



TC

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ



**OLEOJELLERİN TÜRK SUCUĞU ÜRETİMİNDE HAYVANSAL
YAĞ İKAMESİ OLARAK KULLANILMASI**

Buse TOKSÖZ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

TC
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

OLEOJELLERİN TÜRK SUCUĞU ÜRETİMİNDE
HAYVANSAL YAĞ İKAMESİ OLARAK
KULLANILMASI

Buse TOKSÖZ

Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğı Tarih: 21/01/2020

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Emin YILMAZ

ÇANAKKALE

Buse TOKSÖZ tarafından Prof. Dr. Emin YILMAZ yönetiminde hazırlanan ve 21/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Oleojellerin Türk Sucuğu Üretiminde Hayvansal Yağ İkamesi Olarak Kullanılması**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Emin YILMAZ

.....

Başkan

Doç. Dr. Hüseyin AYVAZ

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Buket AYDENİZ GÜNEŞER

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: 217O094

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Buse TOKSÖZ

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Emin YILMAZ'a, jüri üyesi hocalarım Doç. Dr. Hüseyin AYVAZ'a ve Dr. Öğr. Üyesi Buket AYDENİZ GÜNEŞER'e, tez çalışması sürecinde yardımlarını aldığım Arş. Gör. Selçuk OK hocama, Prof. Dr. Yonca YÜCEER'e, Eda KESKİN USLU ve Arş. Gör. Merve ÇELEBİ UZKUÇ'a, proje desteği sağlayan TÜBİTAK'a, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen, hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme, Ceren ÖZ'e ve Muhammet DURKUT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Buse TOKSÖZ
Çanakkale, Ocak 2020

SİMGELER VE KISALTMALAR

kg	Kilogram
g	Gram
%	Yüzde oranı
mg	Miligram
mL	Mililitre
sn	Saniye
dk	Dakika
mm	Milimetre
cm	Santimetre
kDa	Kilodalton
N	Normalite
C	Karbon
Fe	Demir
P	Fosfor
Zn	Çinko
Mg	Magnezyum
a _w	Su aktivitesi
Hz	Hertz
meq	Miliekivalent gram
cP	Centipoise
w	Weight-Ağırlık
O ₂	Oksijen
HCl	Hidroklorik asit
KOH	Potasyum hidroksit
NaOH	Sodyum hidroksit
T _m	Erime sıcaklığı
ΔH _m	Erime entalpisi
nm	Nanometre
GC	Gas Chromatography- Gaz Kromatografisi
DSC	Differential Scanning Calorimetry- Diferansiyel Taramalı Kalorimetre

G'	Depolama modülü
G''	Kayıp modülü
m	Mass- Kütle
V	Volume- Hacim
SYA	Serbest yağ asitliği
PV	Peroksit sayısı
AOCS	American Oil Chemist's Society-Amerikan Yağ Kimyacıları Derneği
AOAC	Analitik Kimyacılar Resmi Derneği
°C	Santigrat derece
FID	Flame Ionization Detector- Alev iyonizasyon dedektörü
LVR	Lineer Viskoelastik Bölge
HY	Hayvansal Yağ
KY	Keten tohumu yağı
AMO	Ayçiçek Mumu Oleojeli
BMO	Balmumu Oleojel
KNT	Kontrol
TBA	Tiyobarbitürik asit
J	Joule
mJ	Mili Joule

ÖZET

OLEOJELLERİN TÜRK SUCUĞU ÜRETİMİNDE HAYVANSAL YAĞ İKAMESİ OLARAK KULLANILMASI

Buse TOKSÖZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Emin YILMAZ

21/01/2020, 55

Bu tez çalışması ile farklı tip oleojellerin sucuk formülasyonunda kullanılması ve sucuk örneklerinin kalite özelliklerinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda ayçiçek mumu ve balmumu organojelatörleri soğuk pres keten tohumu yağıyla karıştırılarak oleojeller elde edilmiştir ve hayvansal yağ ile yapılan sucukla beraber 3 çeşit sucuk örneğinin fiziksel ve kimyasal, termal, reolojik ve tekstür özellikleri, yağ asidi bileşimi ve uçucu aromatik bileşenleri belirlenmiştir. Hayvansal yağ, ayçiçek mumu oleojeli ve balmumu oleojeliyle yapılan sucukların termal özelliklerinde birer fraksiyon oluşumu gözlenmiş, sırasıyla nem içerikleri % 46,37-47,09-41,84, yağ içerikleri % 30,11-30,37-34,44 olarak belirlenmiştir. Ağırlık kayıpları % 16,56-9,68-9,29, pişirme kayıpları % 16,03-6,91-10,50 değerleri ile oleojel ile üretilen örneklerde düşmüştür. Örneklerin pH değerleri 4,85-5,27 aralığında tespit edilmiştir. Sucukların yağ asidi kompozisyonunda palmitik asit (C_{16:0}) baskın olup, linolenik asit (C_{18:3}) sadece oleojelleri içeren sucuk örneklerinde tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme ve tüketici testi sonuçlarına göre lezzet açısından en yüksek puanları hayvansal yağ ile yapılan örneğin aldığı görülerek, ayçiçek ve balmumu oleojelleri ile yapılan sucukların lezzetini ve dokusunu geliştirmeye yönelik çalışmalar önerilmiştir.

Anahtar sözcükler: Oleojel, Sucuk, Ayçiçek Mumu, Balmumu, Hayvansal Yağ

ABSTRACT

USAGE OF THE OLEOGELS AS ANIMAL FAT REPLACERS IN TURKISH SUCJUK PRODUCTION

Buse TOKSÖZ

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Emin YILMAZ

01/21/2020, 55

The aim of this thesis was to use different types of oleogels in Turkish sucjuk formulation and to evaluate the quality characteristics of Turkish sucjuk samples. For this purpose, oleogels were obtained by mixing sunflower wax and beeswax organogelators with cold pressed flaxseed oil, and the physical and chemical, thermal, rheological and texture properties, fatty acid composition, and volatile aromatic components of the 3 kinds of sucjuk samples were determined together with the sucjuk made with animal oil. Formation of a faction was observed in the thermal properties of the sucjuk samples made with animal fat, sunflower wax oleogel and beeswax oleogel. The moisture contents of 46,37-47,09-41,84 %, and the fat contents of 30,11-30,37-34,44 % were determined, respectively. Weight losses during production were 16,56-9,68-9,29 %, and cooking losses were 16,03-6,91-10,50 % in samples produced with the oleogels and control sample, respectively. The pH values of the samples were determined between of 4,85-5,27. In fatty acid composition of Turkish sucjuk samples palmitic acid (C_{16:0}) was the major fatty acid component, and linolenic acid (C_{18:3}) was detected only in samples prepared with the oleogels. Sensory evaluation and consumer tests indicated that the highest scores were obtained from the sample prepared with animal fat, and further studies to enhance the taste and texture of the sucjuk samples prepared with oleogels were suggested.

Keywords: Oleogel, Turkish Sucjuk, Sunflower Wax, Beeswax, Animal Fat

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1. Sucuk Üretim Basamakları	2
1.1.1. Hammadelerin Karışımı	2
1.1.2. Fermantasyon ve Olgunlaştırma.....	3
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyaller	10
3.2. Yöntemler.....	10
3.2.1. Oleojellerin ve Hayvan Vücut Yağının Hazırlanması.....	10
3.2.2. Oleojellerin ve Hayvan Vücut Yağının Özelliklerinin Belirlenmesi	10
3.2.3. Oleojellerin ve Hayvan Vücut Yağının Yağ Asidi Bileşiminin Belirlenmesi	13
3.2.4. Oleojellerin ve Hayvan Vücut Yağının Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ...	14
3.3. Oleojel İçeren ve Kontrol Sucuklarının Üretimi	14
3.3.1. Sucukların Temel Bileşim Analizleri.....	16
3.3.2. Sucukların Fiziksel Özellikleri.....	17
3.3.3. Sucuklardan Ekstrakte Edilen Yağların Yağ Asidi Bileşimi	17
3.3.4. Sucukların Aletsel Tekstür Analizi	18
3.3.5. Çiğ Sucuklarda Duyusal Tekstür Profil (TPA) Analizi	19
3.3.6. Pişmiş Sucukların Uçucu Bileşen Analizi.....	20
3.3.7. Pişmiş Sucuklarda Duyusal Kantitatif Tanımlama (QDA) Analizi	21
3.3.8. Pişmiş Sucuklarda Tüketici Testi.....	23
3.3.9. İstatistik Analizler	24

BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	25
4.1. Hayvansal Yağ ve Oleojellerin Fiziko-Kimyasal Özellikleri	25
4.2. Keten Tohumu Yağı, Hayvansal Yağ ve Oleojellerin Yağ Asidi Bileşimi.....	28
4.3. Hayvansal Yağ ve Oleojellerin Reolojik Özellikleri	29
4.4. Üretilen Sucukların Temel Bileşimleri ve Bazı Fiziksel Özellikleri	34
4.4. Üretilen Sucukların Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimi	37
4.5. Üretilen Çiğ Sucukların Aletsel Tekstür (Yapı) Özellikleri	39
4.6. Üretilen Çiğ Sucukların Duyusal Tekstür (Yapı) Özellikleri	41
4.7. Pişmiş Sucuk Örneklerinde Ölçülen Uçucu Aromatik Bileşenler	42
4.8. Pişmiş Sucuk Örneklerinde Ölçülen Duyusal Özellikler	43
4.9. Pişmiş Sucuk Örneklerinde Tüketici Testi Sonuçları	45
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ (HY), keten tohumu yağı (KY) ve ondan üretilen ayçiçek mumu (AMO) ve balmumu oleojelleri (BMO).....	11
Şekil 2. Sucuk üretimi akış şeması	15
Şekil 3. Sucuk üretim sürecinden bazı resimler.....	17
Şekil 4. Araştırmada üretilen sucuklar (A; kangal sucuklar, B; dilimlenmiş sucuklar).	18
Şekil 5. Çiğ sucuk örneklerinde yapısal profil testi (TPA) skalası	20
Şekil 6. Pişmiş sucuk örneklerinde kullanılan kantitatif tanımlama testi (QDA) skalası....	23
Şekil 7. Sucuk örnekleri için kullanılan tüketici testi skalası	24
Şekil 8. Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ ve oleojellerin frekans-sweep testi sonuçları	30
Şekil 9. Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ ve oleojellerin time-sweep testi sonuçları	32
Şekil 10. Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ ve oleojellerin temperature-ramp testi sonuçları	33

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Sucuk üretiminde kullanılan formülasyon (%).....	15
Tablo 2. Çiğ sucuk örneklerinin duyusal tekstür özelliklerinin tanımlanmasında kullanılan terimler, tanımları ve referansları	19
Tablo 3. Pişmiş sucuk örneklerini duyusal tanımlamada kullanılan terimler, tanımları ve referansları.	22
Tablo 4. Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ ve oleojellerin bazı fiziksel özellikleri	25
Tablo 5. Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ ve oleojellerin bazı kimyasal özellikleri.	27
Tablo 6. Sucuk üretiminde kullanılan yağların/oleojellerin yağ asidi bileşimi (%).	28
Tablo 7. Üretilen sucukların temel bileşimleri (%).	35
Tablo 8. Üretilen sucukların bazı fiziksel özellikleri.....	36
Tablo 9. Sucuklardan ekstrakte edilen yağlarının yağ asidi bileşimi (%).....	38
Tablo 10. Çiğ sucuk örneklerinde aletsel tekstür analiz verileri.....	39
Tablo 11. Çiğ Sucuk Örneklerinde duyusal tekstür profil (TPA) analiz verileri.....	41
Tablo 12. Pişmiş sucuk örneklerinde ölçülen uçucu bileşenler (%).	42
Tablo 13. Pişmiş sucuk örneklerinde yapılan duyusal tanımlama analizi (QDA) Sonuçları	44
Tablo 14. Pişmiş sucuk örneklerinde yapılan tüketici testi sonuçları.....	45

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Hayvansal gıdalar insan diyetinde önemli bir grubu oluşturmaktadır. Hayvansal gıdaların besin içeriği, tadı, aroması ve kıvam gibi özelliklerini karbonhidrat, yağ, protein gibi makro besinlerin, vitaminler ve mineraller gibi mikro besin öğelerinin etkilediği belirtilmiştir. Diyetin önemli bir parçasını oluşturan mineral maddelerden demir (Fe), fosfor (P), çinko (Zn) ve magnezyum (Mg) hayvansal gıdalar grubuna dâhil olan et ürünlerinde fazla miktarda yer almakta olup bunu protein ve mutlaka dışarıdan gıdalarla alınması gereken *cis*-linoleik asit (Omega-6) ve α -linolenik asit (Omega-3) elzem yağ asitleri takip etmektedir. Bu yüksek besin içeriği et ve et ürünlerinin tüketilmesinin insan sağlığı için önemli olduğunu göstermektedir. Etin tüketime uygun şekilde olması için gerekli koşullar altında tutulması gerektiği, bu koşulların sağlanamaması durumunda mikrobiyal bozulmalara uğrayacağı belirtilmiştir (Yaprak, Karabulut ve Ergin, 2003; Köseoğlu, 2014; Ekşi ve Ertaş, 2011; Akçay ve Vatansever, 2013).

Et; yüksek oranda kas doku bulunduran, protein içeriği yüksek ve kasaplık hayvanların gıda maddesi olarak kullanılabilir gövde kısımları ve bunlardan hazırlanan ürünler olarak tanımlanmıştır (Soyer, 2002). Türkiye’de en çok tüketilen et ürünlerinden olan sucuk; genellikle sığır ve manda etinin ve yağın kıyma makinesinde çekilerek küçük parçalar haline getirilip sarımsak, karabiber, tuz, kimyon, nitrit-nitrat ve diğer çeşitli baharat katılmasının ardından kılıflara doldurulduktan sonra olgunlaştırılması işlemiyle elde edilen et ürünü olarak tanımlanmıştır (Köseoğlu, 2014; Turhan, 2010; Kaban ve Kaya, 2007; Gökmen, 2010). Sucuk üretiminde rigor mortis aşamasını tamamlamış et, soğuk şekilde yağ, koruyucu özellik kazandıran tuz, fermentasyonu gerçekleştiren şeker, nitrat ve nitrit katkıları, fosfat, baharat ve diğer çeşitli katkıları kullanılmaktadır (Ulusoy, 2007).

Hayvansal yağ kullanılarak üretilen et ürünlerinde doymuş yağ miktarının fazla olduğu, diyetle alımında bu durumun başta kalp ve damar rahatsızlıkları olmak üzere çeşitli rahatsızlıklara yol açarak insan sağlığını olumsuz etkilediği, hayvansal yağ kaynaklı ürünlerin bitkisel yağlar kullanılarak üretilmesi ile diyetle doymuş yağ miktarının azaltılması sonucu sağlık yönünden olumlu şekilde gelişme olacağı, bunun yanında kullanılan yağ kaynağının ürün yapısını etkileyeceği belirlenmiştir (Kaynakçı ve Kılıç, 2009; Alpay, 2006; Jimenez- Colmenero ve diğerleri, 2015). Ancak hayvansal yağ yerine bitkisel yağ kullanımının ürünün tekstürel özelliklerinde azalmaya neden olduğu, bitkisel yağların daha katı bir form kazandırılarak kullanılmasının bu sorunu ortadan kaldırarak

hayvansal yağ ile oluşturan ürüne benzer tekstürel özelliklerde ürün oluşturulabileceği belirlenmiştir (da Silva ve diğerleri, 2019).

Jel; katı maddenin reolojik özelliklerine benzer özellikler sergileyen, bir sıvı ve bu sıvıyı katı benzeri forma dönüştüren jel ajanından oluşan sistemler olarak tanımlanmıştır. Organojel; termo-geri dönüşümlü, üç boyutlu bir ağı yapıdaki organik sıvı şeklinde tanımlanmakta olup, organik sıvının bitkisel yağ olması durumunda oleojel şeklinde isimlendirilmiştir. Sıvı yağın jel haline dönüşmesi için kullanılan çeşitli mumlar, fitosterol ve γ -orizanol maddeleri, monogliserit ve digliseridler, lesitin ve çeşitli maddeler organojelatörler şeklinde tanımlanmıştır.

Ayçiçek mumu, *Helianthus annuus* meyvesinin kabuklarından arındırılmasının ardından preslenmesi yöntemiyle üretilen ayçiçek yağından degumming ve kışlama işlemleriyle elde edilmektedir. Ayçiçek mumunun kimyasal bileşenlerinde yağ alkoller (C20-C32), yağ asitleri (C20-C28) ve esterlerden (C40-C60) bulunmaktadır. Ayçiçek mumunun en önemli özellikleri mum kristallerinin sert bir ağı yapı oluşturmaları ve yağ tutma kapasitesinin yüksek olmasıdır (Anonim, 2014).

Balmumu; monoesterler, serbest yağ asitleri ve alkoller, hidrokarbonlar ve başka minör bileşenler barındırmaktadır. Katkı maddelerinden E 901 olarak bilinen balmumu, çeşitli şekerlemelerde, çikolatada, sakızda, sebzede, meyvede, çerezde ve gıda uygulamalarında parlatma ve kaplama ajanı olarak kullanılmaktadır (FDA, 2013).

Sıvı haldeki yağın organojelatörler kullanılarak termo-geri dönüşüm özelliğine sahip jel haline dönüştürülmesi işlemi organojelasyon olarak ifade edilmiştir. Bazı araştırmalarda farklı oleojeller et hamuru formülasyonunda kullanılarak sosis ve salam ürünleri üretilmiştir, ancak Türk sucuğu üretiminde oleojel kullanımına dair literatürde bir çalışma bulunmamaktadır (Mert ve Demirkesen, 2016; de Vries, Hendriks, van der Linden ve Scholten, 2015; Marangoni ve Garti, 2011; Co ve Marangoni, 2012; Dassanayake, Kodali ve Ueno, 2011).

1.1. Sucuk Üretim Basamakları

1.1.1. Hammadelerin Karışımı

Sucuk üretim formülasyonunda belirlenen oranlarda et, yağ, baharat (kurutulmuş öğütülmüş kırmızıbiber, öğütülmüş kimyon, kurutulmuş öğütülmüş sarımsak, öğütülmüş karabiber, baharat özleri vb.), tuz ve katkı maddeleri eklenip dinlendirilmeye bırakılmaktadır. Ancak dinlendirilme aşamasına geçilmeden önce sucuk hamurunu oluştururken et ve yağın birlikte çekilmesi ile bir takım sorunlar oluşabilmektedir. Bu

sorunlar; ürüne uygun olarak seçilen kıyma çekiminde yağın kendini kolayca salması ile etin solumasına neden olması ayrıca sucuk üretiminde kullanılan katkı maddelerinin ete karışmasını engellemesi şeklinde ifade edilmiştir. Yeterli dinlendirme evresi tamamlandıktan sonra karıştırma makinelerinde homojen bir şekilde karıştırılarak doğal ya da yapay kılıflara doldurulmaktadır (Şanes, 2006; Öztan, 2011).

1.1.2. Fermantasyon ve Olgunlaştırma

Fermente çiğ ürün olan sucukta fermentasyon aşaması önemli olup sucuğun besin değerini optimum düzeyde tutarak duysal açıdan güvenli bir ürün oluşmasını sağlamaktadır. Sucuğun fiziksel özelliklerinden pH değerinde 72 saat süre sonunda yaklaşık olarak 4,8 ile 4,9 değerleri beklenmektedir. Fermentasyon evresinin başında nitrit kullanılarak üretilen ürünler nitrata kıyasla daha yüksek sıcaklıklarda 24-26 °C’de tutulmaktadır. Bu evrelerin ilk saatlerinden itibaren kuruma gözlenmektedir. Bu yüzden bağıl nem sıcaklığı kontrol altına alınmaktadır. Eğer bu kontrol sağlanamıyorsa sucuk ürünlerine yeterli nem sağlanması gerekmektedir. Üretim süreçlerinden olgunlaştırma işlemi sonunda % 40 toplam nem değerine ulaşana dek kurutma devam etmektedir. Bu evre sonunda sucuğun istenilen tat ve aromaya sahip olması beklenmektedir (Ay, 2015; Öztan, 2011).

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Sıvı yağların farklı yöntemler ile et içeriğindeki katı yağın yerini alarak doymuş yağ içeriğinin doymamış yağ içeriğine çevrilmesi ve *trans* yağ miktarının düşürülmesi ile yağ fazının insan vücudu için sağlıklı hale getirilmesini amaçlayan farklı yöntemlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu yöntemlerden ilki kimyasal ve enzimatik interesterifikasyon olarak farklı şekilde yapılabilen interesterifikasyon işlemi olup bu yöntem *trans* ve doymuş yağ asidinde artışa neden olmayıp yağın et ürünü için sağlıklı ve istenilen şekilde yapılanmasının gerçekleştirileceği bildirilmiştir. Yağ fazına katılarak kristal parçacıkların oluşumunu sağlayan oleojellerin (organik katkıların) yağ fazını katı benzeri jel formuna dönüştürmesi işlemi olan oleojelasyonun diğer bir teknik olduğu rapor edilmiştir. Birbiriyle etkileşime girmeyen yapıların oleojeller ve hidrojel kullanılması ile oluşturulan emülsiyon bazlı sistemlerin gıda endüstrisinde kullanılan bir çeşit yöntem olarak yer aldığı ve son olarak ihtiva edilmesi istenen yağın sulu ortam içinde tek bir görünüme kavuşturulup bunun ardından jel yapısının oluşmasını sağlayan ajan katımı ile yarı katı form kazandırıldığı yağ birleştirme sistemi genel yöntemler olarak rapor edilmiştir. Ayrıca et ürünlerinde hayvansal yağın tamamen veya kısmen yerini alacak yağın özellikleri son ürünün koku, renk gibi duyu niteliklerini ve kimyasal niteliklerini etkileyeceği bu nedenle kullanılacak yağın bu duruma özen gösterilerek seçilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Jimenez-Colmenero ve diğerleri, 2015).

Bir çalışmada toplam sucuk hamurunun % 20'si yağ olacak şekilde değişik oranlarda kuyruk yağı ile hazırlanan sucukların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asidi profilindeki değişim incelenmiştir. pH değerinin kullanılan yağ çeşidine göre önemli bir farklılık göstermeyip sadece et yağı kullanıldığında 5,40 iken sadece kuyruk yağı kullanıldığında 5,41 olduğu, üretim aşamasında ise hamurda en yüksek 5,73 değerine ulaşarak fermentasyondan sonra 5,19'a indirgendiği tespit edilmiştir. Su aktivitesi (a_w) kuyruk yağı oranı arttıkça artmakta olup % 100 et yağı ve % 100 kuyruk yağı tipindeki sucuklarda sırasıyla 0,911 ve 0,925 olarak ifade edilmiştir. Yağ asidi kompozisyonu açısından doymuş yağ asidi olarak miristik, palmitik ve stearik asit miktarları daha yüksek tespit edilirken palmitoleik, oleik ve linoleik asit gibi doymamış yağ asitlerinde kompozisyonda önemli oranda yer aldığı bildirilmiştir. Kullanılan beş farklı yağ çeşidi yağ asidi kompozisyonunu etkilemekte olup, miristik asitin et yağı oranının artmasıyla orantılı olarak artış göstererek sadece kuyruk yağıyla yapılan sucukta % 2,70 ve sadece et yağı ile

elde edilen sucukta ise % 3,74 düzeyinde bulunabileceği rapor edilmiştir. Ayrıca doymamış yağ asidi oranının da kuyruk yağının bileşimde artmasıyla artış gösterdiği, % 100 et yağından oluşan sucukta % 42,24 olup % 100 kuyruk yağından oluşan sucukta % 45 olduğu ifade edilmiştir (Aydın, 2017).

Yapılan çalışmada sığır eti ve sığır yağı içeren zeytinyağısız sucuk (kontrol örneği) ile sığır eti ve yağı karışımına ilaveten düşük, orta ve yüksek seviyede zeytinyağı eklenen sucuklar ayrıca orta ve düşük zeytinyağlı sucuk formülasyonuna ilaveten % 1,5 buğday lifi, % 2 maltodekstrin, % 3 inülin içeren sucuk örneklerinin üretimi gerçekleştirilmiştir ve yağ miktarını azaltarak sucuğun tekstürel yapısını aynı tutmak hedeflenmiştir. Yağ oranında azalma (%) en çok % 42,20 ile düşük zeytinyağlı (buğday lifi ilaveli) sucukta gerçekleştiği rapor edilmiştir. Çalışmanın sonucunda sığır etine çeşitli miktarda zeytinyağı ya da diğer yağ ilavelerinin ağırlık kaybını ve pişirme kaybını etkilediği, depolamadaki 21. gün sonunda ağırlık kaybı değerlendirildiğinde zeytinyağısız sucuk örneğinde 28,48 olarak belirlenip, en yüksek değerin 35,12 ile buğday lifi, maltodekstrin ve inülin olmayan düşük zeytinyağlı sucuğunda olduğu, düşük zeytinyağlı sucukların pişirme kaybının yüksek zeytinyağlı sucuklara göre daha az olduğu bildirilmiştir (Şanes, 2006).

İncelenen bir başka araştırmada doymuş yağ miktarı bakımından yüksek sığır yağına fındık yağı ilavesiyle elde edilecek sucuğun fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu doğrultuda sığır eti ve yağı ile yapılan sucuğa (kontrol sucuğu) ek olarak fındık yağı toplam yağın % 11,11 ile % 20'sini oluşturacak şekilde toplam 3 çeşit sucuk üretilmiştir. Depolamanın 15. gününde elde edilen sonuçlara göre fındık yağı ilave edilmesiyle toplam yağ, trigliserid yapıda olmayan yağ asidi (FFA) ve tiyobarbitürik asit (TBA) seviyesinde yükseliş, protein ve nem içeriğinde azalış olduğu ancak pH değerinde değişim olmadığı belirtilmiştir. Yağ asitleri incelendiğinde; kontrol, % 11,11 fındık yağı ve % 20 fındık yağı sucukların doymuş yağ asidi içeriği sırasıyla % 49,60-42,32-35,62 iken tekli doymamış yağ asidi miktarının % 45,74-50,91-55,64 ve çoklu doymamış yağ asidi miktarı % 2,67-4,88-7,12 olduğu yani fındık yağı ilavesi ile doymamış yağ asidi miktarının yükseldiği rapor edilmiştir. Fındık yağı ilavesi ile sıklık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik, yapışkanlık değerlerinde düşme gözlenirken bağlayıcılık parametresinde değişiklik olmadığı ifade edilmiştir (Ilıkkın, Ercoşkun, Vural ve Şahin, 2009).

İncelenen bir diğer çalışmada üretilen sucuğun olgunlaşması için bırakılan sürenin belirli günlerinde (0-1-3-5-7-9), değişik oranlarda portakal lifi (% 0-2-4) ve yağ (koyun kuyruğu yağı) katkılanmasıyla (% 10-15-20) değişen tekstürel parametreleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda portakal lifi miktarındaki değişimin sucuğun nem

değerinde bir değişiklik yaratmadığı rapor edilmiştir. Olgunlaşma süresinin 0. gününde 61,81 olan nem değerinin 9.gün sonunda 39,58'e düştüğü ve % 10 yağ içeren sucukta 54,13 belirlenen nem değerinin ise yağ düzeyinin % 20'ye yükselmesi sonucu 48,60 değerine indirildiği tespit edilmiştir. Farklı oranlardaki lif miktarının yapışkanlık, elastikiyet ve bağlayıcılık için bir etkiye sahip olmadığı, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik ölçümlerinin % 0 lif katımında sırasıyla 99,50 ve 68,03 olup % 4 lif ile 134,65 ve 89,75 değerlerine çıktığı belirlenmiştir. Sertlik (sıkılık) 1. gün 54,59 ve 9. gün 403,83 olarak belirlendiği rapor edilmiştir (Yalınkılıç, Şişik-Oğraş, Kaban, Karaoğlu ve Kaya, 2016).

Frankfurter sosis üretiminde sığır eti ve yağ karışımı kullanılarak kontrol örneği, kanola yağı ve etilselüloz organojelatörü ile oleojelli sosisler üretilmiştir. Yapılan gözlemler sonucu, etilselüloz organojelatörleri kullanılarak üretilen frankfurter sosislerin sertlik ve çiğnenebilirlik özelliklerinin kontrol örneğine kıyasla benzer olduğu ifade edilmiştir. Aynı zamanda yağ asidi bileşimindeki farklılığın jel yapı oluşumundaki etkisi incelenmiştir ve bu amaçla % 10 etilselüloz organojelatörü (10 cP) % 90 oranlarında keten tohumu yağı, kanola yağı ve soya fasulyesi yağını jelleştirmek için kullanılmıştır. En yüksek sertlik $6,1 \pm 0,19$ N ile keten tohumu yağı jelinde elde edilmiş olup bunu soya fasulyesi yağından yapılan jel izlemiş, en düşük sertlik değeri ise $1,5 \pm 0,06$ N ile kanola yağı jelinde tespit edilmiştir ve keten tohumu yağının en sert jel olmasının yaklaşık % 56 oranında linolenik asit ($C_{18:3}$) içermesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Toplam doymamış yağ asidi açısından değerlendirildiğinde kanola yağında % 94 (% 62 oleik asit), soya fasulyesi yağında % 85 (% 53 linoleik asit) ve keten tohumu yağında % 91 (% 56 linolenik asit) olduğu, en yüksek doymamış yağ asidi içeriğine kanola yağının sahip olduğu ve keten tohumu yağındaki fazla linolenik asit içeriğinin yağın oksitlenmesini artıracak belirtilmiştir. Kanola yağı, keten tohumu yağı ve soya yağında yer alan belirli doymamış yağ asitlerinin etilselüloza bağlanıp, yapıyı daha sağlam hale getirmesi ve jel oluşturma gücü kıyaslandığında linolenik asit ($C_{18:3}$) en kuvvetli olup bunu sırasıyla linoleik asit ($C_{18:2}$) ve oleik asit ($C_{18:1}$) izlediği rapor edilmiştir. Etilselüloz polimer maddelerin molekül kütlelerinin jel yapmaya etkisini incelerken 24 kDa (10 cP), 57 kDa (45 cP) ve 74 kDa (100 cP) etilselülozlar ve yağ kaynağı olarak kanola yağı, soya fasulyesi yağı ve % 50 oranlarında kanola ve soya fasulyesi yağı birleşimi kullanılmıştır ve polimer molekül kütleindeki yükselişin jel gücünde de yükselişe neden olduğu bildirilmiştir (Zetzel, Marangoni ve Barbut, 2012).

Yapılan başka bir çalışmada frankfurter sosis üretiminde domuz yağı kullanımının yanında domuz yağına ilaveten bitkisel yağ ilavesinin ürünün fiziksel ve kimyasal

özelliklerine, duyuşal özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bitkisel yağ ikamesi olarak ayçiçek yağına jel bir yapı kazandırması için sırası ile fitosterol ve γ -orizanol maddeleri ağırlıkça 70:30 ve 40:60 oranlarında eklenerek oleojel sistemi ve ayrıca ağırlığın % 1,7'si kadar ksantan zankı ve tween 20 eklenerek oleojeller ile emülsiyon sistemleri oluşturulmuştur. Toplam 9 farklı örnekten kontrol örneği sadece domuz yağı barındırıp diğerk 8 örnekk % 10 ve % 20 oranlarında yapılandırıcı maddeye ilaveten 70:30 ve 40:60 oranlarında fitosterol: γ -orizanol içermiştir. Kontrol örneğine kıyasla organojellerin kısmi olarak domuz yağının yerini aldığı sosislerin yüzey renginin değışmediğı, emülsiyon sistemleriyle oluşan sosislerin L değerklerinin düştüşü belirtilmiştir. Kesit rengi değerklendirildiğinde ise organojelden kullanılarak üretilen sosislerin L değerkinin kontrol ve emülsiyon sistemlerinden oluşan sosislerden daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Sosis örneklerinin pH değerkleri 6,42 ile 6,51 arasında değıştiğı bildirilmiştir. Doku profil analizinde ise fitosterol ve γ -orizanol karışımının 70:30 oranında kullanımının 40:60'a göre çignenebilirlik, sertlik ve sakızimsılık yönünden daha yüksek sonuçlandığı ve bu özelliklerin emülsiyon sistemi barındıran sosislerde kontrol ve oleojelle üretilen sosislere göre daha düşük olduğu ayrıca oleojel ikame eden sosislerin sertlik, çignenebilirlik, sakızimsılık ve elastiklik değerklerinin kontrol örneğine kıyasla farklı olmadığı rapor edilmiştir. Duyusal değerklendirmede ağırlıkça % 10 oleojel ve 40:60 fitosterol: γ -orizanol içeren örneğın rengi daha düşük puanlandırılıp, ağırlıkça % 20 emülsiyon sistemi ve 40:60 oranında fitosterol: γ -orizanol barındıran örnek genel kabul edilebilirlikte en düşük puanlandırılmıştır. Sosis üretiminde domuz yağına ilaveten bitkisel yağ kullanımının sosislerin kimyasal ve duyuşal özelliklerinde taviz vermeden kullanılabileceğı ve bu şekilde ürünlerdeki doymuş yağ içeriğının doymamış yağ ile değıştirilebileceğı belirtilmiştir (Panagiotopoulou, Moschakis ve Katsanidis, 2016).

Bir diğerk çalışmada frankfurter sosis üretiminde domuz yağının kısmi olarak monogliserit ve fitosterolden yapılmış oleogel ile değıştirilmesinin, sadece domuz yağı ile üretilen kontrol örneğine kıyasla yapısal olarak benzerliğı ve farklılığı belirlenmiştir. Ayçiçek yağına monogliserit ve fitosterol oleojelatörleri sırasıyla 1:1 ve 3:1 oranında katılarak toplam miktarın % 20'si oleojelatör olacak şekilde iki çeşit oleojel hazırlanmıştır. Bunun yanında yağ içinde ağırlıkça % 15 monogliserit içeren oleojel ve % 5 fitosterol içeren oleojel hazırlanmıştır. Oleojel içeren bir sosis örneğı (domuz yağı ve 3:1 şekilde monogliserit: fitosterol oleojeli % 50'ser oranda katılarak) hazırlanmıştır. Jel oluşturma kuvvetleri değerklendirildiğinde fitosterol oleojelatörünün ayçiçek yağı ile birleştirilmesinin jel yapı meydana getirmedeğı, monogliserit oleojelatörünün ise kuvvetli olmayacak şekilde

ayçiçek yağına bir jel yapı kazandırdığı ancak monogliseritlerin fitosterol ile beraber ayçiçek yağına ilavesinin sadece monogliserit ilavesine göre daha kuvvetli bir jel yapı sergilediği belirtilmiştir. Bununla birlikte ayçiçek yağına monogliserit oleojelatörünün ağırlıkça fitosterolden daha fazla katıldığı oleojel eşit katımlı (1:1) oleojelden daha güçlü bir jel yapı sergilediği de rapor edilmiştir. Monogliserit: fitosterol (3:1) oleojelinin G' (depolama modülü), G'' (kayıp modülü) ve 107,2 mJ/mg entalpi değeri ile monogliserit oleojelinin 88,6 mJ/mg olan entalpi değerinden yüksek oluşu monogliserit: fitosterol (3:1) oleojelindeki jel ağını oluşturan kristallerin parçalanmasının daha yüksek enerji gerektireceği belirtilmiştir. Kontrol frankfurter sosisinin sertliği, çığnenebilirliği, sakımsızlık değerleri sosis örneğine (domuz yağı ve 3:1 şekilde monogliserit: fitosterol oleojeli %50'şer oranda katılarak) göre yüksek değerlere sahip olduğu, kesitten ve yüzeyden renkleri incelendiğinde sadece domuz yağından yapılan kontrol sosis örneğinin oleojel içeren sosise (domuz yağı ve 3:1 şekilde monogliserit: fitosterol oleojeli %50'şer oranda katılarak) göre aydınlık (L) değeri az, kırmızılık (a^*) değeri yüksek, sarılık (b^*) değeri birbirine yakın olduğu ifade edilmiştir ve panelistler tarafından değerlendirilmesi sonucunda oleojel ihtiva eden sosisin görünüşünde, ağızda bıraktığı histe ve tat algısında kontrol örneğinden ayırt edilemediği, sululuğun kontrol örneğine göre yüksek olduğu, renk ve koku açısından kontrol sosisinin daha yüksek puanlarla değerlendirildiği ve genel kabul açısından her iki sosiste benzer şekilde derecelendirilerek frankfurter sosiste domuz yağının yerini kısmen bitkisel yağ alması üründeki doymuş yağ miktarını azaltıp doymamış yağ miktarını artıracak ve tüketici için kabul göreceği belirtilmiştir (Kouzounis, Lazaridou ve Katsanidis, 2017).

Bitkisel yağ karışımına eklenen organojelatörlerin domuz eti ile karıştırılarak (sürülebilir baharatlı sosis) elde edilen et ve yağ süspansiyonunun kendisi ve santrifüjleme ile yağ fazı ayrılmış kısmının reolojik özelliklerinin karşılaştırılmasında; sürülebilir baharatlı sosise yağ fazı ilave edilip referans örneği hazırlanmıştır. Myverol organojelatörü ise ağırlıkça % 0,5 ve % 2,5 katım oranıyla yağ fazına dahil edilerek örnekler elde edilmiştir. Öğütme işleminin etin niteliklerinde meydana getireceği değişimi belirlemek baharat katkılı numune öğütülmüştür. Organojelatör katkılı örneklerin santrifüjde ayrılan yağ fazı dikkate alındığında, referans örneğinden ayrılan yağa göre az olduğu ve bunun sonucu olarak kullanılan organojelatörlerin süspansiyondaki et ve yağ fazını tutma işlevini gerçekleştirdiği belirtilmiştir. Ağırlıkça aynı % miktarda myverol organojelatörün lesitine kıyasla yağı tutmada daha etkili olduğu ve bunun yanı sıra sadece organojelatör yoğunluğu farklı myverol içeren örnekler kıyaslandığında kullanılan organojelatörün miktarının

yükseltilmesi ile santrifüj ile oluşan ağırlık kaybının azaldığı, yapının mekanik güçler sonucu faz ayrılmasına karşı daha dirençli olduğu belirtilmiştir. Baharatlı sosis numunesinin frekansa karşı G^* çizgisi öğütülen numuneden daha yüksek değerde iken yağ ilavesi yapılan referans numunesi öğütülen numuneye göre G^* eğrisinde azalma gösterdiği, bu sonuçlara göre öğütme işleminin ve ekstra yağ katımının numunenin kararlılığını azalttığı rapor edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada referans örneğine benzer sürülebilir şekilde soslar üretilmek istenirken ağırlıkça % 2,5 lesitin ilave edilen sos örneğinin referans örneğine benzer kıvamda olduğu ve ağırlıkça % 0,5 myverol organojelatörlü sosun yapıyı sürülebilir açıdan benzer kılmadığı, % 0,1 ilavesi ile referans örneğine benzer hale getirildiği belirtilmiştir (Lupi ve diğerleri, 2012).

Myverol (yağ asitlerinin monogliseritleri) ve policosanol organojelatörlerinin % 0,1 ve % 0,5 oranlarında kullanılarak bitkisel yağ karışımını (% 80 zeytinyağı ve % 20 ayçiçek yağı) jelleştirmesi ve bu yağ formunun sürülebilir çeşnili sosis eklenmesiyle oluşturulan sosun, organojelatör olmadan sadece sürülebilir sosis ve yağ karışımı ile oluşan ürüne göre yapısal olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen yedi adet örneğin üretilmiş son halleri ve daha sonra santrifüjlenerek elde edilen çökeltinin reolojik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sürülebilir çeşnili sosis numunesi ve santrifüj ile yağ fazından ayrılan çökeltmesinin reolojik özellikleri aynı olup aynı durum öğütülmüş sosis numunesi için de geçerli olduğu ifade edilmiştir. Öğütülmüş sosise bitkisel yağ karışımı ilave edilen numunenin santrifüj sonrası çökeltmesinin değeri daha yüksek olup bunun ilave edilen yağın santrifüjde ayrılmasından kaynaklandığı ayrıca myverol içeren örneklerin kontrol örneğinden daha tutarlı bir yapı sergilediği belirtilmiştir. Aynı zamanda sürülebilir çeşnili sosis numunesinin en kararlı yapıyı sergilediği, kullanılan organojelatör miktarının artışı bitkisel yağ karışımında jel yapıyı artırıp bu durumun G^* (karmaşık modül) çizgisinde artışla da tespit edildiği rapor edilmiştir (Lupi, Gabriele, Seta, Baldino ve de Cindio, 2014).

Sonuç olarak herhangi bir oleojel ürününün Türk sucuğu üretiminde kullanımına literatürde yer alan herhangi bir akademik çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu tez çalışması son derece özgündür ve literatür için bu konuda ilk bilgileri sağlamıştır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyaller

Bu tez çalışmasında sucuk üretiminde kullanılan orta yağlı sınıf dana kıyması, hazır sucuk baharat karışımı (Sucuk Kombimiks-K, Kutluer Gıda), tuz (% 0,6 sodyum nitrit içeren sucuk tuzu, Selay, Kutluer Gıda) ve hayvan vücut yağı (Erzak Gıda, Çanakkale) piyasadan satın alınmıştır. Oleojelleri hazırlamak için kullanılan ana likit yağ olan soğuk pres keten tohumu yağı (Tito) ise Smart Kimya Ltd. Şti. (İzmir)'den satın alınmıştır. Organojelatörler ayçiçek mumu (6607L) ve balmumu (8108), Kahlwax firmasından (Kahl GmbH & Co., Trittau, Almanya) satın alınmıştır.

Diğer sarf malzemeler yerel marketlerden, tüm kimyasallar, standartlar ve sarf malzemeleri Sigma Chem. Co. (St. Louis, ABD), Merck'ten (Darmstadt, Almanya) ve yerel mağazalardan satın alınmıştır.

3.2. Yöntemler

3.2.1. Oleojellerin ve Hayvan Vücut Yağının Hazırlanması

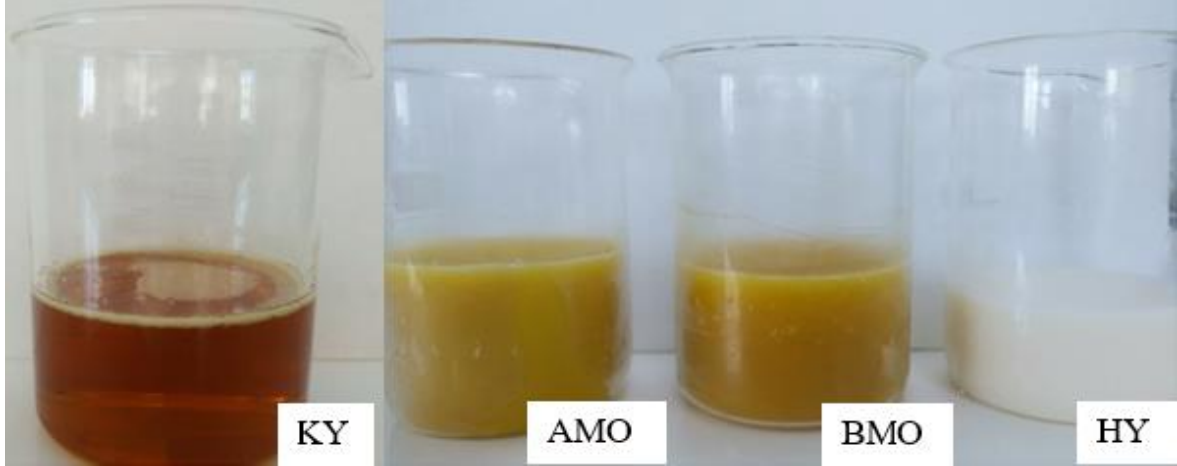
Soğuk pres keten tohumu yağına ağırlıkça % 10 (w/w) oranında ayçiçek mumu ve balmumu katılıp, karışım su banyosunda 80 °C'ye kadar ısıtılmış ve organojelatörlerin tamamen erimesi sağlanmıştır. Organojelatörler homojen olarak yağın içinde karıştıktan sonra, yağ su banyosundan alınmış ve oda sıcaklığına soğuması beklenmiştir. Bu arada oleojel oluşumu gerçekleşmiştir. Hazırlanan oleojel daha sonra buzdolabında tutulmuştur.

Dana iç yağları (hayvan vücut yağları) ise laboratuvarında su banyosu içinde tamamen eritilmiş, filtre kâğıdından süzölmüş ve daha sonra tekrar sıcaklığı 110 °C'ye çıkarılarak içindeki suyun tamamen uçması sağlanmıştır. Yağ henüz sıcakken adi filtre kâğıdından tekrar süzölmüş ve safsızlıklardan ayrıştırılmıştır. Daha sonra kapaklı cam kaba alınmış ve buzdolabında muhafaza edilmiştir. Hazırlanan oleojeller (Ayçiçek mumu oleojeli- AMO ve balmumu oleojeli- BMO) taze olarak hemen sucuk üretiminde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yağlar ve oleojeller Şekil 1'de gösterilmiştir.

3.2.2. Oleojellerin ve Hayvan Vücut Yağının Özelliklerinin Belirlenmesi

Sucuk üretiminde kullanılan oleojellerin (AMO ve BMO) ve hayvan vücut yağının (HY) önemli bazı özellikleri analiz edilmiştir. Örneklerin aletsel renk değerleri, Minolta CR-400 Reflektans kolorimetresi (Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiş ve CIE

sistemine ait L (0, siyah; 100, beyaz), a* (+a* = kırmızı, -a* = yeşil) ve b* (+b* = sarı, -b* = mavi) değerleri kaydedilmiştir. Cihaz renk ölçümünün başında, beyaz seramik plakaya karşı standardize edilmiş, bunu takiben renk ölçümün yapılacağı boş bir cam petri kutusu seramik plaka üzerine konularak cihaz buna karşı da sıfırlanmıştır.



Şekil 1. Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ (HY), keten tohumu yağı (KY) ve ondan üretilen ayçiçek mumu (AMO) ve balmumu oleojelleri (BMO)

AMO, BMO ve HY'nın termal özellikleri diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ile (Perkin-Elmer DSC 4000 serisi, ABD) gerçekleştirilmiştir. Referans olarak boş alüminyum kap kullanılmıştır. Yağ örneklerinden yaklaşık 5-7 mg örnek alüminyum kaplara (pan) tartılmış ve ağızları kapatılarak, cihazın örnek hücreğine yerleştirilmiştir. Yağ örnekleri 20 °C'den 100 °C'ye kadar 10 °C/dk hızla ısıtılmıştır. Elde edilen termogramdan, ergime başlangıç ve pik sıcaklıkları (T_m) ve ergime entalpileri (ΔH_m) cihazın yazılım programı (Pyris1 Manager) yardımıyla hesaplanmıştır.

AMO, BMO ve HY'nın içerdiği serbest yağ asitliği (SYA), AOCS Ca 5a-40 (AOCS, 1998)'e göre analiz edilmiştir. Bu amaçla, 2 g yağ örneği 0,001 g duyarlılıkla tartılmış ve üzerine 30 mL etil alkol-dietil eter karışımı ilave edilmiştir. Yağın çözünmesi için 10 sn kadar çalkalanan örnek üzerine % 1'lik fenolftalein indikatörü ilave edilmesine takiben 0,1 N KOH ile pembe renk gözleninceye kadar titrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Yağın içerdiği serbest yağ asitliği, yağ asiti kompozisyonu göz önüne alınarak, major yağ asiti olan linoleik asit cinsinden (% linoleik) aşağıdaki eşitliğe (3.1) göre hesaplanmıştır.

$$\text{Serbest asitlik (\% linoleik olarak)} = \frac{V \times N \times 0,28 \times 100}{m} \quad (3.1)$$

V= Harcanan 0,1 N KOH miktarı (mL)

N= Kullanılan KOH çözeltisinin normalitesi

m= Örnek miktarı (g)

0,28 = 1 mL 1 N NaOH'e eşdeğer linoleik asit (g)

AMO, BMO ve HY'nın peroksit sayısı (PV), AOCS Cd 8-53 (AOCS, 1998)'e göre analiz edilmiştir. Bunun için 0,5 g yağ örneği 0,001 g duyarlılıkta tartılarak üzerine 10 mL kloroform ve 15 mL glasiyel asetik asit eklenmiştir. 1 mL doygun potasyum iyodür çözeltisi eklenerek 1 dk çalkalanmış ve ışısız ortamda 5 dk bekletilmiştir. Süre bitiminde 75 mL saf su ilavesinin ardından, 1 mL (% 0,5'lik) nişasta çözeltisi indikatör olarak damlatılmış ve açığa çıkan iyot 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir. Yağın içerdiği peroksit sayısı miliekivalent gram peroksit oksijen/kg yağ cinsinden aşağıdaki eşitliğe (3.2) göre hesaplanmıştır.

$$\text{Peroksit Sayısı (miliekivalent O}_2\text{/kg)} = \frac{(V_1 - V_0) \times N \times 1000}{m} \quad (3.2)$$

V₀= Tanık deney için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)

V₁= Numune için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)

N= Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

m= Deney numunesinin kütlesi (g)

Benzer şekilde AMO, BMO ve HY'nın konjuge dien miktarları, AOCS Ti 1a-64 (AOCS, 1998) metoduna göre yapılmıştır. Buna göre yaklaşık 50 mg yağ örneği erlenmayere 0,001 gram duyarlılıkta tartılarak üzerine 75 mL saf izooktan eklenmiştir. Daha sonra yağın izooktan içinde çözünmesi için kuvvetli şekilde çalkalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen çözelti kuvarz küvete koyularak 232 nm'de absorbens değeri spektrofotometre cihazı (Spektro da Shimadzu, UV 1800 uv-vis spektrofotometre, Japonya) ile ölçülmüştür. Absorbans değeri 0,900 değerinin üzerinde çıkan sonuçlar için dilüsyon yapılmıştır. Sonuçlar % konjuge dien miktarı olarak verilmiştir.

$$\text{Konjuge Dienoik Asit Miktarı (\% konjuge dien)} = 0,84 \times \left[\frac{A_s}{b \times c} - 0,03 \right] \quad (3.3)$$

A_s= 232 nm' deki absorbens değeri

b= Küvet genişliği (cm)

c= Çözelti konsantrasyonu (g/L)

3.2.3. Oleojellerin ve Hayvan Vücut Yağının Yağ Asidi Bileşiminin Belirlenmesi

AMO, BMO ve HY'ın yağ asitleri bileşimini belirlemek için önce örneklerin yağ asidi metil esterleri AOCS Ce 2-66 (AOCS, 1998)'e göre hazırlanmıştır. Bunun için yaklaşık 100 mg yağ veya oleojel örneği ağız kapaklı bir test tüpü içerisine tartılmış ve 10 mL hekzan ilavesini takiben çözünmesi için 30 sn karıştırma işlemi uygulanmıştır (Heidolph Reax top, Heidolph, Almanya). Test tüpüne 100 mikrolitre 2 N etanollü KOH ilavesi yapıldıktan sonra karıştırma işlemi tekrarlanmış ve santrifüjün ardından (6461 xg, 10 dk, Sigma 2-16K, Sartorius, Almanya) berrak faz alınarak, enjekte edilmek üzere 2 mL'lik viallere aktarılmıştır. Analize ait çalışma şartları aşağıdaki gibidir:

- Kromatografi sistemi: Agilent 7890B Gaz Kromatografisi (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD)
- Dedektör: Alev iyonizasyon dedektörü (FID) (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD)
- Otomatik örnekleyici: Agilent G4513A (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD)
- Kolon: HP-88, 100 m x 0,25 mm çap x 0,2 mikrometre film kalınlığı (J&W Scientific Co, CA, ABD)
- Inlet sıcaklığı: 250 °C
- Enjeksiyon hacmi: 1 mikrolitre
- Split oranı: 1/50
- Taşıyıcı gaz: Hidrojen
- Akış hızı: 2 mL/dk
- Fırın sıcaklığı: 120 °C'de 1 dk, 10°C/dk ile 175 °C ve bu sıcaklıkta 10 dk bekleme, 5 °C/dk ile 210 °C ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme, 5 °C/dk ile 230 °C ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme,
- Dedektör sıcaklığı: 280 °C
- Dedektör gazları: Hidrojen, 40 mL/dk; Kuru hava, 450 mL/dk

Başlıca yağ asitlerinin tanımlanmasında aynı koşullarda analiz edilen referans yağ asidi metil esterleri karışımına (Supelco, Bellefonte, PA, ABD) ait alıkonma süreleri dikkate alınmıştır. Örneklere ait yağ asitleri kompozisyonu, referansta karşılık geldiği pikin alanının tüm pik alanları toplamına olan oranına göre kütlece yüzdesel (%) olarak ifade edilmiştir.

3.2.4. Oleojellerin ve Hayvan Vücut Yağının Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

AMO, BMO ve HY örneklerinin reolojik özellikleri DHR 2 reometre (TA Instruments, ABD) ile paralel plakalı geometri (40 mm çapında ve 1 mm yüksekliğinde) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla gerilme taraması (strain-amplitude sweep) ile sıcaklık rampa, frekans ve zaman tarama (temperature ramp, frequency ve time sweep) testleri uygulanmıştır. Önce, her bir örnek için belirlenen sıcaklıklarda gerilme taraması testi yapılarak örneklerin doğrusal viskoelastik bölgesi (LVR) için en uygun gerilim genliği belirlenmiş ve söz konusu bu bölgede ilk olarak frekans tarama testleri gerçekleştirilmiştir. Frekans tarama testleri 10 °C 0,1-100 Hz aralığında yapılarak depolama (G') ve kayıp (G'') modülüsleri belirlenmiştir. En yüksek depolama (G') ve kayıp (G'') modülüs değerine sahip olan örneğin en iyi viskoelastik özelliğe sahip olduğu tespit edilirken ayrıca örneklerin $G' > G''$ olması baskın elastik jel karakteristiğinin bir göstergesi olduğu belirlenmiştir. İkinci olarak lineer viskoelastik bölgede (LVR) belirlenen gerilim genliğinde; bu değer üzerinde ve altındaki gerilim değerlerinde üç zaman diliminde 10 °C sıcaklık ve 1 Hz frekansta zaman tarama (time sweep) testi uygulanmıştır. Lineer bölgedeki gerilim (strain) değerinde $G' > G''$ tespit edilmiş, daha büyük (LVR gerilim $\leq$ gerilim) ve daha küçük (LVR gerilim $\geq$ gerilim) gerilim uygulamasıyla elde edilen sonuçlar ile örneklerin viskoelastik özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin sıcaklık rampa (temperature ramp) testi, 0 °C ile 75 °C arasında, 1 Hz frekansta, doğrusal viskoelastik bölgede, 1 °C/dk'lık artış ile gerçekleştirilmiştir. Her daim lineer viskoelastik koşulların devamlılığı için gerilme taraması testinde elde edilen gerilme (strain) değeri kullanılmıştır.

3.3. Oleojel İçeren ve Kontrol Sucuklarının Üretimi

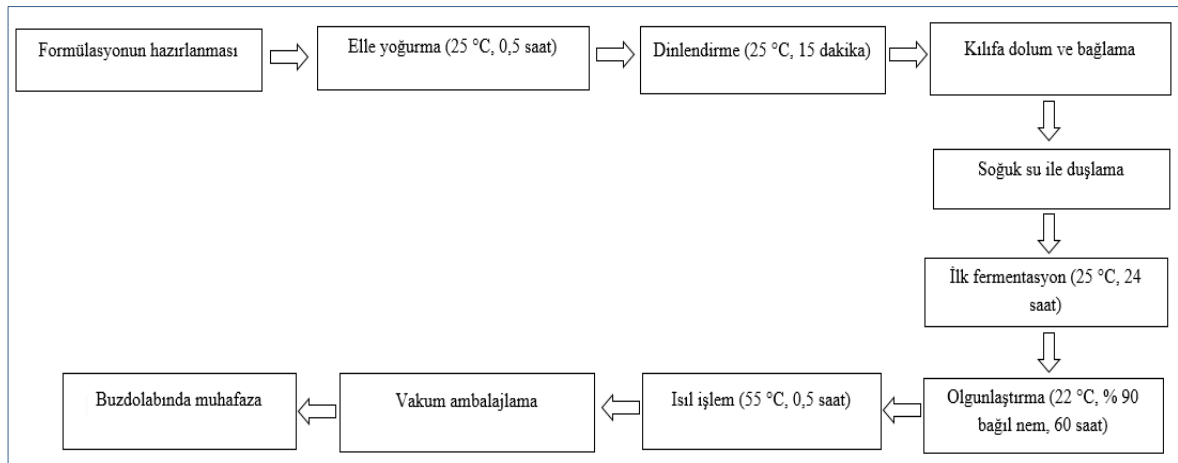
Bu tezde üretilen 3 farklı çeşit sucuk, Çanakkale'de bulunan Erzak Gıda firmasının üretim tesisinde sucuk ustaları ve hazır alet-ekipman ile gerçekleştirilmiştir. Sucuk formülasyonunda kullanılan AMO, BMO ve HY daha önce hazırlanmış olarak üretimhaneye gidilmiş ve orada taze dana etinden orta yağlı kıyma çekilerek, aşağıda Tablo 1'de gösterilen formülasyon hazırlanmıştır.

Tablo 1

Sucuk üretiminde kullanılan formülasyon (%)

% Katılım Oranı	Sucuk-KNT	Sucuk-AMO	Sucuk-BMO
Et	68,67	68,67	68,67
Yağ/Oleojel	17,17	17,17	17,17
Baharat (kurutulmuş öğütülmüş kırmızıbiber, öğütülmüş kimyon, kurutulmuş öğütülmüş sarımsak, öğütülmüş karabiber, stabilizörler E451, E450, E452, maltodekstrin, dekstroz monohidrat, sodyum eritorbat, maya ekstraktı, baharat özleri)	12,87	12,87	12,87
Tuz (% 0,6 oranında sodyum nitrit içerir)	1,29	1,29	1,29

Hazırlanan sucuk hamuru aşağıda Şekil 2’de gösterilen sucuk üretim akış şeması takip edilerek sucuk üretimleri gerçekleştirilmiştir. Doğal sığır ince bağırsağı sucuk kılıfı olarak kullanılmıştır.



Şekil 2. Sucuk üretimi akış şeması

Üretilen sucuklar soğuk suyla duşlandıktan sonra, süzölmeleri beklenmiş ve taze sucukların ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. Sucuk üretim sürecini gösteren resimler Şekil 3’te gösterilmiştir. Daha sonra akış şemasında gösterilen koşullarda ilk fermentasyon

ve olgunlaştırma işlemleri yapılmıştır. Örneklerin ağırlıkları tekrar tartılarak kaydedilmiştir. Isıl işlemten sonra, sucuklar vakum ambalajlanmış ve laboratuvara getirilmiştir. Sucuk üretimi iki tekerrürlü olarak yapılmıştır. Analizler süresince örnekler buzdolabında ve/veya derin dondurucuda (- 18 °C) tutulmuştur.

3.3.1. Sucukların Temel Bileşim Analizleri

Üç farklı sucuk örneğinin (Sucuk-KNT, Sucuk-AMO, Sucuk-BMO) nem içerikleri nem tayini cihazı Ohaus MB45 (Ohaus, Pine Brook, ABD) kullanılarak analiz 2 paralel şekilde gerçekleştirilmiş ve sonuçlar % nem olarak verilmiştir.

Örneklerin kül içeriği AOCS Ba 5a-49 (AOCS, 1998) metoduna göre ölçülmüştür. Homojen hale getirilen sucuk örnekleri daha önce darası alınmış ve desikatör ile soğutulmuş krozelere yaklaşık 5 g olacak şekilde tartılmıştır. Ön yakması gerçekleştirildikten sonra kül fırınında (Protherm Furnaces, PLF 110/15, Türkiye) 500 °C'ye kademeli getirilip sonra beyaz kül oluşana kadar yakılmıştır. Daha sonra krozeler desikatörde soğutulmuştur. Analiz 2 paralel şekilde gerçekleştirilmiştir ve yakma sonrası kalan kül miktarı örnek miktarına göre yüzdeliği hesaplanmıştır.

Örneklerin ham protein içeriği Kjeldahl yöntemi ile AOCS Aa 5-38 metodu (AOCS, 1989) uygulanarak 3 paralelli ölçülmüştür. Yakma işlemi için Kjeldahl balonuna yaklaşık 1 gram sucuk örneği homojenize edildikten sonra eklenmiştir ve üzerine 2 adet Kjeldahl tableti ile 10 mL sülfirik asit ilave edilmiştir ve siyahlık gidene kadar yakılmıştır. Üzerine 75 mL saf su ilavesinden sonra % 40'lık 75 mL NaOH ile damıtma düzeneğine yerleştirilmiştir. Damıtık toplanacak yere bir erlen içinde 50 mL % 2'lik H₃BO₄ üzerine 3-5 damla indikatör de ilave edildikten sonra yerleştirilerek damıtma işlemi gerçekleştirilmiştir. Erlen içindeki çözelti 0,1 N HCl ile titre edildikten sonra harcanan HCl asit miktarından % azot miktarı hesaplanmış ve sonuç 6,25 ile çarpılarak % protein olarak sonuç verilmiştir.

Sucukların yağ içeriğini belirlemek için AOAC 920.39 (AOAC, 2002) metodu göz önüne alınmıştır ve analiz 3 paralel şekilde gerçekleştirilmiştir. İyice öğütülerek homojenize edilen sucuk örneği 3-5 g arasında kartuşlara tartılmıştır ve kartuşlar otomatik soxhlet ekstraktör (SER 148 Solvent Extractor, VELP Scientifica, İtalya) cihazına yerleştirilerek hegzan ile yağ ekstraktı gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işleminden sonra kalan fazla hegzanı uçurmak için sabit tartıma gelinceye dek etüvde bekletilmiştir.

3.3.2. Sucukların Fiziksel Özellikleri

Sucuk örneklerinin pH değerini belirlemek için 1 g sucuk örneği iyice parçalandıktan sonra üzerine 10 mL saf su konulmuş ve oda sıcaklığında 5 dk karıştırılmıştır. Daha sonra pH metre cihazının (PB-11, Sartorius, Göttingen, Almanya) probu sulu kısma daldırılarak pH ölçümü yapılmıştır.



Şekil 3. Sucuk üretim sürecinden bazı resimler

Sucuk örneklerinin hem yüzeylerinde hem de kesitlerinde aletsel renk değerleri farklı birkaç noktada Minolta CR-400 Reflektans kolorimetresi (Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir.

Sucuklar kılıflara hemen doldurulduktan sonra ve olgunlaşma tamamlanıp vakum ambalajlama öncesinde ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. İlk ve son ağırlık farkından üretimdeki ağırlık kaybı hesaplanmış ve yüzde değer olarak verilmiştir.

Sucuklarda pişirme kaybını hesaplamak için, önce sucuk örnekleri 1,5 cm kalınlığında dilimlenmiş, çiğ dilimlerin ağırlığı kaydedilmiştir. Daha sonra tüm örnekler aynı teflon tavada ve aynı ısı koşulunda olmak üzere mutfak fırını üzerinde her iki yüzü 1,5 dk olacak şekilde pişirilmiştir. Pişirilen sucuklar filtre kâğıdı üzerine alınmış hepsi 3 dk bekletildikten sonra ağırlıkları tekrar tartılmıştır. Aradaki ağırlık farkından pişirme kaybı hesaplanmış ve % kayıp değeri olarak verilmiştir.

3.3.3. Sucuklardan Ekstrakte Edilen Yağların Yağ Asidi Bileşimi

Üretilen sucukların içerdiği tüm yağ öncelikle ekstrakte edilmiştir. Bunun için 10 g sucuk örneği iyice parçalandıktan sonra ayırma hunisine alınmış ve üzerine 100 mL hekzan eklenmiştir. Oda sıcaklığında yaklaşık 0,5 saat karıştırıldıktan sonra yağ içeren

hekzan fazı katı fazdan ayrılmış ve toplanmıştır. İşlem ardışık olarak üç defa tekrarlanarak misella (hekzan + yağ) toplanmıştır. Daha sonra karışım Rotary evaporatöre (Hei-VAP Advantage, Heidolph, Almanya) bağlanarak vakum altında 70 °C’de hekzan tamamen uzaklaştırılmış ve yağ örnekleri elde edilmiştir. Sucuklardan ekstrakte edilen yağ örneklerinin yağ asitleri bileşimi yukarıda 3.2.3 bölümünde açıklanan metot ve GC kullanılarak ölçülmüş ve sonuçlar % yağ asidi olarak verilmiştir.

3.3.4. Sucukların Aletsel Tekstür Analizi

Sucuk örneklerinin Tekstür Profil Analizi bir TA-XT2i model Texture Analyzer cihazı (Godalming, Surrey, İngiltere) kullanılarak üç paralelli olarak ölçülmüştür. Önce çiğ sucuk örneklerinden 1,5 cm kalınlığında dilimler alınmış, ölçümler oda sıcaklığında (25 °C) yapılmıştır. Analiz için 30 kg yük uygulanmış, 2 mm/sn hızla, orijinal yüksekliğin % 50’si kadar çift kademeli olarak sıkıştırma işlemi yapılmıştır. Ölçümü yapılan parametrelerin tanımlamaları Bourne (1978) genel metoduna göre yapılmıştır. Buna göre Sertlik = Hardness (N), örneği ilk sıkıştırmada gerekli olan maksimum kuvvet olarak; Bağlayıcılık (İç yapışkanlık) = Cohesiveness (birimsiz), ikinci sıkıştırmada gerekli olan toplam enerji / ilk sıkıştırmada gerekli olan enerji oranı olarak; Elastiklik = Springiness (birimsiz), ikinci sıkıştırmada erişilen yüksekliğe olan mesafenin ilk sıkıştırma mesafesine oranı olarak; Sakızimsılık = Gumminess (N), ürün sertliği x bağlayıcılık olarak; Çiğnenebilirlik = Chewiness (N), sakızimsılık x elastiklik olarak; ve Esneklik = Resilience (birimsiz), ilk sıkıştırmadan sonra geri çekilişte oluşan absis altın alanın, ilk sıkıştırma alanına oranı olarak tanımlanmıştır. Veriler cihazın kendi yazılımında (Texture Expert, Godalming, Surrey, İngiltere) değerlendirilmiştir.



Şekil 4. Araştırmada üretilen sucuklar (A; kangal sucuklar, B; dilimlenmiş sucuklar)

3.3.5. Çiğ Sucuklarda Duyusal Tekstür Profil (TPA) Analizi

Çiğ sucuk örneklerinin tekstür analizleri standart metodoloji (Meilgaard, Civille ve Carr, 1991) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 6 bayan ve 4 bay olmak üzere toplam 10 panelistten faydalanılmıştır. Panelistleri yaş aralığı 23-50'dir. Öncelikle panelistler, panel lideri eşliğinde eğitilmişlerdir. Bunun için birçok farklı sucuk örnekleri kullanılarak ortak tanımlayıcı terminoloji ve bunların tanımları geliştirilmiştir. Geliştirilen tanımlayıcı terimler Tablo 2'de gösterilmiştir. Eğitimin sonunda ise skala kullanımı konusunda pratik yapmak üzere panelde kullanılacak 1-10 skalası üzerinde çalışılmıştır. Kullanılan analiz skalası da aşağıda Şekil 5'te verilmiştir. Tekstür profil analizi (TPA), duyu analizi koşulları (ısı, ışık, koku, ses) sabitlenmiş panel odasında, objektif metoda göre yapılmıştır. Duyusal değerlendirme sırasında her paneliste yarım sucuk ve bir adet mutfak bıçağı verilmiştir. Örnekler üç dijit rakamla kodlanmış olarak panelistlere sunulmuştur. Analiz iki tekerrürlü olarak farklı günlerde yapılan oturumlar ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2

Çiğ sucuk örneklerinin duyu analizi özelliklerinin tanımlanmasında kullanılan terimler, tanımları ve referansları

Özellik	Tanım	Referanslar
Dilimlenebilme	Keskin bıçak ile 1,5-cm eninde düzgün dilimlenebilme niteliğini belirler	0- dilimlenemiyor / 10- kolayca dilimleniyor
Bıçağa Yapışma	Dilimlerken bıçak üzerine sıvanma ve liflenmeyi ifade eder	0- bıçağa sıvanıyor / 10- bıçağa hiç yapışmıyor
Kesitte Mozaik Yapı	Et ve yağın oluşturduğu homojen dağılımlı kırmızı-beyaz mozaik görüntüyü belirler	0- mozaik yapı belirsiz / 10- mükemmel mozaik görüntü
Genel Görünüş	İyi kalite dilimlenmiş sucuğun şekli	0- uygun değil / 10- mükemmel

Çiğ Sucuk Yapısal Tanımlama (TPA) Analizi Panelistin Cinsiyeti: E..... B..... Panelistin Yaşı:										
Dilimlenebilme (0 = dilimlenmiyor, 10 = kolay dilimleniyor)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bıçağa Yapışma (0 = Bıçağa tamamen yapışıyor, 10 = Bıçağa hiç yapışmıyor)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kesitte Mozaik Yapı (0 = Hiç mozaik yapı yok, 10 = Mükemmel mozaik yapı)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Genel Görünüş (0 = Uygun değil, 10 = Mükemmel Şekil)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Şekil 5. Çiğ sucuk örneklerinde yapısal profil testi (TPA) skalası

3.3.6. Pişmiş Sucukların Uçucu Bileşen Analizi

Her bir sucuk örneği 1,5 cm kalınlığında dilimlenmiş ve daha sonra sucuk diliminin her iki yüzü teflon tava ve mutfak fırını üzerinde aynı sıcaklıkta 2 dk pişirilmiştir. Pişen sucuklar bıçakla küçük parçalar halinde kesilmiş ve örnek hazırlama şişelerine 2,0 g olarak tartılmıştır. Ağzıları septumlu kapak ile kaplanan şişeler daha sonra uçucu bileşen (volatil) analizine alınmıştır.

Sucuk örneklerine ait uçucu bileşenler Aydeniz Güneşer ve Yılmaz (2017)'nin tekniklerinde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Uçucu bileşenlerin elde edilmesinde katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) tekniği kullanılmıştır. Yaklaşık 2 g sucuk örneği içerisine 1 g tuz ilavesine takiben, 1 dk kuvvetle çalkalanmış (Heidolph Reax Top, Heidolph, Almanya) ve aroma maddelerinin belirlenmesi için özel renkli şişelere alınarak 40 °C'deki su banyosunda (GFL 1013, GFL Labortechnik, Almanya) 10 dk bekletilmiştir.

Süre sonunda su banyosundaki örnek içerisine SPME (2 cm, 50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS, Supelco, Bellafonte, ABD) fiber yerleştirilerek 10 dk boyunca aroma maddelerinin fiberde tutunması sağlanmıştır. Uçucu bileşenlerin analizinde aşağıda belirtilen çalışma şartları kullanılmıştır;

- Kromatografi sistemi: Agilent 6890HB Gaz Kromatografisi (Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD)
- Dedektör: Agilent 5875C Kütle seçici dedektör Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD)
- Kolon: DB-5MS kolon (60 m x 0.25 mm i.d. x 0.25-µm film kalınlığı (J&W Scientific, Folsom, CA, ABD)
- Split oranı: ½
- Taşıyıcı gaz: Helyum
- Akış hızı: 1,2 mL/dk
- Fırın sıcaklığı: 40 °C’de 1 dk, 1 °C/dk hızla 70 °C’ye artış, 5 °C/dk hızla 200 °C’ye artış, 50 °C/dk hızla 230 °C’ye artış ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme
- Dedektör gazları: Hidrojen - 30 mL/dk; Kuru hava - 400 mL/dk

Kütle seçici dedektör koşulları ise şöyledir: kapiler direkt arayüz sıcaklığı, 280 °C; iyonizasyon enerjisi, 70 eV; kütle aralığı, 35 - 350 amu; tarama hızı, 4.45 scans/sn. Aroma bileşenlerinin tanımlanması için bilinmeyen bileşenlerin kütle spektralleri, National Institute of Standards and Technology (Nist, 2008), Wiley Registry of Mass Spectral Data, 7th Edition (McLafferty, 2005) veri bankaları ile karşılaştırılmıştır. Belirlenen uçucu bileşenlerin kütle değerleri alan yüzdesi olarak verilmiştir.

3.3.7. Pişmiş Sucuklarda Duyusal Kantitatif Tanımlama (QDA) Analizi

Sucuk örnekleri 1,5 cm kalınlığında dilimlenmiş ve daha sonra sucuk diliminin her iki yüzü teflon tava ve mutfak fırını üzerinde aynı sıcaklıkta 2 dk pişirilmiştir. Pişmiş sucuk örneklerinin duyusal karakterizasyonu “Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA)” (Meilgaard ve diğerleri, 1991) tekniğine göre yapılmıştır. Bir panel liderinin moderatör olduğu oturumlar 12 kişiden oluşan eğitimli panelistlerce (8 bayan, 4 bay, 24-43 yaş aralığı) gerçekleştirilmiştir. İlk oturumda panelistlere testin uygulanışı ve dikkat edilecek hususlarla ilgili bilgiler verilmiş, bunu takiben piyasadan temin edilen farklı tip sucuk örnekleri kullanılarak ortak terminoloji geliştirilmiştir. Devam eden oturumlarda, 10 puanlık (0-yok, 10-kuvvetli) skalalar esas alınarak, geliştirilen tanımlayıcı terimlerin derecesini ifade etmeye yarayan referans standartlar (bitkisel materyaller, gıda maddeleri,

kimyasal çözeltiler vb.) tanımlanmıştır. Farklı gün ve oturumlarda gerçekleşen panellerde, tanımlama analizinin hatasız gerçekleştirilmesi amacıyla panelistlere en az 15 saat eğitim verilmiştir. Pişmiş sucuk örnekleri için panel tarafından geliştirilen terimler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Terim geliştirmeyi takiben, sucuk örneklerine ait esas değerlendirmenin yapılabilmesi amacıyla farklı oturumlarda panelistlere örnekler sunulmuştur. Tüm oturumlar için sucuk örnekleri farklı 3 basamaklı sayılarla kodlanmış ve oda sıcaklığında beyaz renkli köpük tabaklar içerisinde sunulmuştur. Oturumlar esnasında ve arasında panelist duyularının dinlendirilmesi ve tazelenebilmesi amacıyla ılık su, tuzsuz kraker, elma dilimleri ve tükürme kabı sağlanmıştır. Analizde kullanılan skala Şekil 6'da verilmiştir. Analizler rastgele ve tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3

Pişmiş sucuk örneklerini duyuşsal tanımlamada kullanılan terimler, tanımları ve referansları

Özellik	Tanım	Referanslar
Görünüş	Pişmiş sucuk diliminin ideal şekil ve rengi	0- çok kötü / 10- mükemmel
Sertlik	Isırma ile dişte hissedilen direnci ifade eder	0- çok yumuşak / 10- çok sert
Çiğnenebilirlik	Ağızda dişler ile parçalanma kolaylığı	0- çok zor çiğneniyor / 10- kolay çiğneniyor
Yağlılık	Hissedilen toplam yağ ve kayganlık	0- hiç yok / 10- aşırı yağlı
Sululuk	Çiğnemeyele salınan su miktarı	0- çok kuru / 10- sulu
Aroma/Koku	Sucuktan beklenen baharatlı pişmiş et kokusu	0- çok zayıf / 10- ideal, beklenen koku
Lezzet/Flavor	Pişmiş sucuğun damakta bıraktığı toplam baharat, et lezzeti	0- çok kötü / 10- çok güzel

Pişmiş Sucukta Duyusal Tanımlama (QDA) Analizi										
Panelistin Cinsiyeti: E..... B.....					Panelistin Yaşı:					
Görünüş (0 = Çok Kötü, 10 =İdeal)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sertlik (0 = Çok Yumuşak, 10 = Çok Sert)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Çiğnenebilirlik (0 = Çok Zor Çiğneniyor, 10 = Çok Kolay Çiğneniyor)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yağlılık (0 = Yağsız, 10 = Çok yağlı)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sululuk (1 = Çok Kuru, 10 = Çok Sulu)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aroma/Koku (1 = Çok Zayıf, 10 = Çok Güzel)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lezzet/Flavor (0 = Çok Kötü, 10 = Çok Güzel)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Şekil 6. Pişmiş sucuk örneklerinde kullanılan kantitatif tanımlama testi (QDA) skalası

3.3.8. Pişmiş Sucuklarda Tüketici Testi

Yukarıda açıklanan yöntemle pişirilen sucuklar, çalışmaya gönüllü olarak katılan tüketiciler tarafından test edilmiştir. Hazırlanan örneklere üç haneli kodlar verilerek, beyaz köpük tabaklarda, plastik çatal ile tüketiciye sunulmuştur. Sunum esnasında tüketicilerden öncelikle kodlanmış örnekleri görsel olarak test etmeleri, sonra koklamaları ve son olarak da tadım yapmaları istenmiştir. Hazırlanan örneklerin beğenilme durumunu belirlemek için

5-noktalı hedonik skala (1-hiç beğenmedim, 5-çok beğendim) kullanılmış ve örneklerin her biri 50 farklı tüketici (23 bayan, 27 erkek, 20-40 yaş aralığına sahip üniversite çalışanları ve öğrenciler) tarafından değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede kullanılan hedonik skala örneği Şekil 7’de görüldüğü gibidir.

<u>Örnek Kodu:</u>					
	1 Hiç beğenmedim	2 Az beğendim	3 Ne beğendim ne beğenmedim	4 Beğendim	5 Çok beğendim
Görünüş					
Koku/Aroma					
Tat/Lezzet					
Genel kabul					

Şekil 7. Sucuk örnekleri için kullanılan tüketici testi skalası

3.3.9. İstatistik Analizler

Elde edilen tüm analitik verilerin değerlendirilmesi ve sucuk örnekleri arasındaki farklılıkların açıklanmasında varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırma testi (Tukey) uygulanmıştır. Duyusal analiz (kantitatif tanımlayıcı analizler ve tüketici testi) verilerinin değerlendirilmesinde non-parametrik Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. İstatistik analizlerin yapılmasında Minitab Ver 16.1.1 (Minitab, 2010) paket programından faydalanılmıştır. Güvenlik seviyesi tüm analizlerde en az % 95 olarak belirlenmiştir.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmanın başlangıcında soğuk pres keten tohumu yağından iki farklı oleojel (AMO ve BMO) hazırlanmış ve hayvansal yağ (HY, kontrol örneği) karşı önce özellikleri belirlenmiş ve daha sonra bu yağlar kullanılarak, verilen üretim tekniği ve formülasyon ile 3 çeşit sucuk üretilmiştir. Üretilen sucuklarda ise sırasıyla bazı analizler gerçekleştirilmiş ve veriler elde edilmiştir. Tüm üretim işlemleri 2 tekerrürlü olarak yapılmış ve her bir tekerrür örnekte analizler de 2 paralel olarak yapılmıştır. Ölçümlere ilişkin tanıtıcı veriler ortalama $\pm$ standart hata ya da standart sapma şeklinde verilerek uygun istatistiksel analizleriyle birlikte aşağıda tartışılmıştır.

4.1. Hayvansal Yağ ve Oleojellerin Fiziko-Kimyasal Özellikleri

Sucuk üretiminde kullanılan hayvan vücut yağı ve geliştirilen keten tohumu yağı oleojellerinin (AMO ve BMO) bazı fiziksel özellikleri Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4
Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ ve oleojellerin bazı fiziksel özellikleri

	Aleysel Renk				Termal Özellikler	
	L değeri	a* değeri	b* değeri	Onset _m (° C)	Pik (T _m , °C)	ΔH_m (J/g)
Hayvansal Yağ (HY)	75,18 $\pm$ 0,39 ^a	-3,39 $\pm$ 0,01 ^a	3,24 $\pm$ 0,25 ^c	39,46 $\pm$ 0,84 ^c	44,63 $\pm$ 0,55 ^c	9,20 $\pm$ 0,94 ^b
Ayçiçek Mumu Oleojeli (AMO)	70,36 $\pm$ 5,88 ^b	-3,45 $\pm$ 0,42 ^a	62,47 $\pm$ 10,23 ^a	52,35 $\pm$ 1,33 ^a	61,38 $\pm$ 3,41 ^a	11,56 $\pm$ 2,95 ^a
Balmumu Oleojeli (BMO)	45,99 $\pm$ 0,45 ^c	-3,17 $\pm$ 0,07 ^a	26,69 $\pm$ 0,22 ^b	46,12 $\pm$ 0,84 ^b	53,22 $\pm$ 0,84 ^b	4,11 $\pm$ 0,40 ^c

Aynı sütunda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Renk duyuşal değerdendirmede etkili bir özellik olup tüketicinin ürün kalitesini belirlemede bir parametredir. Yağlara ilave edilen farklı mumların yağın rengine değışikliğe sebep olup olmadığını belirlemek için yapılan renk analizinde 3 farklı yağ kaynağının L (aydınlık) değeri kıyaslandığında hayvansal yağ, ayçiçek mumu oleojeli ve

balmumu oleojeli istatistiksel olarak önemli derecede birbirinden farklı olup en yüksek L değeri 75,18 ile hayvansal yağda ve en düşük değer 45,99 ile balmumu oleojelinde tespit edilmiştir. Üç yağ kaynağının a* (kırmızılık) değeri incelendiğinde istatistiksel olarak birbirine benzer ancak b* (sarılık) değerinin istatistiksel olarak önemli şekilde birbirinden farklı olup 62,47 ile en yüksek b* değeri ayçiçek mumu oleojelinde belirlenirken en düşük değer 3,24 ile hayvansal yağda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Şekil 1’de gösterilen renk değişikliğine arka çıkmakta olup hayvansal yağın diğerlerine göre belirgin bir beyaz renge, ayçiçek mumu oleojelinin ise diğer iki yağ kaynağından fazla şekilde sarı renge sahip olduğu ve bu sonucun kullanılan keten tohumu yağının ve ayçiçek mumunun renginden ileri geldiği düşünülmektedir.

Hayvansal yağ, ayçiçek mumu oleojeli ve balmumu oleojelinin termal özellikleri göz önüne alındığında ergime başlangıcındaki sıcaklığının ($Onset_m$) istatistiksel olarak önemli şekilde birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Ergime başlangıcı en düşük 39,46 °C ile hayvansal yağda belirlenmiş olup en yüksek ergime başlangıç sıcaklığı 52,35 °C ile ayçiçek mumu oleojelinde tespit edilmiştir. Ergime noktaları da (T_m) istatistiksel olarak önemli şekilde birbirinden farklı olup en yüksek ayçiçek mumu oleojelinde 61,38 °C, en düşük ise hayvansal yağda 44,63 °C olarak bildirilmiştir. Ergime entalpileri (ΔH_m) değerlendirildiğinde en yüksek ayçiçek mumu oleojelinde 11,56 J/g değeri, en düşük 4,11 J/g değerinde balmumu oleojelinde tespit edilirken istatistiksel olarak birbirlerinden anlamlı şekilde farklı olduğu bulunmuştur. Tablo 4’deki sonuçlara bakıldığında ayçiçek mumu oleojelinin hayvansal yağ ve balmumu oleojeline göre erimesinin daha zor olduğu ve bunun olejelatör olarak kullanılan ayçiçek mumunun özelliklerinden ileri geldiği düşünülmektedir. Gerçekleştirilen başka bir çalışma ile yağ bileşimindeki farklılığın yağın termal özelliklerinde farklılıklar yaratabileceği belirtilmiştir (Öğütçü ve Yılmaz, 2012).

Aynı yağ örneklerinin bazı kimyasal özellikleri de ölçülmüş ve bulgular Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5

Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ ve oleojellerin bazı kimyasal özellikleri

	Hayvansal Yağ (HY)	Ayçiçek Mumu Oleojeli (AMO)	Balmumu Oleojeli (BMO)
Serbest Asitlik (% Linoleik)	2,82 ± 0,05 ^b	2,50 ± 0,09 ^c	6,14 ± 0,08 ^a
Peroksit Sayısı (meqO ₂ /kg yağ)	7,33 ± 1,47 ^b	7,10 ± 1,35 ^b	8,35 ± 1,89 ^a
Konjuge Dien (%)	0,43 ± 0,00 ^b	0,40 ± 0,006 ^b	0,52 ± 0,008 ^a

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Hayvansal yağ ve oleojellerin serbest yağ asitliği ele alındığında istatistiksel olarak farklı olup ($p \leq 0,05$) en yüksek serbest asitlik 6,14 ile balmumu oleojelinde tespit edilmiştir. Peroksit sayısı değerlendirildiğinde hayvansal yağ ve ayçiçek mumu oleojeli istatistiksel olarak önemli derecede farklı sonuçlar göstermeyip ($p \geq 0,05$) balmumu oleojeli 8,35 meqO₂/kg peroksit değeriyle hayvansal yağdan ve ayçiçek mumu oleojelinden istatistiksel olarak önemli şekilde farklı olup ($p \leq 0,05$) en düşük oksidatif kararlılığı sergilemiştir. Balmumu oleojelinin tespit edilen yüksek serbest asitliğinin balmumu oleojelatöründe var olan serbest yağ asidi miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Yılmaz ve Ögütücü, 2014). Sucuğun yapısında yer alan lipazlar lipoliz reaksiyonunu gerçekleştirerek serbest yağ asitlerinde bir artış meydana getirmektedir. Oksidasyona uğramamış olan serbest yağ asitleri de sucuğun üretim işlemi basamaklarından biri olan olgunlaşması aşamasında aromaya katkı sağlayan maddeleri oluşturmaktadır; ancak fazla miktarda açığa çıkan serbest yağ asitleri oksidasyona uğrayarak üründe acılaşmaya ve oksidasyon ürünü olan peroksit oluşumu ile peroksit sayısında artışa neden olabilmektedir (Gök, 2006; Geçgel, Yılmaz, Ay, Apaydın ve Dülger, 2016; Köseoğlu, 2014). Balmumunun susam yağına eklenerek oleojel üretildiği bir et ürünü çalışmasında da balmumu miktarındaki artışın serbest yağ asidinde artışa neden olduğu bildirilmiştir (Moghtadaei, Soltanizadeh ve Goli, 2018).

Hayvansal yağ ve ayçiçek mumu oleojelinin konjuge dien sayıları ise istatistiksel olarak birbirinden önemli derecede farklı olmayıp ($p \geq 0,05$) balmumu oleojelinden farklılık göstermektedirler ($p \leq 0,05$). Yağlarda istenmeyen bir tepkime olan oksidasyonun birincil ürünlerinin oluşup oluşmadığını belirlemek için yapılan konjuge dien analizi incelendiğinde de peroksit sayısındaki değerlere paralel olarak artış gösterdiği, hayvansal yağda 0,43 ve keten tohumu yağından yapılan oleojellerde 0,40 ile 0,52 değerlerinde konjuge dien sayısı tespit edilmiştir.

4.2. Keten Tohumu Yağı, Hayvansal Yağ ve Oleojellerin Yağ Asidi Bileşimi

Sucuk üretiminde kullanılan KY, HY, AMO ve BMO'nun yağ asitleri bileşimi aşağıda Tablo 6'da verilmiştir.

Yağ asidi kompozisyonu değerlendirildiğinde hayvansal yağın % 69,57 doymuş ve % 30,43 oranında doymamış yağ içerdiği, % 43,33 oranında yer alan palmitik asit (C_{16:0}) majör bileşen olarak belirlenirken doymamış yağ asitlerinden en fazla oleik asit (C_{18:1}) bulunduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada ise hayvansal yağlardan sığır iç yağının yağ asidi içeriğinde palmitik, stearik ve oleik asit diğer yağ asitlerinden yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Javidipour, Tekin ve Ergin, 1999). Çalışmamızdaki belirlenen hayvan iç yağının yağ asitleri açısından benzerlik göstermektedir.

Tablo 6

Sucuk üretiminde kullanılan yağların/oleojellerin yağ asidi bileşimi (%)

	Keten Tohumu Yağı	Hayvansal Yağ (HY)	Ayçiçek Mumu Oleojeli (AMO)	Balmumu Oleojeli (BMO)
Miristik asit (C _{14:0})	-	11,6 ± 1,79	-	-
Palmitik asit (C _{16:0})	17,47 ± 0,01	43,33 ± 2,05	16,04 ± 0,36	15,92 ± 1,56
Stearik asit (C _{18:0})	3,28 ± 0,01	14,64 ± 1,07	3,40 ± 0,05	3,41 ± 0,17
Oleik asit (C _{18:1})	17,75 ± 0,03	28,22 ± 1,34	18,83 ± 0,07	19,11 ± 0,30
Linoleik asit (C _{18:2})	15,11 ± 0,07	2,21 ± 0,97	15,13 ± 0,02	14,99 ± 0,17
Linolenik asit (C _{18:3})	46,39 ± 0,13	-	46,6 ± 0,21	46,57 ± 0,85
Σ SFA	20,75	69,57	19,44	19,33
Σ MUFA	17,75	28,22	18,83	19,11
Σ PUFA	61,50	2,21	61,73	61,56

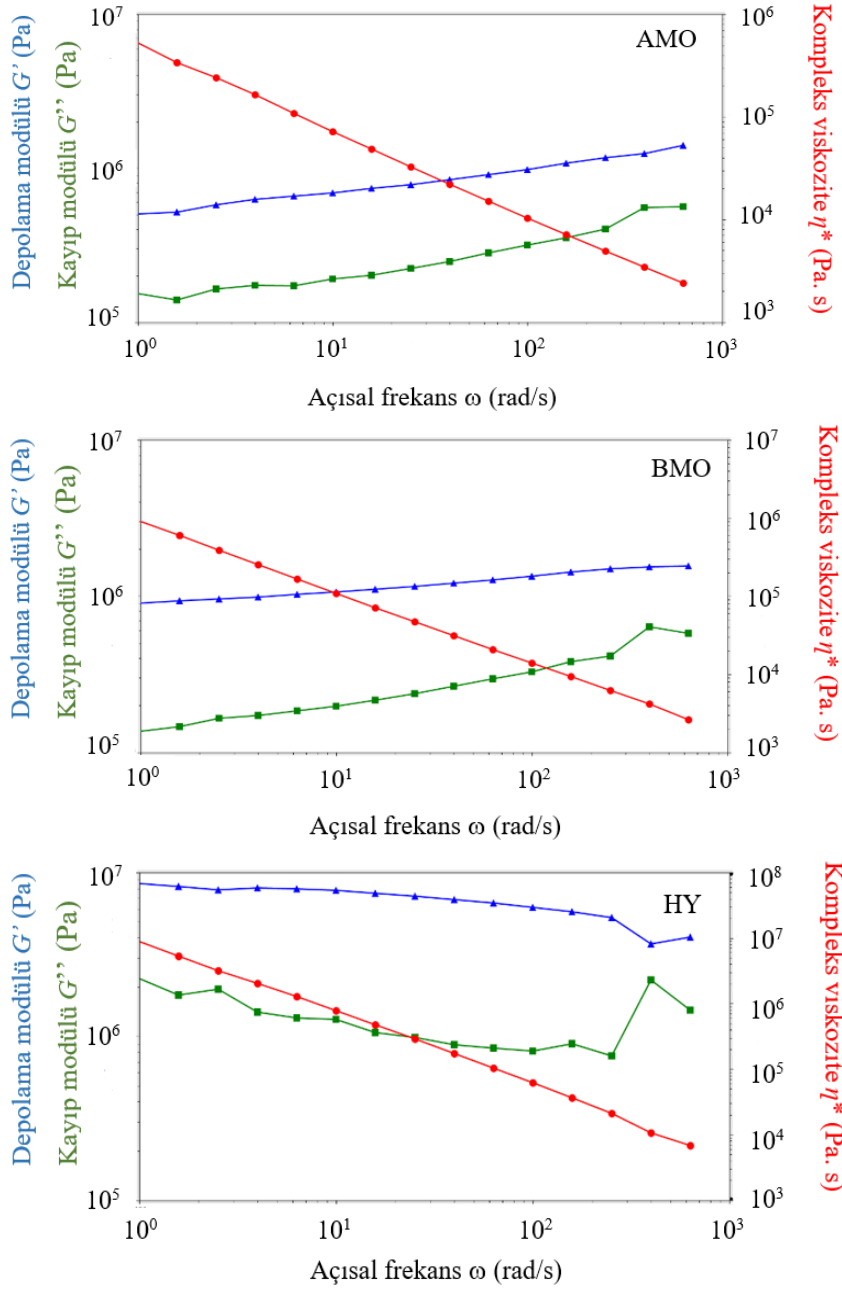
Ayçiçek ve balmumu oleojelleri değerlendirildiğinde her iki oleojelde de miristik asit bulunmazken sırasıyla % 46,6 ve % 46,57 oranlarında linolenik asit (C_{18:3}) tespit edilmiştir. Keten tohumu yağında % 20,75 civarında doymuş ve % 79,25 oranında

doymamış yağ asidi belirlenmiştir. Doymamış yağ asitleri içerisinde linolenik asitin ($C_{18:3}$) en fazla miktarda yer aldığı toplam yağ kompozisyonunun % 46,39'unu oluşturduğu tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada da keten tohumu yağının yağ asidi kompozisyonu incelenmiş ve en yüksek yağ asidi linolenik asit olarak belirlenmiştir (Zetzel ve diğerleri, 2012).

4.3. Hayvansal Yağ ve Oleojellerin Reolojik Özellikleri

Yemeklik katı ve yarı-katı yağlarda reolojik özellikler, örneklerin farklı sıcaklıklardaki ve kuvvet uygulamaları altındaki akış-davranışlarını betimleyen verilerdir. Benzer şekilde bu tür yağların kullanıldığı gıdalarda beklenen katı yağ davranışlarını tahmin etmek için de kullanılabilirler. Sucuk ve diğer ürünlerde bulunan yağın farklı sıcaklıklardaki fiziksel hali (likit veya katı), ağızda ergime hızı, sertliği, yapışma özelliği, kuvvet uygulandığında gösterdiği mukavemeti ürün nitelikleri ve kalitesi için önemli özelliklerdir. Özellikle sucuklarda dilimlenebilme, bıçağa yapışma, liflenme gibi özellikler üzerine diğer bileşenler yanında kullanılan yağın da etkili olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde pişirme kaybı, pişmiş ürünün lezzeti, yeme kalitesi, ağız boşluğunda aroma salımı gibi önemli kalite özellikleri üzerine de kullanılan yağın etki yaptığı bildirilmiştir (Öztan, 2015; Zetzel ve Marangoni, 2011; Sato ve Ueno, 2011; Patel ve Dewettinck, 2015; Ögütçü ve Yılmaz, 2014). Ayrıca sucuk yağının yağ asidi bileşimi, tüketici sağlığına doğrudan etki yaptığı için son yıllarda doymuş yağ alımının sınırlandırılması kapsamında da önem kazanmıştır. Bilindiği gibi oleojellerin yağ asidi bileşimi üretildikleri likit yağla hemen hemen aynıdır. Yani oleojelasyon teknolojisi aşamasında, likit yağın yağ asitlerinde bir değişim olmamaktadır ve bu oleojellerin en önemli avantajı olarak bildirilmiştir (Co ve Marangoni, 2012).

HY, AMO ve BMO örneklerinde reometre cihazıyla ölçülen frekans-sweep testinin grafikleri Şekil 8'de verilmiştir.

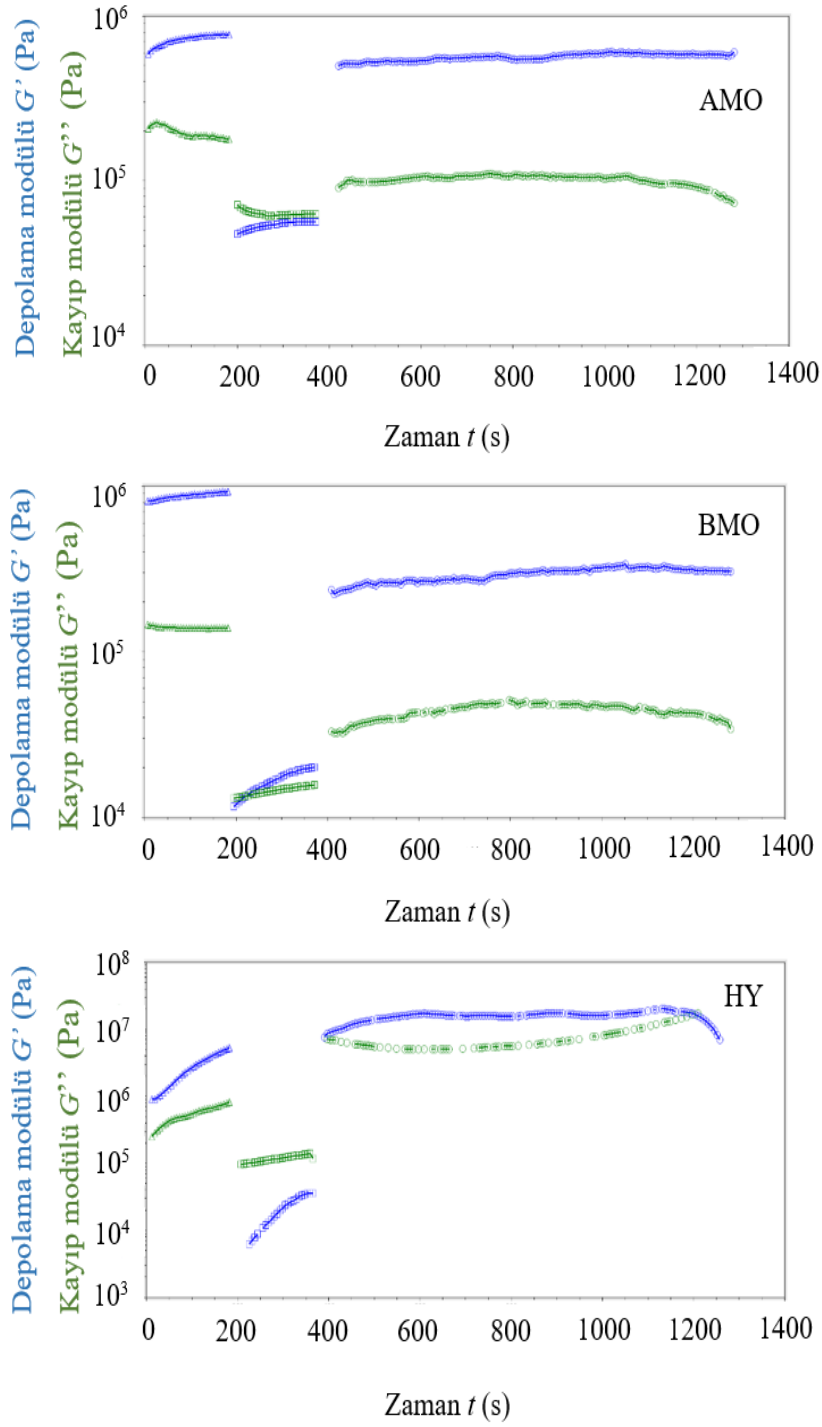


Şekil 8. Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ ve oleojellerin frekans-sweep testi sonuçları

Şekil 8’de sucuk üretiminde yağ kaynakları olan ayçiçek mumu oleojeli, balmumu oleojeli ve hayvansal yağın frekans-sweep testi incelendiğinde ayçiçek mumu oleojeli (AMO) ve balmumu oleojeli (BMO)’nin depolama modülü (G') ve kayıp modülü (G'') açısal frekansın artmasıyla beraber artış gösterirken kompleks viskozite (η^*) düşmektedir. Bununla beraber AMO ve BMO oleojellerinin depolama modülünün (G') kayıp modülünden (G'') daha büyük olması jel bir yapıya sahip olduklarını göstermiştir. Hayvansal yağın frekans- sweep testinde açısal frekansın artması ile kompleks viskoziteyle (η^*) beraber depolama modülü (G') ve kayıp modülü (G'') azalmıştır. Bu sonuç ise

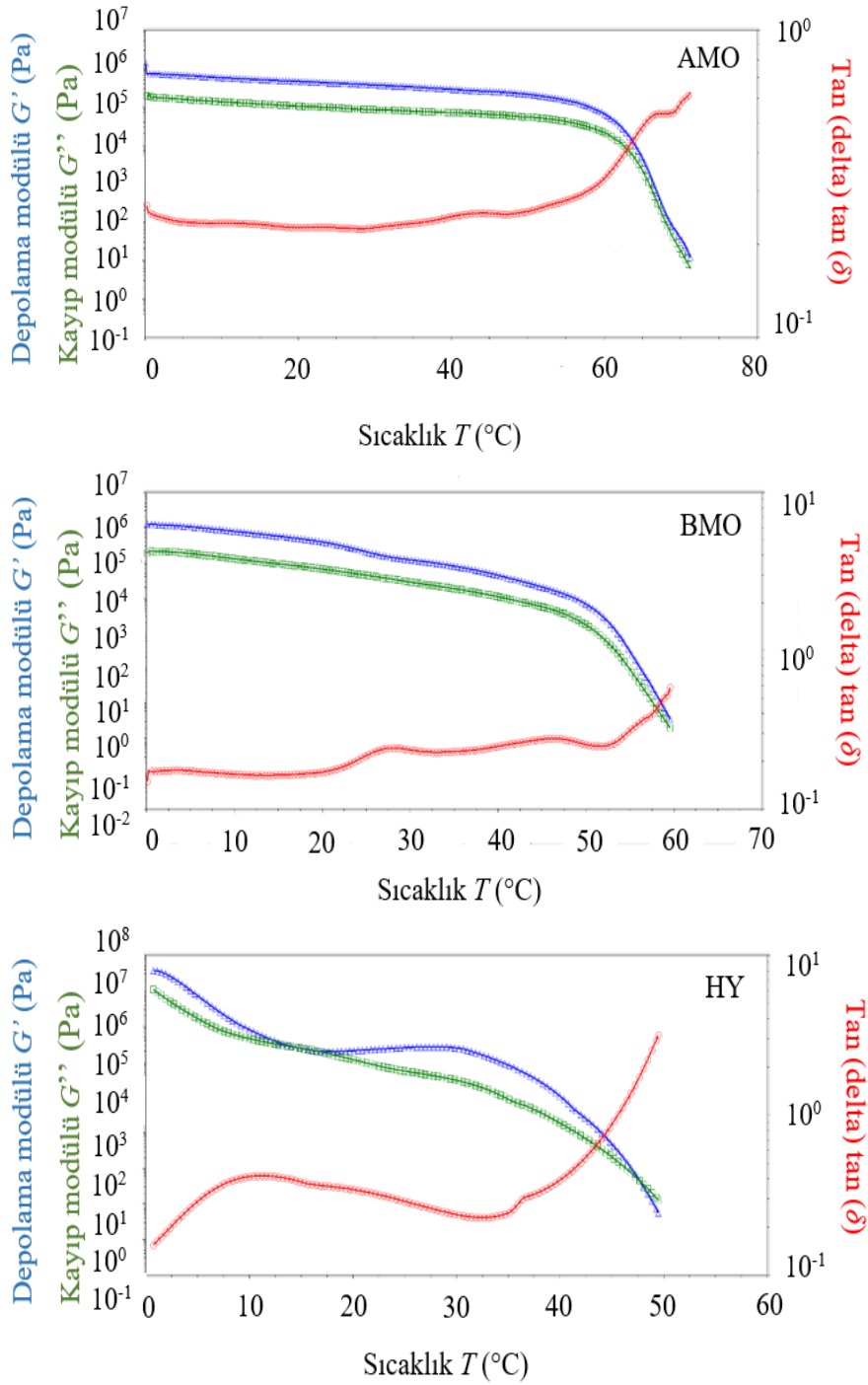
hayvansal yağın jel bir yapıda olmadığını göstermiştir. Başka bir çalışmada ayçiçek yağı ile hazırlanan ayçiçek mumu, karnauba mumu ve pirinç kepeği mumu oleojellerinin frekansa karşı depolama ve kayıp modülü incelenmiş ve depolama modülüne karşılık gelen sayıların kayıp modülünden yüksek olarak bir jel form gösterdiği belirtilmiştir (Demirkese, 2017).

Aşağıda Şekil 9'da ise kullanılan üç yağın time-sweep (zamansal tarama) testi sonuçları verilmiştir. Bu test, üç farklı zaman aralığında uygulanan farklı kuvvetler altında yağ örneklerinin davranışlarını göstermektedir. İlk kısım dinlenme fazını tanımlamakta olup, örnek sadece LVR bölgesindeki kadar kuvvete maruz bırakılmaktadır. Bu bölgede üç örnekte de beklenen davranış gözlenmiş olup, depolama modülü (G') kayıp modülden (G'') daha yüksektir. Bu durumda örneklerin yarı-katı veya jel konsistensede olduğunu göstermektedir. İkinci kısımda örneklere LVR bölgesindeki kuvvetin üstünde bir kuvvet uygulanmış ve yapısal yıkım durumu oluşturulmuştur. Her üç örnekte de bu ikinci kısımda, depo modülü kayıp modülün altına inmiştir. Yani yarı-katı veya jel yapı kırılmış örnek daha çok likit benzer davranış durumuna getirilmiştir. Son bölge, yapının kendine gelmesi için çok düşük kuvvet uygulanan (LVR'nin altında) kısımdır. Burada da her üç örnekte yapının yeniden kendini topladığı, yani hayvansal yağın yeniden katı forma, oleojellerin ise yeniden jel formuna dönüştüğü görülmüştür. Bu durum depo modülünün yükselerek yeniden kayıp modülden yüksek değere çıkmasıyla anlaşılmaktadır. Ayrıca kayıp modül değerleri de başlangıçtaki seviyeye yükselmiştir. Kısacası uygulanan shear kuvveti ortadan kalktıktan sonra katı yağların tekrar eski yapılarını kazandıkları gösterilmiştir. Bu özellik oleojellerin gıda işleme prosesleri (karıştırma, çırpma gibi) esnasında mekanik kuvvet ile yapılarını kaybetse bile, bu prosesler tamamlandığında dinlenme anında yeniden jel özelliği (veya katı yağ özelliği) kazandıklarını göstermektedir. Bu yapısal geri-dönüşüm (structural recovery) oleojellerde istenen ve arzu edilen bir durumdur ve bu çalışmada kullanılan oleojellerde de gözlenmiştir.



Şekil 9. Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ ve oleojellerin time-sweep testi sonuçları

Aynı örneklerin farklı sıcaklıklardaki reolojik davranışları temperature ramp (sıcaklık farkı) testiyle ölçülmüş ve sonuçlar Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Sucuk üretiminde kullanılan hayvansal yağ ve oleojellerin temperature-ramp testi sonuçları

Şekil 10'a göre ayçiçek mumu oleojeli, balmumu oleojeli ve hayvansal yağın temperature-ramp testi incelendiğinde ayçiçek mumu oleojelinde sıcaklığın artması ile depolama modülü (G') ve kayıp modülü (G'') değerlerinde azalma gözlenirken tan (δ) değerinin arttığı gözlemlenmiştir. Depolama modülü (G') ve kayıp modülü (G'') değerlerinin birbirine eşit olduğu nokta ayçiçek mumu oleojelinin erime noktası olarak belirlenerek, termal özelliklerinin incelendiği Tablo 4'de gösterilmiş AMO'nin erime

noktası (T_m) 61,38 °C ile uyumluluk göstermiştir.

Aynı şekilde balmumu oleojelinin temperature-ramp testi incelendiğinde de sıcaklık artışı sonucunda depolama modülü (G') ve kayıp modülü (G'') değerlerinde azalma ve $\tan(\delta)$ değerinde artış gözlemlenmiştir. Tablo 4’de BMO’nin erime noktası (T_m) 53,22 °C olarak bulunması ile temperature-ramp testi uyumluluk göstermiştir. Hayvansal yağa ait temperature-ramp testi incelendiğinde sıcaklık artışıyla beraber depolama modülü (G') değerinin oleojellere göre hızlı bir şekilde azaldığı gözlemlenerek sıcaklık artışında yapısının daha hızlı bozulduğu belirlenmiştir.

Hayvansal yağın Tablo 4’de gösterilen ayçiçek mumu oleojeli ve balmumu oleojeline göre düşük olan 44,63 °C’lik erime noktası (T_m) ile bulduğumuz sonuç uyumluluk göstermektedir. Kullanılan oleojellerin 50 °C’nin üstündeki sıcaklıklara kadar jel yapısını korudukları görülmektedir. Bundan dolayı sucuğa uygulanacak ısıl işlemde oleojellerin yapısal özelliklerini koruyabilecekleri değerlendirilmiştir. İncelenen başka bir çalışmada ayçiçek yağının monogliserit ve fitosterol ile yapılandırılmış oleojeli ile sadece monogliserit içeren oleojelinin reolojik özellikleri incelenirken ayçiçek yağı ve monogliserit- fitosterol karışımı içeren oleojelin depolama modülü (G') ve kayıp modülü (G'') değerinin ayçiçek yağı ve monogliserit içeren oleojelden daha yüksek tespit edilerek daha iyi jel yapıda olduğu, temperature-ramp testi sonucunda da uygulanan sıcaklıktaki artışla depolama modülü (G') değeri azalan ve $\tan(\delta)$ değeri artan bir grafik elde edildiği gösterilmiştir (Kouzounis ve diğerleri, 2017). Çalışmamızda temperature-ramp testinden elde ettiğimiz veriler bu çalışma ile uyumluluk göstermektedir.

4.4. Üretilen Sucukların Temel Bileşimleri ve Bazı Fiziksel Özellikleri

Bu çalışmada üretilen sucuk kangalları ve dilimlenmiş sucuklara ait bir resim Şekil 4’te gösterilmiştir. Bu şekil ile üretilen sucukların tam olarak nasıl göründüklerini algılamak mümkündür. Ayrıca aşağıda sıralanan analizler ile ürünlerin temel bileşimleri ve bazı yapısal özellikleri analiz edilmiştir.

Üretilen 3 çeşit sucuğun (Hayvansal yağ ile üretilen kontrol sucuğu ve iki farklı oleojel ile üretilen sucuklar) temel bileşim analiz sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

Üretilen sucukların temel bileşimleri (%)

	Nem (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)
Sucuk-KNT	46,37 ± 1,17 ^a	17,98 ± 0,19 ^a	30,11 ± 1,15 ^b	3,54 ± 0,06 ^b
Sucuk-AMO	47,09 ± 2,75 ^a	17,35 ± 0,57 ^a	30,37 ± 1,10 ^b	3,19 ± 0,07 ^c
Sucuk-BMO	41,84 ± 1,79 ^b	17,95 ± 0,87 ^a	34,44 ± 1,09 ^a	3,77 ± 0,02 ^a

Aynı sütunda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Tablo 7’deki verilere göre kontrol sucuğunun temel bileşimi değerlendirildiğinde % 46,37 nem, % 17,98 protein, % 30,11 yağ ve % 3,54 kül içerdiği belirtilmiştir. İncelenen başka bir çalışmada piyasadan temin edilen sucukların temel bileşimlerine bakılmış ve yaklaşık olarak nem miktarı % 43,71, protein % 13,80, yağ % 29,69 ve kül % 3,10 olarak tespit edilmiştir (İnce, Özfiliz ve Efil, 2018). Ekşi ve Ertaş (2011) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise sucuğun nem miktarı % 39,58, protein % 24,82, yağ % 28,10 ve kül miktarı % 4,19 olarak belirlenmiştir. Literatürdeki verilerle genel olarak uygunluk gösteren bileşim yüzdelerindeki bazı farklılıkların sucukta kullanılan etin cinsinden, yaşından vb. özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Ekşi ve Ertaş, 2011).

Sucuk-AMO ve Sucuk-BMO, kontrol sucuğu ile kıyaslandığında protein içeriklerinin istatistiksel olarak kontrol sucuğuna benzer olduğu, kül içeriklerinin istatistiksel olarak kontrol sucuğundan farklı olduğu, nem ve yağ içeriğinin Sucuk-AMO için istatistiksel olarak kontrol sucuğuna benzer ancak Sucuk-BMO için istatistiksel olarak farklı olup nem içeriğinde düşüş ve yağ içeriğinde artış gözlemlendiği belirtilmiştir. Sucuk-AMO ve Sucuk-BMO örneklerinin kontrol sucuğundan bazı farklılıklarının sucuk üretimi aşamasından ve hayvansal yağ katılan bitkisel yağdan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Aynı sucukların bazı fiziksel özellikleri de ölçülmüş ve Tablo 8’de özetlenmiştir. Sucukların en önemli kalite parametrelerinden biri olan pH, sucuğun duyuusal anlamda tüketici üzerinde etki yaratan görünüm, tat ve dokusunu önemli şekilde etkilemektedir (Öksüztepe, Güran, İncili ve Gül, 2011). Tablo 8 incelendiğinde sucuk örneklerinin pH değeri 5,11 olan kontrol sucuğu ile kıyaslandığında Sucuk-BMO 5,27 ile kontrol örneğinden istatistiksel olarak farklı olmayıp ($p \geq 0,05$), Sucuk-AMO 4,85 değeri ile kontrol sucuğundan istatistiksel olarak düşüktür ($p \leq 0,05$). İncelenen bir başka çalışmada da sığır eti ile hayvan iç yağı, kuyruk ve kabuk yağı kullanılarak üretilen sucukların pH değerleri en az 5,34 ve en yüksek 5,74 olarak belirlemiştir (Ünal, 2017).

Tablo 8

Üretilen sucukların bazı fiziksel özellikleri

	pH	L değeri		a* değeri		b* değeri		Üretimde Ağırlık Kaybı (%)	Pişirme Kaybı (%)
		Yüzey	Kesit	Yüzey	Kesit	Yüzey	Kesit		
Sucuk-KNT	5,11 ± 0,01 ^a	44,68 ± 2,56 ^a	45,02 ± 0,27 ^a	12,82 ± 1,06 ^b	19,62 ± 0,27 ^a	13,05 ± 1,01 ^a	20,73 ± 0,23 ^a	16,56 ± 0,24 ^a	16,03 ± 2,02 ^a
Sucuk-AMO	4,85 ± 0,01 ^b	41,32 ± 0,33 ^b	45,66 ± 0,34 ^a	14,23 ± 1,32 ^a	19,65 ± 0,41 ^a	11,79 ± 1,03 ^b	18,16 ± 0,81 ^b	9,68 ± 0,57 ^b	6,91 ± 2,39 ^c
Sucuk-BMO	5,27 ± 0,01 ^a	39,23 ± 0,08 ^c	40,33 ± 0,07 ^b	11,06 ± 0,05 ^c	15,90 ± 0,29 ^b	10,07 ± 0,09 ^c	14,59 ± 0,18 ^c	9,29 ± 0,51 ^b	10,50 ± 1,33 ^b

Aynı sütunda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Ekşi ve Ertaş (2011) inceledikleri araştırmada sucuk pH değerini 4,53 olarak tespit ederken Filiz (2002) ürettiği sucukların pH değerlerini 5,08-5,76 aralığında belirlemişlerdir (Ekşi ve Ertaş, 2011; Filiz, 2002). Başka bir diğer çalışmada ise piyasadan temin edilen çeşitli sucukların özellikleri araştırılmış ve incelemede pH değerlerini 4,75-6,76 aralığında tespit etmişlerdir (Öksüztepe ve diğerleri, 2011). Diğer bir çalışmada da yine piyasadan temin edilen sucukların özellikleri incelenmiş ve pH değerleri 4,48-7,09 aralığında seyrettiği belirlenmiştir (Gürbüz ve Çelikel- Güngör, 2018). Çalışmamız diğer araştırmalar ile kıyaslandığında oluşan farklılıkların sebebinin sucuk üretiminde kullanılan etin başlangıçtaki pH değerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bunun yanında sucuğun olması gereken pH değeri 4,7 ile 5,4 aralığında olduğu bildirilmiştir (Bilge, 2010). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatür verilerine uygunluk göstermektedir.

Tablo 8'e göre sucukların L (aydınlık) değerine ve a* (kırmızılık) değerine bakıldığında yüzeyinden yapılan ölçümde oleojel kullanılan sucuklar kontrol sucuğundan istatistiksel olarak farklı olup kesit alanının renkleri Sucuk-AMO örneğinin kontrol sucuğuna benzer ($p \geq 0,05$), Sucuk-BMO örneğinin kontrol sucuğundan istatistiksel olarak farklı olduğu ($p \leq 0,05$) belirlenmiştir. Yüzey ve kesit alanından yapılan ölçümde iki sucuk örneğinin de b* (sarılık) değeri kontrol örneğinden istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0,05$). L (aydınlık değeri) Sucuk-AMO örneğinin yüzey alanında kontrol örneğine göre azalma gösterirken Sucuk-BMO örneğinin yüzey ve kesit alanında azalmayla gözlenmiştir ($p \leq 0,05$). Sucuk-AMO örneğinin yüzey alanında kırmızılığı artarken Sucuk-BMO örneğinin

kırmızılığı azalmış, sarılık değeri ise her iki sucuk örneğinin yüzeyinde de kontrole göre azalma göstermiştir ($p \leq 0,05$).

Dalmış (2007) tarafından yapılan bir araştırmada sucukların L (aydınlık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri sırasıyla 48,32-16,79-22,27 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlarda L, a* ve b* değerleri daha düşük bulunmuştur. Bu durumun kullanılan etin cinsinin farklılığından ya da kullanılan yağın renginin farklılığından kaynaklanabileceği varsayılmaktadır. Elde edilen renk analizi verileri Tablo 8’de verilen sonuçlarla tutarlılık göstermektedir (Dalmış, 2007).

Sucukta ağırlık kaybı ve pişirme kaybı olgunlaşmanın ve yapıda suyu hapsedebilme kabiliyetinin bir göstergesi olarak ifade edilmiştir (Çiçek, Karabıyıklı, Kılınçer, Yıldırım ve Cevahiroğlu, 2014; Şanes, 2006).

Tablo 8’e göre üretim aşamasında hesaplanan ağırlık kaybı kontrol sucuğunda % 16,56 olarak belirlenirken Sucuk-AMO ve Sucuk-BMO örneklerinin kontrol sucuğundan önemli şekilde düşük olduğu, hayvansal yağa katılan bitkisel yağın sucuklarda ağırlık kaybını etkilediği belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Bir diğer çalışmada sucuğun depolanmasının 7. gün sonundaki ağırlık kaybı % 32,53 tespit edilmiştir (Kaban ve Kaya, 2007). İncelenen farklı bir çalışmada sadece hayvansal yağ içeren sucuğun üretimden sonra depolanmasının 2. gününde ağırlık kaybı % 9,28 bulunurken 21. gün sonunda % 28,48 olarak belirlendiği aynı zamanda farklı bitkisel yağların ilavesini takiben ağırlık kaybında azalma gözlemlendiği belirtilmiştir (Şanes, 2006).

Tablo 8’e göre pişme kaybı değerlerine bakıldığında bitkisel yağ ilavesinin pişme kaybını azalttığı, kontrol sucuğunda % 16,03 olan pişme kaybının Sucuk-AMO örneğinde % 6,91’e ve Sucuk-BMO örneğinde % 10,50 düzeyine düştüğü istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($p \leq 0,05$). Sucuk-AMO örneğinin Sucuk-BMO örneğinden daha düşük olan pişme kaybının ayçiçek mumunun balmumundan daha iyi şekilde yağ fazını tutmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada üretilmiş sucuğun her bir yüzeyi 1 dakika süre ile pişirildikten sonra pişirme kaybı % 18,18 olarak hesaplanmıştır (Şanes, 2006). Pişirme kaybında meydana gelen farklılığın pişirme süresinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.4. Üretilen Sucukların Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimi

Bir gıda maddesinin bileşiminde bulunan yağ asitlerinin türü ve miktarı beslenme açısından oldukça önemlidir. Artık bilim dünyası tarafından bildirilen genel kabule göre diyetle *trans* ve doymuş yağ asitlerinin sınırlandırılması gerekmektedir. Bu yağ asitleriyle

kalp-damar hastalıkları arasında ilişki olduğu yapılan klinik araştırmalar ile bildirilmiştir. Dolayısıyla son yıllarda beslenme uzmanlarının genel önerisi diyetle *trans* yağ asitlerini sıfırlamak ve doymuş yağ asitlerini ise azaltmak yönündedir (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu, 2012).

Üretilen 3 farklı sucuktan ekstrakte edilen yağların yağ asitleri bileşimi Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9

Sucuklardan ekstrakte edilen yağlarının yağ asidi bileşimi (%)

	Sucuk-KNT	Sucuk-AMO	Sucuk-BMO
Miristik asit (C _{14:0})	18,95 ± 1,30 ^a	5,56 ± 1,14 ^b	5,81 ± 1,15 ^b
Pentadekanoik asit (C _{15:0})	1,17 ± 0,42 ^a	0,95 ± 0,47 ^b	-
Palmitik asit (C _{16:0})	48,96 ± 1,06 ^a	29,16 ± 0,86 ^b	28,19 ± 0,85 ^b
Heptadekanoik asit (C _{17:0})	1,12 ± 0,01 ^a	1,13 ± 0,15 ^a	-
Stearik asit (C _{18:0})	9,22 ± 0,05 ^a	8,5 ± 0,09 ^b	9,02 ± 0,01 ^a
Oleik asit (C _{18:1})	18,72 ± 0,08 ^b	22,5 ± 1,04 ^a	23,66 ± 0,13 ^a
Linoleik asit (C _{18:2})	1,86 ± 0,00 ^b	9,05 ± 0,98 ^a	8,6 ± 1,14 ^a
Linolenik asit (C _{18:3})	-	23,15 ± 0,03 ^a	24,72 ± 1,95 ^a
Σ SFA	79,42 ^a	45,30 ^b	43,02 ^b
Σ MUFA	18,72 ^b	22,50 ^a	23,66 ^a
Σ PUFA	1,86 ^b	32,20 ^a	33,32 ^a

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır (p ≤ 0,05).

Hayvan iç yağı ile yapılan kontrol sucuğunun yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde % 79,42 düzeyinde doymuş ve % 20,58 düzeyinde doymamış yağ asidi içerdiği tespit edilmiştir. Toplam yağ asitlerinin içerisinde en yüksek miktar % 48,96 ile palmitik asite (C_{16:0}) aittir. Belirtilen sonuçlar Tablo 6’da gösterilen hayvansal yağın yağ asidi kompozisyonu değerlendirmesiyle de tutarlılık göstermektedir.

Sığır eti kullanılarak yapılan bir çalışmada da sucuk yağının % 36,55’lik kısmını oleik asit (C_{18:1}) ve % 26,47’lik kısmını palmitik asit (C_{16:0}) asit oluşturup, toplam doymuş yağ oranının % 54,66 ve toplam doymamış yağ oranının % 43,03 olduğu belirtilmiştir (Ay, 2015). Toplam doymuş ve doymamış yağ miktarındaki farklılığın hayvanın cinsindeki farklılıktan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Keten tohumu yağı içeren Sucuk-AMO ve Sucuk-BMO örneklerinin stearik asit (C_{18:0}) dışında yağ asidi kompozisyonunun önemli derecede birbirinden farklı olmayıp (p ≥ 0,05) yağ asidi bileşiminde en yüksek miktarı sırasıyla % 29,16 ve % 28,19 oranında palmitik asit (C_{16:0}) oluşturduğu tespit edilmiştir. Sucuk örneklerinde sırasıyla % 23,15 ve

% 24,72 düzeylerinde tespit edilen linolenik asit (C_{18:3}) kontrol örneğinden farklılık göstermektedir. Tablo 6’da gösterilen hayvansal yağda linolenik asit tespit edilemeyip keten tohumu yağında majör yağ asidini oluşturması sucuk yağlarının yağ asidi kompozisyonuyla tutarlılık göstermektedir. Sonuç olarak oleojel kullanılarak üretilen sucuklarda doymamış yağ asitleri miktarını ve dolayısıyla da elzem yağ asitlerinin miktarını önemli oranda artırmak mümkün olabilmıştır.

4.5. Üretilen Çiğ Sucukların Aletsel Tekstür (Yapı) Özellikleri

Çiğ sucuk örneklerinde yapısal özellikler (tekstür analizi) analiz edilmiş ve sonuçlar aşağıda Tablo 10’da özetlenmiştir.

Tablo 10

Çiğ sucuk örneklerinde aletsel tekstür analiz verileri

	Sucuk-KNT	Sucuk-AMO	Sucuk-BMO
Sertlik (Hardness, N)	185,50 ± 5,9 ^a	97,60 ± 9,4 ^b	45,83 ± 4,2 ^c
Yapışkanlık (Adhesiveness, N x s)	-1,70 ± 0,5 ^c	-0,75 ± 0,1 ^b	-0,65 ± 0,2 ^a
Bağlayıcılık (Cohesiveness)	0,63 ± 0,02 ^a	0,22 ± 0,01 ^b	0,15 ± 0,02 ^c
Elastikiyet (Springiness)	0,73 ± 0,03 ^a	0,70 ± 0,03 ^a	0,68 ± 0,02 ^a
Sakızımsılık (Gumminess, N)	115,68 ± 10,5 ^a	20,75 ± 11,0 ^b	7,15 ± 5,6 ^c
Çiğnenebilirlik (Chewiness, N)	83,65 ± 8,4 ^a	14,30 ± 7,2 ^b	4,96 ± 3,5 ^c
Esneklik (Resilience)	0,15 ± 0,01 ^b	0,20 ± 0,01 ^a	0,20 ± 0,02 ^a

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Sucuk-KNT, Sucuk-AMO ve Sucuk-BMO örneklerinin Tablo 10’da verilen aletsel tekstür verilerine göre sertlik değerleri sırasıyla 185,50 N, 97,60 N ve 45,83 N gözlenerek birbirlerinden farklılık göstermiştir ($p \leq 0,05$). Kontrol örneğine göre, oleojel ile üretilen diğer iki sucuk örneğinin yeteri kadar sertliğe sahip olmadığı ve yumuşak yapılı olduğu görülmüştür. Özellikle balmumu oleojeli ile üretilen sucuk daha da yumuşak yapılıdır. Oleojeller her ne kadar yarı katı formda bulunsalar da, içlerinde katı trigliseritler bulunmadığı için üründe yeterli sertlik sağlayamamışlardır. Bu durum olumsuz olarak

değerlendirilmiştir. Yapışkanlık değeri de kontrol sucuğunda -1,70 N x s ile diğer iki sucuk örneğinden anlamlı şekilde farklıdır ($p \leq 0,05$). Sucuk AMO ve Sucuk-BMO örneklerinin iç yapışkanlık (bağlayıcılık) değerleri sırasıyla -0,75 ve -0,65 olup kendi aralarında da farklıdır ($p \leq 0,05$). Bu durum sucuklar dilimlenirken de fark edilmiş olup, oleojellerin sucuk et kitlesiyle yeterince iyi yapışmadığı görülmüştür. Hayvansal yağ dokunun doğal bir parçası olarak bulunduğu için tüm kitlenin yapışmasını sağlamıştır. Benzer şekilde oleojel içeren sucukların bağlayıcılık özellikleri de kontrol sucuktan daha düşük olarak belirlenmiştir. Tüm sucuk örneklerinin elastikiyet değerleri benzerdir ve istatistik olarak farksızdır ($p \leq 0,05$). Sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değeri sırasıyla 115,68 N ve 83,65 N olan kontrol sucuğunun bu iki özelliği de diğer sucuk örneklerinden istatistiksel olarak önemli şekilde büyüktür ve tüm sucuk örnekleri arasında iki özellik içinde anlamlı farklılıklar vardır ($p \leq 0,05$). Genel olarak et hamuruna katılan oleojellerin et kitlesiyle iyice kaynaşmadığı ve yapışmadığı ve dolayısıyla da kitlenin homojen yapı kazanamadığı görülmüştür. Tüm sucukların elastikiyet değerleri benzer olduğu için çiğnenebilirlik değerlerinin sertlik ve bağlayıcılık değerleri ile orantılı olarak değiştiği gözlenmektedir. Sucuk-AMO ve Sucuk-BMO örneklerinin esneklik değerleri benzer olup kontrol sucuğundan büyüktür ($p \leq 0,05$). Sonuç olarak, oleojel katkılı sucukların kontrol örneğine göre yapısal özellikler (doku) açısından yetersiz kaldığı, daha yumuşak ve kolay dağılan bir yapı sergiledikleri görülmüştür.

Başka bir çalışmada ısıtıl işlem görmüş sucukların aletsel tekstür doku analizi incelemesinde sertlik değeri en düşük 176,01 N ve en yüksek 341,46 N, yapışkanlık değeri -1,34 ile -0,32 N x s aralığında, elastikiyet 0,58 ile 0,78 aralığında, sakızimsılık değeri 100,30 N ile 179,65 N, çiğnenebilirlik 56,13 N ile 133,58 N, esneklik 0,11 ile 0,28 değerleri arasında tespit edilmiştir (Poçan, Babaoğlu, Ünal, Karakaya, 2015).

Başka bir diğer çalışmada ise monogliserit ve fitosterollerle yapılan oleojel içerikli sucukların hayvansal yağ ile yapılan sucuğa göre sertliklerinin, sakızimsılıklarının ve çiğnenebilirliklerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Kouzounis ve diğerleri, 2017). Bizim çalışmamızdaki sonuçlarda da hayvansal yağ ile yapılan kontrol sucuğunun sertlikleri, sakızimsılıkları, çiğnenebilirlikleri ve bağlayıcılık değerleri önemli düzeyde yüksek bulunarak ($p \leq 0,05$) çalışma ile benzerlik göstermektedir. Genel olarak da sucuk hamuruna katılan sıvı yağ veya diğer katkıların doku özelliklerini kısmen değiştirdiği ve yetersiz duruma getirdiği bizim çalışmamızda ve literatürde de doğrulanmıştır.

4.6. Üretilen Çiğ Sucukların Duyusal Tekstür (Yapı) Özellikleri

Eğitimli duysal panel tarafından çiğ sucukların tekstür (yapı) özellikleri belirlenmiştir. Bulgular Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11

Çiğ sucuk örneklerinde duysal tekstür profil (TPA) analiz verileri

	Dilimlenebilme	Bıçağa Yapışma	Kesitte Mozaik Yapı	Genel Görünüş
Sucuk-KNT	9,00 ± 0,94 ^a	9,40 ± 0,84 ^a	8,20 ± 1,03 ^a	8,00 ± 1,33 ^a
Sucuk-AMO	6,80 ± 1,03 ^b	8,20 ± 1,03 ^b	6,60 ± 1,35 ^b	7,40 ± 1,17 ^b
Sucuk-BMO	5,60 ± 0,96 ^c	5,70 ± 1,05 ^c	4,80 ± 1,14 ^c	5,30 ± 1,16 ^c

Aynı sütunda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Tablo 11’e göre sucuk örneklerinin panelistler tarafından tekstür profil analizi gerçekleştirilmiş olup dilimlenebilme, bıçağa yapışma, kesitte mozaik yapı ve genel görünüş açısından değerlendirilmesinde tüm sucukların istatistiksel farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Dilimlenebilme özelliğine bakıldığında en yüksek skor 9,00 ile kontrol sucuğunda en düşük skor 5,60 ile Sucuk-BMO örneğinde gözlenmiştir. Genel olarak olejel içeren sucukların dilimlenebilmelerinde sorun oluşmuştur. Özellikle yumuşak yapının buna neden olduğu görülmüştür. Bıçağa yapışma özelliği incelendiğinde kontrol sucuğu 9,40 değeri ile neredeyse bıçak üzerinde hiç kalmazken Sucuk-BMO 5,70 skoruyla bıçak yüzeyinde kalıntı bırakmaktadır. Bu durum ise yine istenmeyen bir sonuçtur. Kesitte mozaik yapıya bakıldığında kontrol sucuğunun oluşturduğu et ve yağ kombinasyonunun en iyi homojen mozaik görüntüyü sağladığı tespit edilmiştir. Sucukta mozaik yapı kırmızı renkli et ve beyaz renkli yağın eşit ve her yerde aynı şekilde dağılmasıyla oluşan mozaik benzeri bir kesit görüntüsü olup, iyi kalitenin belirteçlerindendir. Olejel içeren sucuklarda mozaik yapı yeterince oluşmamıştır. Bunun nedeninin de olejelin et kitlesiyle iyi yapışamaması ve dağılamaması olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Sucukların genel görünüş skorlarına bakıldığında Sucuk-BMO örneği 10 üzerinden 5,30 skoruyla orta derecede bir görünüm sağlarken Sucuk-AMO ve kontrol sucuğu sırasıyla 7,40 ve 8,00 skorlarıyla daha düzgün homojenlik ve dilimlenme ile daha yüksek skorlarda değerlendirilmiştir. Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında Sucuk-AMO örneğinin kontrole daha yakın değerlendirildiği tespit edilmiştir.

4.7. Pişmiş Sucuk Örneklerinde Ölçülen Uçucu Aromatik Bileşenler

Gıdalardaki uçucu (volatil) bileşenler oda sıcaklığında veya ağız içi sıcaklığında (en fazla 40 °C) buharlaşan maddelerdir. Her maddenin gaz hali bulunur, ancak bu ortam sıcaklığına ve basıncına bağlıdır. Öte yandan her uçucu bileşen aromatik değildir. Bir maddenin aromatik bileşen olması için hem uçucu hem de belli bir tanımlanabilir ve algılanabilir kokuya sahip olması gerekmektedir. Gıdalardaki aromatik uçucu bileşenler, gıdanın duyuşal özelliklerini belirlemede büyük role sahiptirler ve ayrıca tüketici tercihleri için de çok önemlidirler (Meilgaard ve diğerleri, 1991). Pişmiş sucuk örneklerinde kantifiye edilen aromatik bileşenler Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12

Pişmiş sucuk örneklerinde ölçülen uçucu bileşenler (%)

Retention Time	Uçucu Madde	Aroma Tanımı	Sucuk-KNT	Sucuk-AMO	Sucuk-BMO
3,828	Etanol	Alkollü	0,62 ± 5,09	0,91 ± 6,94	1,15 ± 7,08
24,954	L-(-)-alfa-pinen	Odunsu, Çam	6,23 ± 12,87	3,18 ± 8,54	5,91 ± 9,08
29,782	Sabinen	Odunsu, baharatlı, kafur	-	0,72 ± 2,02	0,61 ± 4,04
30,367	Beta-pinen	Odunsu, çam benzeri, reçineli	16,03 ± 3,47	-	13,71 ± 17,65
30,387	L-beta-pinen	Odunsu, çam benzeri, reçineli	-	16,04 ± 19,13	-
31,969	Beta-mirsen	Baharatlı, biberli, terpen, balsam	-	2,09 ± 3,07	1,79 ± 4,69
33,577	L-ferandren	Terpenik, narenciye, karabiber, odunsu	1,48 ± 5,06	1,49 ± 2,07	1,57 ± 3,08
33,578	Alfa-terpinen	Odunsu, terpenik, limon, kafurlu, kekik	0,82 ± 8,16	-	0,79 ± 5,05
33,760	Delta3-karen	Narenciye, terpenik, bitkisel, fenolik	-	3,31 ± 9,45	-
35,572	Limonen	Narenciye, terpen	4,33 ± 2,16	4,75 ± 3,01	4,70 ± 2,09
37,730	Gama-terpinen	Terpenik , narenciye, tropikal, limon	24,20 ± 4,41	25,24 ± 4,79	27,95 ± 6,35
38,890	Dialil disülfür	Soğan, sarımsak, metalik	2,05 ± 10,51	1,76 ± 9,07	0,64 ± 5,63
39,219	Terpinolen	Odunsu, çam, narenciye, limon kabuğu	0,25 ± 3,47	0,26 ± 5,02	0,26 ± 4,47
40,040	L-linalol	Çiçek, odunsu, lavanta	-	-	1,14 ± 13,14
44,380	Pulegon	Nane, kafur, kükürtlü	-	-	0,57 ± 8,06
46,192	Benzaldehit, 4- (1-metiletil)-	Baharatlı, kimyon	9,25 ± 2,01	9,60 ± 3,07	13,20 ± 2,00
46,992	İsoterpinolene	Yok	-	-	0,14 ± 3,78
47,661	Alfa-thujene	odunsu, yeşil ot	-	0,85 ± 1,85	1,34 ± 2,06
49,572	Ejöl	Baharatlı, karanfil, odunsu	-	-	0,22 ± 5,15
50,509	(R)- gamma-cadeden	Bitkisel, odunsu	-	-	0,20 ± 3,17
50,867	Metil ejöl	Baharatlı, karanfil, tarçın, mumsu	-	-	0,11 ± 5,97
51,758	Trans- karyofilen	Baharatlı, odunsu, terpenik, karanfil	0,26 ± 3,16	0,32 ± 3,25	0,35 ± 1,05

Bu sonuçlara göre kontrol sucuğunda toplam 11 uçucu bileşen bulunmuştur. En

yüksek miktarda belirlenen uçucu bileşen terpenik, narenciye, tropikal ve limon aromalarını barındıran % 24,20 oranında gama-terpinen bileşeni olup bunu odunsu, çam benzeri ve reçineli aromalar barındıran % 16,03 ile beta-pinen ve baharat, kimyon aromalarını barındıran % 9,25 oranında benzaldehit, 4- (1- metiletil)- uçucu bileşeni takip etmektedir.

Tablo 12'ye göre Sucuk-AMO örneği incelendiğinde toplam 14 uçucu bileşen bulunmuştur. Bunlardan gama-terpinen bileşeni % 25,24 oranında, kontrol sucuğu ve Sucuk-BMO örneklerinde bulunmamış odunsu, çam benzeri, reçineli aromaları veren L-beta-pinen bileşeni % 16,04 oranında ve benzaldehit, 4- (1- metiletil)- uçucu bileşeni % 9,60 oranında Sucuk-AMO örneğinde yer almışlardır.

Tablo 12'ye göre Sucuk-BMO örneği incelendiğinde toplam 20 uçucu bileşen bulunmuştur. Bu uçucu bileşenler içerisinde en büyük yüzdelerinde gama-terpinen bileşeni % 27,95 oranıyla, beta-pinen % 13,71 ile ve benzaldehit, 4- (1- metiletil)- bileşeni % 13,20 ile bulunarak terpenik, odunsu, baharatlı ve kimyon aromaları olarak isimlendirilen uçucu bileşenleri içerdiği gözlemlenmiştir.

Etanol, L-(-)-alfa-pinen, L-ferandren, limonen, gama-terpinen, dialil disülfür, terpinolen, benzaldehit, 4- (1- metiletil)- ve *trans*- karyofilen uçucu bileşenleri tüm sucuk örneklerinde de ortak olarak bulunan uçucu bileşenler olarak tespit edilmiştir.

Tablo 12'de odunsu, baharatlı ve kafur aroma tarifi olan sabinen, baharatlı, biberli, terpen ve balsam aroma tarifi olan beta-mirsene, çiçek, odunsu, lavanta aroma tarifi olan L-linalol, nane, kafur, kükürtlü aroma tarifi olan pulegon ve odunsu, yeşil ot aroma tarifi olan alfa-thujene uçucu bileşenleri Sucuk-AMO ve Sucuk-BMO örneklerinde tespit edilip kontrol sucuk örneğinde bulunamamıştır. Dolayısıyla bu aromatiklerin oleojel hazırlamada kullanılan keten tohumu yağından ve/veya katılan organojelator moleküllerinden geldiği düşünülmüştür. Kantifiye edilen bu aromatik bileşenlerden kaynaklanan duyuşsal algıların birçoğu duyuşsal analizde de panel tarafından algılanmış ve test edilmiştir.

4.8. Pişmiş Sucuk Örneklerinde Ölçülen Duyuşsal Özellikler

Pişmiş sucuk örneklerinde duyuşsal tanımlama testi yapılmış ve elde edilen bulgular aşağıda Tablo 13'te sunulmuştur.

Sucuklara ait Tablo 13'te gösterilen duyuşsal tanımlama görünüş özelliği açısından değerlendirildiğinde tüm sucukların istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Kontrol sucuğu görünüş açısından en yüksek değeri alırken en düşük puan Sucuk-BMO için verilmiştir. Sucukların sertlikleri değerlendirildiğinde ise tüm

sucukların istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0,05$). Bileşiminde sadece hayvansal yağ barındıran kontrol sucuğunun en sert sucuk olduğu, bitkisel yağ barındıran sucukların sertliklerinde düşüş yaşandığı gözlemlenmiştir. Tablo 10’da verilen aletsel tekstür verilerinde de kontrol sucuğunun en yüksek sertlik değerini alırken içerisinde bitkisel yağ bulunan sucukların sertlik değerlerinde azalma gözlenerek sonuçlar arasında uyumluluk olduğu belirlenmiştir. Çiğnenebilirlikleri değerlendirildiğinde ise en kolay çiğnenen sucuğun Sucuk-BMO olup bunu Sucuk-AMO örneğinin izlediği ve aralarında çok düşük çiğnenebilirlik değerleri ile istatistiksel açıdan önemli farklılık olmadığı bununla beraber en zor çiğnenen sucuğun kontrol sucuğu olduğu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$). Sertlik değerleri ile çiğnenebilirlikleri değerlerinde uyumlu sonuçlar olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 13

Pişmiş sucuk örneklerinde yapılan duyuşal tanımlama analizi (QDA) sonuçları

	Sucuk-KNT	Sucuk-AMO	Sucuk-BMO
Görünüş	7,33 ± 1,37 ^a	6,33 ± 1,37 ^b	5,83 ± 1,59 ^c
Sertlik	7,83 ± 1,53 ^a	5,42 ± 1,08 ^b	4,25 ± 1,05 ^c
Çiğnenebilirlik	5,00 ± 1,54 ^b	7,16 ± 1,47 ^a	7,17 ± 1,34 ^a
Yağlılık	4,75 ± 1,36 ^b	4,58 ± 1,56 ^b	5,08 ± 1,73 ^a
Sululuk	3,75 ± 1,28 ^c	4,58 ± 1,44 ^b	5,08 ± 1,62 ^a
Aroma/ Koku	7,66 ± 1,23 ^a	6,50 ± 1,31 ^b	6,17 ± 1,75 ^b
Lezzet/ Flavor	8,08 ± 1,24 ^a	5,92 ± 1,37 ^b	5,92 ± 1,44 ^b

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Tablo 13’e göre yağlılıklarına bakıldığında tüm sucuk örneklerinin yaklaşık olarak orta seviyede yağlılık barındırdığı, kontrol sucuğu ile Sucuk-AMO örneğinin Sucuk-BMO örneğinden önemli şekilde yağlılığının düşük olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Tablo 13’e göre Sucuk-BMO en fazla sululukta değerlendirilip en az sulu örneğin kontrol sucuğu olduğu önemli görülüp ($p \leq 0,05$) bu sonuç duyuşal tanımlamada gözlenen sertlik değerleriyle de uyumluluk göstermektedir.

Tablo 13’e göre duyuşal açıdan en fazla aroması hissedilen ve beğenilen sucuğun kontrol sucuğu olduğu belirtilmiştir ve istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($p \leq 0,05$). Sucuk-AMO örneği Sucuk-BMO örneğine göre daha yüksek skor alarak aromasının daha hoş gittiği belirlenirken istatistiksel açıdan farklılık önemli görülmemiştir ($p \geq 0,05$). Tablo 13’e göre sucukların lezzeti değerlendirildiğinde Sucuk-AMO ve Sucuk-BMO

örneklerinin orta seviyede değerler aldığı, kontrol sucuğunun 10 üzerinden 8,08 değer olarak beğenildiği ve diğer iki sucuk örneğine göre aldığı yüksek skorun istatistiksel açıdan önemli görüldüğü belirtilmiştir ($p \leq 0,05$). Genel olarak duyuusal tanımlama testi sonuçlarına göre kontrol örneği daha yüksek skorlar almıştır.

4.9. Pişmiş Sucuk Örneklerinde Tüketici Testi Sonuçları

Benzer şekilde pişmiş sucuk örneklerinin tüketici testleri de yapılmış ve sonuçlar aşağıda Tablo 14’de verilmiştir. Aromatik bileşen analizi ve duyuusal tanımlama testi sonuçları ancak tüketici testi ile birlikte daha anlamlı olabilir. Çünkü gıda ürünleri için son karar tüketicinindir ve tüketici tercihi belirleyici olmaktadır.

Tablo 14

Pişmiş sucuk örneklerinde yapılan tüketici testi sonuçları

	Sucuk-KNT	Sucuk-AMO	Sucuk-BMO
Görünüş	3,94 ± 1,07 ^a	2,96 ± 1,21 ^b	2,90 ± 1,29 ^b
Koku/ Aroma	3,28 ± 1,12 ^a	2,26 ± 1,04 ^b	3,62 ± 1,04 ^a
Tat/ Lezzet	3,70 ± 1,05 ^a	2,02 ± 0,71 ^c	3,24 ± 1,31 ^b
Genel kabul	4,14 ± 0,80 ^a	2,60 ± 0,88 ^c	3,58 ± 1,07 ^b

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Tablo 14’de verilen 1-5 arası skorlanan tüketici testi sonuçlarına bakıldığında sucukların görünümünde Sucuk-AMO ve Sucuk-BMO örneklerinin kontrol sucuğuna göre düşük değerler alması istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$). Görünüşü en beğenilen 3,94 skor ile kontrol sucuğu olmuştur. Tablo 14’te gösterilen duyuusal tanımlama testinde de kontrol sucuğu görünüş açısından en beğenilen sucuk seçilerek çalışmadaki sonuçlar ile uyumluluk göstermiştir. Koku değerlendirmesinde Sucuk-BMO kontrol sucuğundan daha yüksek skor almasına rağmen istatistiksel açıdan önemli bulunmayıp en düşük skor 2,26 değeriyle Sucuk-AMO örneğinde gözlenmiştir. Tat değerlendirmesinde tüm sucuk örnekleri istatistiksel açıdan farklı olup lezzeti en beğenilen kontrol sucuğu olmuştur ($p \leq 0,05$). Sucuk örneklerinin genel kabul durumu incelendiğinde kontrol sucuğu 4,14 ile en yüksek değeri alırken, Sucuk-BMO 3,58 ve Sucuk-AMO örneği 2,60 ile en düşük değeri alarak istatistiksel açıdan farklılık gözlenmiştir ($p \leq 0,05$). Sonuç olarak, oleojel içeren sucuklar tüketiciler tarafından kontrol sucuğu kadar tercih edilmeseler de, sucuk-BMO bazı geliştirmelerle daha başarılı olma potansiyeli taşıdığını da ortaya koymuştur.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında sistematik bir yaklaşımla, sucuklardaki hayvansal yağın oleojel kullanılarak azaltılması ve daha sağlıklı sucuk üretimi hedeflenmiştir. Öncelikle satın alınmış olan soğuk pres keten tohumu yağına ayçiçek mumu ve balmumu organojelatörleri ilave edilerek iki farklı oleojel elde edilmiştir. Hayvan vücut yağı da satın alınmıştır ve sucukların üretiminde kullanılacak üç farklı yağ kaynağıyla sucuk imalatı yapılmıştır. Öncelikle sucuk imalatında kullanılan hayvansal yağ ve iki oleojelin renk değerleri, termal özellikleri, serbest asitlik, peroksit sayısı, konjuge dien miktarları ve reolojik özellikleri belirlenmiştir. Oleojellerin, hayvansal yağın ve keten tohumu yağının yağ asidi bileşimi de belirlenmiştir. Daha sonra üretilen sucukların temel bileşimleri, fiziksel özellikleri, aletsel tekstür özellikleri, duyuşal özellikleri ve uçucu aromatik bileşenleri belirlenmiştir.

HY, AMO ve BMO'nin renk değerlerinde L (aydınlık) ve b* (sarılık) değerlerinin istatistiksel olarak önemli farklılık gösterdiği belirlenirken ayçiçek mumu ve balmumu oleojellerinde kullanılan bitkisel yağın aynı olmasından dolayı L ve b* değerlerindeki önemli farkın kullanılan organojelatör ile yağın etkileşiminin farklı olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Diferansiyel taramalı kalorimetri ile belirlenen termal özelliklerde yaklaşık 40 °C erime başlangıç sıcaklığına sahip hayvansal yağın oleojellerden önce erimeye başlayacağı, yaklaşık 53 °C ergime başlangıç sıcaklığına sahip AMO'nin sıcaklığa karşı yapıyı korumada diğerlerinden daha iyi olduğu, oleojellerin ve hayvansal yağın yaklaşık 62 °C'lik bir sıcaklıkta hepsinin ergimiş halde olacağı belirlenmiştir. Ayçiçek mumu ile yapılan oleojelin serbest asitlik, peroksit sayısı ve konjuge dien miktarları hayvansal yağa göre daha düşük çıkarken, balmumu oleojelinin değerleri daha yüksek tespit edilmiştir.

Sucuk üretiminde kullanılan yağların ve oleojellerin yağ asidi bileşiminde hayvansal yağın linolenik asit içermediği ve ancak keten tohumu yağı ve bu yağdan üretilen iki oleojelin yaklaşık % 47 düzeyinde linolenik asit içerdiği ve doymuş yağ oranının daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Sucukların temel bileşimine bakıldığında sucuk üretiminde kullanılan etin tüm sucuk çeşitlerinde aynı olmasından dolayı protein yüzdeliği benzer sonuçlanmıştır. Ayçiçek mumu oleojeli ile yapılan sucuk hayvansal yağ ile yapılan sucukla benzer nem ve yağ yüzdeliğine sahipken balmumu oleojeli ile yapılan sucuk hayvansal yağla üretilen sucuğa göre daha düşük nem ve daha yüksek yağ içeriği ile sonuçlanmıştır.

Sucukların fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesinde pH değerinin ayçiçek mumu oleojeli ile yapılan sucukta diğer iki sucuğa göre düşük olmasına rağmen olması gereken pH aralığına uygun olduğu belirlenmiştir. Renk değerlerine göre balmumu oleojeli kullanılan sucuğun hayvansal yağ kullanılan sucuğa (Sucuk-KNT) göre L, a*, b* değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Sucuk üretiminde oleojel kullanılması sucukların ağırlık kayıplarında ve pişme kayıplarında da azalma ile sonuçlanmıştır.

Sucuk yağlarının yağ asidi bileşiminde Sucuk-KNT örneğinin doymuş yağ asidi içeriği yüksek olup doymamış yağ asitlerinden oleik asit (C_{18:1}) ve linoleik asit (C_{18:2}) belirlenmiştir. Sucuk-AMO ve Sucuk-BMO örneğinin doymamış yağ asidi içeriği fazla olup keten tohumu yağından gelen yüksek linolenik asit (C_{18:2}) içeriği rapor edilmiştir. Bu örneklerde hem toplam doymamış yağ asidi oranı hem de esansiyel yağ asidi oranı yükselmiştir.

Sucukların aletsel tekstür değerlerine göre oleojel kullanılarak üretilen sucukların sertlik değerleri hayvansal yağ kullanılan sucuğun sertlik değerinden daha az olup bu durum dışarıdan bir kuvvete karşı koymanın oleojel içeren sucuklarda daha zayıf olması ile sonuçlanmıştır.

Sucuklara yapılan uçucu bileşen analizi ile kontrol sucuğunda terpenik, narenciye, tropikal, limon, odunsu, çam benzeri ve reçineli, baharat ve kimyon aromaları en yoğun bulunan aroma bileşiklerinin tanımını oluştururken, ayçiçek mumu oleojeliyle yapılan sucukta odunsu, çam benzeri, reçineli, baharatlı, kimyon, terpenik, narenciye, tropikal ve limon aromaları en yoğun bulunan aroma bileşiklerinin tanımını oluşturmuş ve, balmumu oleojeliyle yapılan sucukta terpenik, narenciye, tropikal, limon, odunsu, çam benzeri, reçineli, baharatlı ve kimyon aromaları en yoğun bulunan aroma bileşiklerinin tanımını oluşturmuştur.

Sucuklara yapılan duysal tekstür profil (TPA) analizinde dilimlenebilme, bıçağa yapışma, kesitte mozaik yapı ve genel görünüş sonuçlarına göre hayvansal yağ ile yapılan sucuk (Sucuk-KNT) panelistler tarafından daha çok beğenilirken balmumu oleojeliyle yapılan sucuk en düşük puanları almıştır. Duysal tanımlama analizinde (QDA) sucukların görünüş, sertlik, çiğnenebilirlik, yağlılık, sululuk, aroma ve lezzet olmak üzere 7 özelliği incelenmiş ve Sucuk-KNT örneğinin en beğenilen özelliği 10 üzerinden 8,08 skoru ile lezzeti, Sucuk-AMO örneğinin en beğenilen özelliği 7,16 skoru ile çiğnenebilirlik, Sucuk-BMO örneğinin en beğenilen özelliği 7,17 skoru ile çiğnenebilirlik olarak belirlenmiştir. Sucuklara yapılan tüketici testinde de genel kabul durumu değerlendirildiğinde en yüksek skor hayvansal yağ ile yapılan kontrol sucuğuna (Sucuk-KNT) verilmiştir.

Tüm bu veriler göz önüne alındığında oleojel kullanılarak üretilen sucukların kalp ve damar hastalığının önlenmesinde ve kolesterolün düşürülmesinde yardımcı linolenik asit yönünden fazla ve doymuş yağ asidi içeriği yönünden düşük olması daha sağlıklı bir ürün oluşumu ile vazgeçilmez bir geleneksel tat olan sucuğun diyetle alımının daha sağlıklı hale gelebileceği ortaya konulmuştur. Ancak oleojel katılan sucuklardaki doku gelişmesinin yetersiz kaldığı, yeterince sert ve dilimlenebilir yapı oluşturulamadığı, mozaik yapının ise yetersiz olduğu görülmüştür. Ek olarak, lezzetin hayvansal yağ kullanılan sucuklara göre düşük değerlendirildiği de görülmüştür. Sonuç olarak oleojel kullanılarak yapılan sucuk üretiminde, özellikle yapısal kaliteyi artıracak bazı önlemler gerektiği, bunun için yeni araştırmalara gereksinim olduğu ortaya konulmuştur.



KAYNAKLAR

- Akçay, Y., ve Vatansever, Ö. (2013). Kırmızı et tüketimi üzerine bir araştırma: Kocaeli ili kentsel alan örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4, 043-060. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/253936>
- Alpay, D. (2006). *Sucuğa fındık füresi ilavesinin lipoliz ve lipit oksidasyonuna etkisi* (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: <http://acikarsiv.ankara.edu.tr/browse/29423/>
- Anonim, (2014). *Sunflower Wax*. Erişim adresi: <https://www.ulprospector.com/PersonalCare/Detail/4672/130910/Sunflower-Wax>
- AOCS, 1989. Method Aa 5-38, Modified Kjeldahl Method. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998. Method Ba 5a-49, Ash in Oilseed Cake and Meals. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998. Method Ca 5a-40, Free fatty acids in crude and refined fats and oils. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998. Method Cd 8-53, Peroxide value: Acetic Acid–Chloroform method. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998. Method Ce 2-66, Preparation of methyl esters of fatty acids. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998. Method Ti 1a-64, Spectrophotometric determination of conjugated dienoic acid. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOAC, 2002. Method 920.39, Crude Fat and Oil. Association of Official Analytical Chemists (17th ed.). Association of Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA.
- Ay, A. (2015). *Soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: <http://acikerisim.nku.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.11776/1064/005010>

[6.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

- Aydeniz Güneşer, B., ve Yılmaz, E. (2017). Bioactives, aromatics and sensory properties of cold-pressed and hexane-extracted lemon (*Citrus Limon L.*) seed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94, 723-731. doi: <https://doi.org/10.1007/s11746-017-2977-z>
- Aydın, K. (2017). *Kuyruk yağı kullanımının ısıtma işlem görmüş sucuğun yağ asidi kompozisyonu ve diğer bazı özelliklerine etkileri* (Doktora tezi). Erişim adresi: <http://earsiv.atauni.edu.tr/xmlui/handle/123456789/4506>
- Bilge, G. (2010). *Sucukta üretim sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimlere üretim sıcaklığının ve starter kültürün etkisi* (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: <http://acikarsiv.ankara.edu.tr/browse/23996/G%C3%9CL%C5%9EAH%20B%C4%B0LGE.pdf?show>
- Bourne, M. C., Kenny, J. F., ve Barnard, J. (1978). Computer-assisted readout of data from texture profile analysis curves. Chen, J. (Ed.), *Journal of Texture Studies A Journal for Food Oral Processing Research*. Wiley Periodicals, Madison. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1978.tb01219.x>
- Co, E. D., ve Marangoni, A. G. (2012). Organogels: An alternative edible oil-structuring method. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(5), 749-780. doi: <https://doi.org/10.1007/s11746-012-2049-3>
- Çakmakçı, S., ve Tahmas- Kahyaoğlu, D. (2012). Yağ asitlerinin sağlık ve beslenme üzerine etkilerine genel bir bakış. *Akademik Gıda*, 10(1), 103-113. Erişim adresi: <http://www.academicfoodjournal.com/archive/2012/issue1/rp103-113.pdf>
- Çiçek, Ü., Karabıyıklı, Ş., Kılınçer, F. N., Yıldırım, A. T., ve Cevahiroğlu, H. (2014). Vakum ambalajlı olarak soğukta muhafaza edilen fana, kuzu ve tavuk etlerinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(1), 54-62. doi:10.13002/jafag702
- da Silva, S. L., Amaral, J. T., Ribeiro, M., Sebastião, E. E., Vargas, C., de Lima Franzen, F., Schneider, G., Lorenzo, J.M., Fries, L.L.M., Cichoski, A.J. ve Campagnol, P.C.B. (2019). Fat replacement by oleogel rich in oleic acid and its impact on the technological, nutritional, oxidative, and sensory properties of Bologna-type sausages. *Meat Science*, 149, 141-148. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.020>

- Dalmış, Ü. (2007). *Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler* (Doktora tezi). Erişim adresi: <https://www.ulusaltezmerkezi.net/sucukta-uretim-ve-depolama-sirasinda-meydana-gelen-mikrobiyolojik-ve-biyokimyasal-degismeler/7/>
- Dassanayake, L. S. K., Kodali, D. R., ve Ueno, S. (2011). Formation of oleogels based on edible lipid materials. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 16(5), 432-439. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2011.05.005>
- de Vries, A., Hendriks, J., van der Linden, E., ve Scholten, E. (2015). Protein oleogels from protein hydrogels via a stepwise solvent exchange route. *American Chemical Society*, 31(51), 13850-13859. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.5b03993>
- Demirkesen, İ. (2017). Farklı mumlarla oluşturulan oleojellerin reolojik ve tekstürel özellikleri. *Gıda*, 42(1), 50-57. doi: 10.15237/gida.GD16059
- Ekşi, H., ve Ertaş, A. H. (2011). Sucuk üretiminde kaşar peyniri kullanımı. *Gıda ve Yem Bilimi- Teknolojisi Dergisi*, 11, 15-25. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/44830>
- FDA, (2013). *Food and drug administration. Direct food substances affirmed as generally recognized as safe*, 184-1973. Erişim adresi: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=184.1973>
- Filiz, N. (2002). Yüksek ısı uygulaması ile üretilen "türk sucuklarında" starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(1), 17-29. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/173464>
- Geçgel, Ü., Yılmaz, İ., Ay, A., Apaydın, D., ve Dülger, G. Ç. (2016). Soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(04). Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/305924>
- Gök, V. (2006). *Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri* (Doktora tezi). Erişim adresi: <http://acikarsiv.ankara.edu.tr/browse/2623/3400.pdf?show>
- Gökmen, M. (2010). *Türk sucuğu üretiminde kitosan kullanımı ve kalite üzerine etkileri* (Doktora tezi). Erişim adresi: <http://acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7097/260560.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gürbüz, S., ve Çelikel- Güngör, A. (2018). Mardin' de satışa sunulan geleneksel fermente

- sucukların bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28-32. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/604601>
- Ilıkkın, H., Ercoşkun, H., Vural, H., ve Şahin, E. (2009). The effect of addition of hazelnut oil on some quality characteristics of turkish fermented sausage (sucuk). *Journal of Muscle Foods*, 20(1), 117-127. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2008.00137.x>
- İnce, E., Özfiliz, N., ve Efil, M. M. (2018). Ülkemizdeki süpermarketlerde satışa sunulan sucuklarda kimyasal incelemeler. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 37(2), 127-131. doi: 10.30782/uluvfd.411172
- Javidipour, I., Tekin, A., ve Ergin, G. (1999). Sığır içyağına karıştırılan domuz yağının gaz kromatografisi ile saptanması [Determination of lard in adulterated beef tallow by gas chromatography]. *Gıda*, 24(3), 171-175. Erişim adresi: <http://www.gidadernegi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAAF6AA849816B2EFE02233C478ECCCA1>
- Jimenez-Colmenero, F., Salcedo-Sandoval, L., Bou, R., Cofrades, S., Herrero, A. M., ve Ruiz-Capillas, C. (2015). Novel applications of oil-structuring methods as a strategy to improve the fat content of meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 44, 177-188. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.011>
- Kaban, G., ve Kaya, M. (2007). *Staphylococcus xylosus* ve *Lactobacillus plantarum* suşlarının sucuğun duyuşal özellikleri ve renk değerleri üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1), 83-89. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/34139>
- Kaynakçı, E., ve Kılıç, B. (2009). Et ürünlerinde yeni eğilimler: Daha sağlıklı ürün geliştirme çabaları. *Akademik Gıda*, 7, 52-59. Erişim adresi: <http://www.academicfoodjournal.com/archive/2009/issue6/52-59.pdf>
- Kouzounis, D., Lazaridou, A., ve Katsanidis, E. (2017). Partial replacement of animal fat by oleogels structured with monoglycerides and phytosterols in frankfurter sausages. *Meat Science*, 130, 38-46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.004>
- Köseoğlu, İ. E. (2014). *Çeşitli et ürünlerinde üretim aşamalarının yağ asidi bileşimi ve yağ oksidasyonu üzerine etkisi* (Doktora tezi). Erişim adresi: <http://acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5169/374849.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lupi, F. R., Gabriele, D., Baldino, N., Seta, L., de Cindio, B., ve De Rose, C. (2012). Stabilization of meat suspensions by organogelation: A rheological approach.

- European Journal of Lipid Science and Technology*, 114, 1381-1389. doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201200212>
- Lupi, F. R., Gabriele, D., Seta, L., Baldino, N., ve de Cindio, B. (2014). Rheological design of stabilized meat sauces for industrial uses. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116, 1734-1744. doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400286>
- Marangoni, A. G., Garti, N. (2011). An overview of the past, present and future of organogels. Marangoni, A. G., Garti, N. (Ed.), *Edible oleogels: Structure and health implications* (s. 1-17) içinde. AOCS Press, Urbana III. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-1-8.50004-8>
- McLafferty, F. W. (2005). *Wiley Registry Of Mass Spectral Data*, 7th Ed. John Wiley & Sons Ltd, New York. ISBN: 978-0471473251, CD-ROM.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. (1991). *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press, Boca Raton, ABD.
- Mert, B., ve Demirkesen, İ. (2016). Reducing saturated fat with oleogel/shortening blends in a baked product. *Food Chemistry*, 199, 809-816 doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.087>
- Minitab, (2010). Minitab Statistical Software (Version 16.1.1). Minitab Inc: State College, Pennsylvania.
- Moghtadaei, M., Soltanizadeh, N., ve Goli, S. A. H. (2018). Production of sesame oil oleogels based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger. *Food Research International*, 108, 368-377. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.051>
- NIST, 2008. NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library. National Institute of Standards and Technology Standard Reference Data Program, MD 20899, Gaithersburg.
- Öğütçü, M., ve Yılmaz, E. (2012). Margarinlere alternatif olabilecek yeni bir ürün: Oleojeller-I. *Dünya Gıda*, 1, 68-73. Erişim adresi: <http://www.dunyagida.com.tr/>
- Öğütçü, M., ve Yılmaz, E. (2014). Oleogels of virgin olive oil with carnauba wax and monoglyceride as spreadable products. *Grasas Y Aceites*, 65(3), 12. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/gya.0349141>
- Öksüztepe, G., Güran, H. Ş., İncili, G. K., ve Gül, S. B. (2011). Elazığ' da tüketime sunulan fermente sucukların mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi. *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.*, 25(3), 107-114. Erişim adresi: http://veteriner.fusabil.org/pdf/pdf_FUSABIL_806.pdf

- Öztaş, A. (2015). *Et Bilimi ve Teknolojisi*. Ankara: TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları
- Panagiotopoulou, E., Moschakis, T., ve Katsanidis, E. (2016). Sunflower oil organogels and organogel-in-water emulsions (partII): Implementation in frankfurter sausages. *LWT – Food Science and Technology*, 73, 351-356. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.006>
- Patel, A. R., ve Dewettinck, K. (2015). Comparative evaluation of structured oil systems: Shellac oleogel, HPMC oleogel, and HIPE gel. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(11), 1772-1781. doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400553>
- Poçan, H. B., Babaoğlu, A. S., Ünal, K., ve Karakaya, M. (2015). Determination of physicochemical and textural properties of different types of sucuk offered for commercial sale. *Journal of New Results in Engineering and Natural Science*, 4, 1-10. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/312523573_Determination_of_Physicochemical_and_Textural_Properties_of_Different_Types_of_Sucuk_Offered_for_Commercial_Sale
- Sato, K., ve Ueno, S. (2011). Physical properties of β -fat gel made of fully-hydrogenated rapeseed oil and vegetable oils. Marangoni, A. G., Garti, N. (Ed.), *Edible oleogels: Structure and health implications* (s. 203-220) içinde. AOCS Press, Urbana III. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-1-8.50012-7>
- Soyer, A. (2002). Fermente et ürünlerinde kaliteyi etkileyen iç faktörler [Some internal factors affecting quality characteristics of fermented meat products]. *Gıda*, 27, 15-19. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/78926>
- Şanes, A. (2006). *Kalorisi ve yağ miktarı azaltılmış fonksiyonel (diyet) sucuk üretimi* (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: <https://polen.itu.edu.tr/xmlui/handle/11527/4430>
- Turhan, Ö. (2010). *Küflü sucuklarda mikrofloranın belirlenmesi ve küf gelişmesi üzerine maya izolatlarının etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: <https://polen.itu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11527/2239/10178.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ulusoy, B. H. (2007). *Kefir kültürü ile fermente sucuk üretimi* (Doktora tezi). Erişim adresi: <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/42422.pdf>
- Ünal, K., ve Karakaya, M. (2017). Farklı hayvansal yağlar ilave edilerek üretilen sucukların bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine karanfil ve tarçının etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(3), 55-65. Erişim adresi:

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf/issue/31352/342136>

- Yalınkılıç, B., Şişik-Oğraş, Ş., Kaban, G., Karaoğlu, M. M., ve Kaya, M. (2016). Textural properties of fat- reduced sucuk with orange fiber. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22(3), 431-435. doi: <https://doi.org/10.9775/kvfd.2015.14909>
- Yaprak, S., Karabulut, İ., ve Ergin, G. (2003). Omega 3 yağ asitleri ve insan sağlığı üzerine etkileri [Omega 3 fatty acids and their effects on human health]. *Gıda*, 28(2), 115-122. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/79173>
- Yılmaz, E., Ögütçü, M. (2014). Comparative analysis of olive oil organogels containing beeswax and sunflower wax with breakfast margarine. *Journal of Food Science*, 79(9), 1732-1738. doi: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12561>
- Zetzl, A. K., ve Marangoni, A. G. (2011). Novel strategies for nanostructuring liquid oils into functional fats. Marangoni, A. G., Garti, N. (Ed.), *Edible oleogels: Structure and health implications* (s. 19-47) içinde. AOCS Press, Urbana III. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-1-8.50005-X>
- Zetzl, A. K., Marangoni, A. G., ve Barbut, S. (2012). Mechanical properties of ethylcellulose oleogels and their potential for saturated fat reduction in frankfurters. *Food & Function*, 3, 327-337. doi: <https://doi.org/10.1039/C2FO10202A>

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Buse TOKSÖZ
Doğum Yeri : Zonguldak
Doğum Tarihi : 04.08.1994

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü, 2013-2017
Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tezli Yüksek
Lisans Programı, 2017-2020
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar

b) Bildiriler

1) Toksöz, B., ve Yılmaz, E. 2019. Oleojellerin sucuk ve sosis
üretiminde hayvansal yağ ikamesi olarak kullanılması. YABİTED IV.
Bitkisel yağ Kongresi, 18-19 Nisan 2019, İstanbul, sayfa, 38 (Poster)

c) Katıldığı Projeler

Yüksel Lisans Bursiyeri. Potansiyel Organojelatörlerle Yeni Oleojellerin Geliştirilmesi ve
Gıda Uygulamaları. TÜBİTAK 1001 Projesi (Proje No: 217O094)

İLETİŞİM

E-posta Adresi : bstksz@gmail.com