: Blackwell Publishing,.
- Ameer, A., Seleshe, S. and Kang, S. N.** (2022). Effect of modified atmosphere packaging varying in CO₂ and N₂ composition on quality characteristics of dry fermented sausage during refrigeration storage. *Food Science of Animal Resources*, 42(4), 639.
- Anonim,** (2007). Isıl İşlem Görmüş Sucuk Benzeri Ürün. *Türk Standartları Enstitüsü* (TS 13297).
- Anonim,** (2012). *Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği*. Tebliğ No: 2012/74. Sayı: 28488. Ankara.
- Anonim,** (2019). *Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği* (Sayı: 30670). Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Armutçu, Ü., Hazar, F.Y., Yılmaz Oral, Z.F., Kaban, G. and Kaya, M.** (2020). Effects of different internal temperature applications on quality properties of heat-treated sucuk during production. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(6), 1-8.
- Baumgart, J., Eigener, V., Firnhaber, J., Hildebrant, G., Reenen Hoekstra, E.S., Samson, R.A., Spicher, G., Timm, F., Yarrow, D. and Zschaler, R.** (1993). *Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln* (3., aktualisierte und erw. Aufl.), Hamburg, Germany.
- Berdagué, J. L., Monteil, P., Montel, M. C. and Talon, R.** (1993). Effects of starter cultures on the formation of flavour compounds in dry sausage. *Meat Science*, 35(3), 275-287.
- Bilenler, T., Karabulut, I., and Candogan, K.** (2017). Effects of encapsulated starter cultures on microbial and physicochemical properties of traditionally produced and heat treated sausages (sucuks). *LWT*, 75, 425-433.
- Caplice, E. and Fitzgerald, G. F.** (1999). Food fermentations: Role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2), 131-149.
- Coşkuner, Ö., Ertaş, A. H., and Soyer, A.** (2010). The effect of processing method and storage time on constituents of Turkish sausages (sucuk). *Journal of food processing and preservation*, 34, 125-135.
- Çakır, M.A., Kaya, M., and Kaban, G.** (2013). Effect of heat treatment on the volatile compound profile and other qualitative properties of sucuk. *Fleischwirtschaft International*, 5, 69-74.
- Dalmış, U. ve Soyer, A.** (2008). Effect of processing methods and starter culture (*Staphylococcus xylosus* and *Pediococcus pentosaceus*) on proteolytic

- changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage. *Meat Science*, 80(2), 345-354.
- De Souza, J., Ahmed, R., Strange, P., Barbut, S., and Balamurugan, S.** (2018). Effect of caliber size and fat level on the inactivation of *E. coli* O157: H7 in dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 266, 167-172.
- Djinovic, J., Popovic, A., and Jira, W.** (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in different types of smoked meat products from Serbia. *Meat Science*, 80(2), 449-456.
- Djordjevic, J., Pecanac, B., Todorovic M., Dokmanovic M., Glamoclijaa M., Tadic V., and Baltic M.** (2015). Fermented Sausage Casings. *Procedia Food Science*, 5, 69 – 72.
- Dong, Q. L., Tu, K., Guo, L. Y., Yang, J. L., Wang, H., and Chen, Y. Y.** (2007). The effect of sodium nitrite on the textural properties of cooked sausage during cold storage. *Journal of Texture Studies*, 38(5), 537-554.
- Ercoşkun, H., Tağı, Ş. and Ertaş, A. H.,** (2010). The effect of different fermentation intervals on the quality characteristics of heat-treated and traditional sucuks. *Meat Science*, 85(1), 174–181.
- European Commission (EC),** (2006). Regulation No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs Off. J. *Eur. Union L*, 364(2006), 1-40.
- European Food Safety Authority (EFSA),** (2008). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in food: scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *Eur. Food Saf. Auth. J.*, 724, 1-114.
- Farhadian, A., Jinap, S., Hanifah, H. N. and Zaidul, I. S.** (2011). Effects of meat preheating and wrapping on the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in charcoal-grilled meat. *Food chemistry*, 124(1), 141-146.
- Feiner, G.** (2006). Meat composition and additives. In: *Meat Products Handbook Practical Science and Technology*. New York: CRC Press.
- Filipovic, J. and Toth, L.** (1971). Polycyclische Kohlenwasserstoffe in geraucherten jugoslawischen Fleischwaren. *Fleischwirtschaft*, 51, 1323e1325.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M.,Tülek Y. ve Zorba, Ö.,** (2010). *Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu*. Erzurum: Atatürk Üniv. Yayınları.
- Harper, B. A., Barbut, S., Lim, L. T., and Marccone, M. F.** (2012). Microstructural and textural investigation of various manufactured collagen sausage casings. *Food Research International*, 49(1), 494-500.
- Heinz, G., and Hautzinger, P.** (2007). *Meat processing technology for small to medium scale producers*. RAP Publication (FAO).
- Heir, E., Holck, A. L., Omer, M. K., Alvseike, O., Høy, M., Måge, I., and Axelsson, L.** (2010). Reduction of verotoxigenic *Escherichia coli* by process and recipe optimisation in dry-fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 141(3), 195-202.
- Hitzel, A., Pöhlmann, M., Schwägele, F., Speer, K., and Jira, W.** (2013). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in meat

products smoked with different types of wood and smoking spices. *Food chemistry*, 139(1-4), 955-962.

- Honikel, K.O.** (2009). Oxidative Changes and Their Control in Meat and Meat Products. In F. Toldrá (Ed.) *Safety of meat and processed meat*. New York, NY, USA: Springer.
- Huang, L., Wang, Y., Li, R., Wang, Q., Dong, J., Wang, J., and Lu, S.** (2021). Thyme essential oil and sausage diameter effects on biogenic amine formation and microbiological load in smoked horse meat sausage. *Food Bioscience*, 40, 100885.
- International Agency for Research on Cancer (IARC).** (2012). *International Agency for Research on Cancer Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans* (Vol. 100). Lyon, France: WHO.
- Issenberg, P., Kornreich, M. R., and Lustre, A. O.** (1971). Recovery of phenolic wood smoke components from smoked foods and model systems. *Journal of Food Science*, 36(1), 107-109.
- Kaban, G.** (2009). Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastırma processing. *Meat Science*, 82(1), 17-23.
- Kaban, G. and Kaya, M.** (2008). Identification of lactic acid bacteria and Gram-positive catalase-positive cocci isolated from naturally fermented sausage (sucuk). *Journal of Food Science*, 73(8), M385-M388.
- Kaban, G. and Kaya, M.** (2009). Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosus* on the quality characteristics of dry fermented sausage "sucuk". *Journal of Food Science*, 74(1), S58-S63.
- Kafouris, D., Koukkidou, A., Christou, E., Hadjigeorgiou, M., and Yiannopoulos, S.** (2020). Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in traditionally smoked meat products and charcoal grilled meat in Cyprus. *Meat Science*, 164, 108088.
- Kaya, M. and Aksu, M. I.** (2005). Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on some quality characteristics of sliced 'sucuk' produced using probiotics culture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(13), 2281-2288.
- Kaya, M., Güllüce, M., Kaban, G., Çınar, K., Karadayı, M., Bozoğlu, C., Sayın, B. ve Alaylar, B.** (2015). *Geleneksel sucuklardan izole edilen laktik asit bakteri ve koagülaz negatif stafilokok suşlarının starter kültür olarak kullanım imkânları*. TAGEM-13/ARGE/7 (Gelişme Raporu). Ankara: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Kaya, M. and Kaban, M.** (2019). Fermente et ürünleri. N. Aran (Ed.) *Gıda Biyoteknolojisi içinde* (7. Basım). İstanbul: Nobel Yayıncılık.
- Keller, J. E., Skelley, G. C., and Acton, J. C.** (1974). Effect of meat particle size and casing diameter on summer sausage properties during drying. *Journal of Food Protection*, 37(2), 101-106.
- Kim, D. Y., Han, G. T., and Shin, H. S.** (2021). Adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by cellulosic aerogels during smoked pork sausage manufacture. *Food Control*, 124, 107878.

- Kos, I., Zgomba Maksimović, A., Zunabović-Pichler, M., Mayrhofer, S., Domig, K. J., and Mrkonjić Fuka, M.** (2019). The Influence of Meat Batter Composition and Sausage Diameter on Microbiota and Sensory Traits of Artisanal Wild Boar Meat Sausages. *Food technology and biotechnology*, 57(3), 378-387.
- Lemon, D.W.** (1975). *An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular* (No: 21). Halifax, Nova, Scotia: Halifax-Laboratory.
- Lücke, F.K.** (1998). Fermented Sausages. In B.J.B. Wood (ed) *Microbiology of fermented foods* (pp.1-34), Boston, MA: Springer.
- Lücke, F.K.** (2017). Fermented Meat Products—An Overview. In N. Zdolec (Ed.) *Fermented Meat Products-Health Aspects* (pp: 1-14), Boca Raton, FL, USA: CRC press.
- Mancini, R. A. and Hunt, M.** (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, 71(1), 100-121.
- Min, B., R., Nam, K.C., Cordray, J.C., and Ahn, D.U.** (2008). *Factors affecting oxidative stability of pork, beef and chicken meat*. Animal Industry Report: AS 654, ASL R2257.
- Montanari, C., Bargossi, E., Gardini, A., Lanciotti, R., Magnani, R., Gardini, F., and Tabanelli, G.** (2016). Correlation between volatile profiles of Italian fermented sausages and their size and starter culture. *Food Chemistry*, 192, 736-744.
- Montanari, C., Gatto, V., Torriani, S., Barbieri, F., Bargossi, E., Lanciotti, R., ... and Gardini, F.** (2018). Effects of the diameter on physico-chemical, microbiological and volatile profile in dry fermented sausages produced with two different starter cultures. *Food bioscience*, 22, 9-18.
- Ellen, G., Eqmond, E., and Sahertian, E.T.** (1986). N-nitrosamines and Residual Nitrite in Cured Meats from the Dutch Market. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 182(1), 14-18.
- Ockerman, H.V. and Basu, L.** (2007). Production and consumption of fermented meat product. In F. Toldrá (Ed.), *Handbook of fermented meat and poultry* (pp. 9-16). USA: Blackwell Publishing Professional.
- Olivares, A., Navarro, J. L. and 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(4), 1464-1472.
- Ordóñez, J. A., Hierro, E. M., Bruna, J. M., and Hoz, L. D. L.** (1999). Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical reviews in food science and nutrition*, 39(4), 329-367.
- Park, S. Y., Yoo, S. S. and Chin, K. B.** (2009). Flavour profiles of low-fat comminuted sausages as affected by the addition of various sugars in combined with 0.1 m lysine. *International journal of food science & technology*, 44(9), 1786-1792.
- Sancak, Y. C., Ekici, K., and İşleyici, Ö.** (2008). Fermente Türk sucuğu ve pastırmalarda kalıntı nitrat ve nitrit düzeyleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(1), 41-45.

- Simko, P.** (2009). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Smoked Meats. In F. Toldrá (Ed.) *Safety of meat and processed meat*. New York, NY, USA: Springer.
- Stegmayer, M. Á., Sirini, N. E., Ruiz, M. J., Soto, L. P., Zbrun, M. V., Lorenzo, J. M., ... and Frizzo, L. S.** (2023). Effects of lactic acid bacteria and coagulase-negative staphylococci on dry-fermented sausage quality and safety: Systematic review and meta-analysis. *Meat Science*, 206, 109337.
- Supavititpatana, T. and Apichartsrangkoon, A.** (2007). Combination effects of ultra-high pressure and temperature on the physical and thermal properties of ostrich meat sausage (yor). *Meat Science*, 76(3), 555-560.
- Tayar, M.** (1989). *Yerli sucuklarımızın pastörize olarak üretilmeleri üzerine bir araştırma* (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/694269>
- Toptancı, İ. and Ercoşkun, H.** (2017). Physicochemical and microbiological properties of sucuk produced with different heat treatment temperatures. *Academic Food Journal*, 15(4), 344-349.
- Toth, L.** (1973). *Einfluss verschiedener Verfahren des Raucherns und Grillens auf den Gehalt von Fleisch und Fleischerzeugnissen an cancerogenen Stoffen* [Influence of different smoking and grilling methods on the carcinogenic substances content of meat and meat products]. DFG Abschlussbericht: Teil I. DFG. Final Report: Part I ("title in German").
- Vignolo, G., Fontana, C., and Fadda, S.** (2010). Semidry and Dry Fermented Sausages. F. Toldra (Ed.), *Handbook of meat processing* (pp. 379-398). Blackwell publishing, USA.
- Wang, F. S., Jiang, Y. N., and Lin, C. W.** (1995). Lipid and cholesterol oxidation in Chinese-style sausage using vacuum and modified atmosphere packaging. *Meat Science*, 40(1), 93-101.
- Uram, G., Carpenter, J. A., and Reagan, J. O.** (1981). Effects of particle size, casing diameter, and addition of emulsions and residual nitrite on quality attributes of cooked salami. *Journal of Food Science*, 46(3), 842-844.
- Yalınkılıç, B., Kaban, G., and Kaya, M.** (2012). The effects of different levels of orange fiber and fat on microbiological, physical, chemical, and sensorial properties of sucuk. *Food Microbiology*, 29(2), 255-259.
- Yalınkılıç, B., Kaban, G., Ertekin, Ö., and Kaya, M.** (2015). Determination of volatile compounds of sucuk with different orange fiber and fat levels. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(2), 233-239.
- Yılmaz Oral, Z. F., and Kaban, G.** (2021). Effects of autochthonous strains on volatile compounds and technological properties of heat-treated sucuk. *Food Bioscience*, 43, 101140.
- Yılmaz Oral, Z. F., and Kaban, G.** (2023). The effect of black garlic on the volatile compounds in heat-treated sucuk. *Foods*, 12(20), 3876.
- Yılmaz Oral, Z. F., and Sallan, S.** (2023). Evaluation of Quality Characteristics of Commercial Fermented Sausages (Sucuk and Heat-Treated Sucuk). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(10), 1855-1861.

Yılmaz Oral, Z. F., Kaya, M., and Kaban, G. (2024). Using Celery Powder in a Semi-Dry Fermented Sausage 'Heat-Treated Sucuk': Nitrosamine Formation, Lipid Oxidation, and Volatile Compounds. *Foods*, 13(20), 3306.



ÖZGEÇMİŞ

ÖĞRENİM DURUMU

- **Lisans** : 2013, Koç Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası İlişkiler Bölümü (İngilizce)

