

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SOUS VIDE YÖNTEMİNİN KONJUGE LİNOLEİK ASİT
İÇERİĞİ ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KÖFTENİN KALİTE
PARAMETRELERİ VE DEPOLAMA STABİLİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Fatma Beyza ÖZYÜREK**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Cem Okan ÖZER**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

Eylül, 2021

NEVŞEHİR

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SOUS VIDE YÖNTEMİNİN KONJUGE LİNOLEİK ASİT
İÇERİĞİ ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KÖFTENİN KALİTE
PARAMETRELERİ VE DEPOLAMA STABİLİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Fatma Beyza ÖZYÜREK**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Cem Okan ÖZER**

**II. Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ezgi DEMİR ÖZER**

**Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül, 2021
NEVŞEHİR**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Cem Okan ÖZER ve Dr. Öğr. Üyesi Ezgi DEMİR ÖZER danışmanlığında **Fatma Beyza ÖZYÜREK** tarafından hazırlanan “**Sous vide yönteminin konjuge linoleik asit içeriği zenginleştirilmiş köftenin kalite parametreleri ve depolama stabilitesi üzerine etkisi**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

..... /..... / 20..

JÜRİ

Danışman : Doç. Dr. Cem Okan ÖZER

Üye : Doç. Dr. Hilal YILDIZ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Azim ŞİMŞEK

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun /..... / tarih ve sayılı Kararı ile onaylanmıştır.

..... /..... /20..

Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Fatma Beyza ÖZYÜREK



TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım süresince desteğini ve yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, farklı bakıő açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, her konuda yardımcı olan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Cem Okan ÖZER'e,

Ayrıca tez konumun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve laboratuvar çalıőmaları sırasında destek veren Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ezgi DEMİR ÖZER'e,

Yağ asidi kompozisyonu ve konjuge linoleik asit analizlerinin gerçekleştirilmesi için laboratuvar imkânlarını ve desteğini sunan Sayın Prof. Dr. Birol KILIÇ'a,

Hayatımın her aşamasında bana güvenen, sevgi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Sevgili annem Medine ÖZYÜREK'e, babam Celal ÖZYÜREK'e ve kardeőim Berra ÖZYÜREK'e,

Tez çalıőmam boyunca laboratuvarda yardımları esirgemeyen Ganime Beyzanur VAR'a sonsuz sevgi ve en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.

Fatma Beyza ÖZYÜREK

SOUS VIDE YÖNTEMİNİN KONJUGE LİNOLEİK ASİT İÇERİĞİ ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KÖFTENİN KALİTE PARAMETRELERİ VE DEPOLAMA STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Fatma Beyza ÖZYÜREK

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Eylül 2021

ÖZET

Bu araştırmada konjuge linoleik asit içeriği zenginleştirilen köfteler sous vide ve ızgara yöntemiyle pişirilmiştir. %3.75 oranında KLA ilavesi yapılan köfteler 65°C ve 95°C sous vide tekniğinde ve ızgarada pişirilerek hazırlanmıştır. Köfte örneklerinin kimyasal kompozisyonu, pişirme özellikleri, tekstür profili ve yağ asidi profili belirlenmiştir. Ayrıca 7 günlük depolama süresi boyunca örneklerin pH, TBARS ve renk değerlerinde gerçekleşen değişimler tespit edilmiştir.

Köfte örneklerinin yağ oranı köfte karışımına ilave edilen KLA miktarındaki artışa paralel olarak artmıştır. Tüm grupların pH değerleri depolama süresince artmıştır ve sous vide yöntemiyle pişirmede KLA ilavesi yapılan gruplarda TBARS seviyesinin önemli seviyede düştüğü belirlenmiştir. KLA ilavesinin renk değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Köfte karışımına KLA ilavesi köftelerin palmitik, palmitoleik ve linolenik asit içeriğini arttırırken, stearik asit içeriği azalmıştır. Ancak oleik, linoleik, toplam SFA, MUFA ve PUFA değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. KLA içeriği KLA ilavesine bağlı olarak artmış ve günlük tüketilmesi gereken miktara yakın değerlere ulaşmıştır. Pişirme işlemi ile KLA izomerlerinin miktarında önemli seviyede düşüş gerçekleşirken, sous vide yönteminde daha düşük seviyede kayıplar gerçekleştiği belirlenmiştir. Sous vide yöntemi ile pişirilen ve KLA içeren köfte örneklerinin elastikiyet, kohezivlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri diğer köfte örneklerinden daha yüksek ve çiğnenebilirlik değeri kontrol grubuna benzer seviyede tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda et ürünlerinde KLA düzeyinin artırılması için önemli stratejilerden biri olan doğrudan KLA ilave edilmesi yöntemi kullanılarak zenginleştirilen et ürünlerinin sous vide pişirme yöntemi ile hazırlanarak tüketiciye sunulmasının önemli bir alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır. Sous vide yöntemi ile hazırlanan gıdalarda ilave edilen KLA'nın daha fazla korunabileceği ve bu sayede KLA'nın insan sağlığı üzerine istenen olumlu biyolojik etkilerinin gözlenebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: sous vide, konjuge linoleik asit (KLA), köfte

Danışman: Doç. Dr. Cem Okan ÖZER

II. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ezgi DEMİR ÖZER

Sayfa Sayısı: 71 sayfa

THE EFFECTS SOUS VIDE METHOD ON QUALITY PARAMETERS AND STORAGE STABILITY OF MEATBALLS WITH ENRICHED CONJUGATED LINOLEIC ACID CONTENT

(M. Sc. Thesis)

Fatma Beyza ÖZYÜREK

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

September 2021

ABSTRACT

In this study, meatballs with enriched conjugated linoleic acid content were cooked by sous vide and grill method. The meatballs with 3.75% CLA addition were cooked in 65°C and 95°C sous vide technique and on the grill. The chemical composition, cooking properties, texture profile and fatty acid profile of the meatball samples were determined. In addition, changes in pH, TBARS and color values of the samples were determined during the 7-day storage period.

The fat content of the meatball samples increased in parallel with the increase in the amount of CLA added to the meatball mixture. The pH values of all groups increased during storage and it was observed that adding CLA in sous vide cooking could significantly reduce the TBARS level. It was determined that the effect of CLA addition on color values was statistically insignificant. When the palmitic, palmitoleic and linolenic acid of the meatballs were consumed in the addition of CLA to the meatball dough, stearic acid decreased. However, it was determined that there was no significant change in oleic, linoleic, SFA, MUFA and PUFA values. CLA content increased depending on the addition of CLA and reached values close to the amount that should be consumed daily. While the amount of CLA isomers decreased significantly with the cooking process, it was determined that lower losses occurred in the sous vide method. The springiness, cohesiveness, resilience and chewiness values of the meatballs cooked with the sous vide method and containing CLA were higher than the other meatball samples, and the gumminess value was found to be similar to the control group.

As a result of the study, it has been concluded that the preparation of meat products enriched by using the method of directly CLA addition, which is one of the important strategies for increasing the CLA level in meat products, can be an important alternative to be prepared with the sous vide cooking method and presented to the consumer. It is thought that added CLA in foods can be preserved more by prepared with the sous vide method and thus the desired positive biological effects of CLA on human health can be observed.

Keywords: sous vide, conjugated linoleic acid (CLA), meatball

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Cem Okan ÖZER

Co-Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ezgi DEMİR ÖZER

Page number: 71 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	İ
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	İİ
TEŞEKKÜR.....	İİİ
ÖZET	İV
ABSTRACT	Vİ
İÇİNDEKİLER	Vİİİ
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	Xİİİ
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	XİV
1. BÖLÜM	
GİRİŞ	1
2. BÖLÜM	
KAYNAK ÖZETİ.....	4
2.1. Gıdaların Pişirme Teknikleri.....	4
2.2. Sous Vide Pişirme Yöntemi.....	5
2.2.1. Sous vide yönteminin uygulanışı	6
2.2.2. Sous vide pişirme tekniğinde kullanılan ekipmanlar	9
2.2.3. Sous vide pişirme tekniğinin avantaj ve dezavantajları	11
2.2.4. Et ve et ürünlerinde sous vide uygulamaları	14
2.3. Konjuge Linoleik Asit.....	18
2.3.1. Gıdalarda KLA varlığı	19
2.3.2. Konjuge linoleik asidin sağlık üzerine etkileri	20
2.3.3. Et ve et ürünlerinde konjuge linoleik asit miktarını etkileyen faktörler	22
2.3.4. KLA'nın oksidasyon ve ısı stabilitesi	23
3. BÖLÜM	

MATERYAL VE METOT	26
3.1. Materyal	26
3.2. Metot	26
3.2.1. Köfte üretimi	26
3.2.2. Pişme özellikleri.....	30
3.2.3. pH analizi	30
3.2.4. Kül analizi	30
3.2.5. Nem analizi	31
3.2.6. Protein analizi	31
3.2.7. Renk analizi.....	32
3.2.8. Yağ miktarı analizi.....	32
3.2.9. Tekstür profil analizi	32
3.2.10. Yağ asidi profili analizi.....	32
3.2.11. Tiyobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi.....	33
3.2.12. İstatiksel analiz.....	34
4. BÖLÜM	
ARAŞTIRMA BULGULARI	35
4.1. TBARS Analiz Sonuçları.....	35
4.2. Yağ Asidi Kompozisyon Analizi Sonuçları	37
4.3. pH Bulguları.....	42
4.4. Kimyasal Kompozisyon Analiz Sonuçları	44
4.5. Renk Analizi Sonuçları	45
4.6. Pişme Özellikleri.....	48
4.7. Tekstür Profili Analiz Sonuçları	50
4.8. Duyusal Analiz Sonuçları	53

5. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİ.....	55
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	71



TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2. 1. Bazı gıdalarda sous vide pişirme tekniğinde süre sıcaklık uygulamaları [29]	8
Tablo 2. 2. Bazı gıdaların KLA içerikleri [83]	20
Tablo 3. 1. Deneme grupları ve pişirme parametreleri	27
Tablo 4. 1. Köfte örneklerinin depolama süresince TBARS değerleri	35
Tablo 4. 2. Köfte örneklerinde yağ asidi kompozisyon değerleri	38
Tablo 4. 3. Köfteler de tespit edilen KLA miktarları	41
Tablo 4. 4. Köfte örneklerinin depolama süresince pH değerleri	43
Tablo 4. 5. Köfte örneklerinin kimyasal kompozisyon değerleri	44
Tablo 4. 6. Köfte örneklerinin depolama süresince renk değerlerindeki (L^* , a^* ve b^* değişimler)	46
Tablo 4. 7. Köfte örneklerinin pişirme özellikleri	50
Tablo 4. 8. Köfte örneklerinin tekstür profil analiz değerleri	51
Tablo 4. 9. Duyusal analiz sonuç değerleri	53

RESİMLER DİZİNİ

Resim 2. 1. Sous vide pişirme tekniğinde kullanılan ambalaj materyali	9
Resim 2. 2. Sous vide pişirme tekniğinde kullanılan bir vakum ambalajlama cihazı.....	10
Resim 2. 3. Sous vide pişirme tekniğinde kullanılan termal pişirme sirkülatörü cihazı.	10
Resim 2. 4. Linoleik asit ve konjuge asit izomerleri [71]	19
Resim 3. 1. Köfte karışımının hazırlanması.....	27
Resim 3. 2. Şekillendirilen köfteler	28
Resim 3. 3. Sous vide pişirme tekniği ile pişirilen köfteler	28
Resim 3. 4. Izgara tekniği ile pişirilen köfte örnekleri.....	29
Resim 3. 5. Sous vide tekniği ile pişirilen ve vakumlanmış köfte örnekleri.....	29
Resim 4. 1. Duyusal Analiz için hazırlanan köfte örnekleri.....	53

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Sous vide pişirme tekniği işlem basamakları [29]	7
--	---



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

°C	Santigrat Derece
µl	Mikrolitre
C16:0	Palmitik asit
C16:1	Palmitoleik asit
C18:0	Stearik asit
C18:1	Oleik asit
C18:2	Linoleik asit
C18:3	Linolenik asit
<i>c9, t11</i>	<i>cis-9, trans-11</i> KLA izomeri
cm	Santimetre
g	Gram
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
kg	Kilogram
KLA	Konjuge Linoleik Asit
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
mg	Miligram
ml	Mililitre
∑MUFA	Toplam tekli doymamış yağ asitleri
∑PUFA	Toplam çoklu doymamış yağ asitleri
∑SFA	Toplam doymuş yağ asitleri
<i>t10, c12</i>	<i>trans-10, cis-12</i> KLA izomeri

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Bireylerin sağlıklı yaşamı, sosyoekonomik yönden gelişimi, refah düzeyinin artması ve sürdürülmesi için gerekli olan gıdaları belirli ölçülerde ve düzenli olarak tüketmeleri yeterli ve dengeli beslenme olarak tanımlanır. Yeterli ve dengeli beslenme olarak tanımlanan bu durum kişilerin sadece hayati faaliyetleri için değil toplumun daha iyi bir seviyeye ilerlemesi için de esas koşuldur. İnsanların sağlıklı yaşaması, büyümesi, gelişmesi, bedensel ve zihinsel işlevlerinin sürekliliği ancak dengeli ve yeterli beslenme ile sağlanabilir [1]. Yeterli ve dengeli beslenme; yaşam süresini arttırma, sağlık risklerini azaltma, zihinsel gelişim ve iş verimine olumlu etkileri ile tüketicilerde dengeli ve doğru tüketme bilinci oluşumuna katkı sağlamaktadır.

Son yıllarda bazı gıdaların çeşitli hastalıkları engellemesi ve tedavilerindeki öneminin bilimsel olarak kanıtlanması insan sağlığının korunmasında beslenmenin önemini arttırmıştır. Bu nedenle görünüşleri günlük tüketilen geleneksel gıdalara benzemesine karşın temel beslenmenin yanı sıra sağlığa yararlı olan veya sağlık açısından yararlı olacak şekilde geliştirilmiş fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanan gıdalara olan talep hızla artmaya başlamıştır [2]. Sağlık üzerine olumlu etkilerinin belirlenmesi ile araştırmacıların ve tüketicilerin ilgisini çeken fonksiyonel bileşiklerden birisi konjuge linoleik asit (KLA) izomerleridir [3]. KLA, linoleik asidin geometrik ve pozisyonel izomerlerinin tamamı için kullanılan ortak bir terimdir.

Gerçekleştirilen çalışmalar KLA'nın deri, mide ve meme hücrelerindeki bazı kanser türlerinin gelişiminin önlenmesinde ve bağışıklık sistemi, kolesterol ve obezite üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu göstermektedir [4]. KLA'nın belirtilen etkilerinin sağlanabilmesi için ortalama 70 kg ağırlığındaki bir insanın günde yaklaşık 3 g düzeyinde KLA tüketmesi gerektiği belirlenmiştir [5]. KLA'nın en temel kaynakları ruminant hayvanlardan elde edilen et, süt ve bunların ürünleridir. Yapılan araştırmalar insanların beslenme kültürü ve tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak diyetle aldıkları KLA miktarının farklılaştığını göstermektedir. Et ve süt ürünlerinden temin edilen *c9*, *t11* KLA izomeri miktarının İsviçre'de ortalama 0.16 g/gün, Almanya'da ortalama 0.40 g/gün olduğu ve et ve et ürünlerinin bir günde tüketilmesi gereken KLA miktarının dörtte birini karşıladığı belirlenmiştir [6, 7]. Dolayısıyla et ve et ürünlerinde bulunan

KLA miktarının artırılması neticesinde KLA'nın biyolojik etkilerinin sağlanabilmesi önemlidir.

Etin pişirilmesi işlemi etin lezzeti ve güvenilirliği bakımından oldukça önemlidir. Bunun yanında tüketicilerin arzu ettiği tat-aroma, gevreklik gibi özellikleri pişirme işlemi etkilemektedir. Et ve et ürünlerine çoğunlukla tüketimden önce uygulanan pişirme işlemi zararlı mikroorganizmaların inaktivasyonu ile ürün güvenliğini arttırmakta ve raf ömrünü uzatmaktadır. Mikroorganizmaların inaktivasyonu pişirme sıcaklığı, pişirme süresi, pişirme yöntemi, mikroorganizmanın tipi ve sayısına bağlıdır. Gıda güvenliğini sağlamak amacıyla farklı etlerin pişirilmesi esnasında ihtiyaç duyulan iç sıcaklık değerleri; tavuk eti için 74-82 °C, sığır eti ve kuzu eti için 63-71 °C ve balık eti için 60-63 °C olarak belirlenmiş ve etlerin belirtilen iç sıcaklık derecelerine en az 15 s maruz bırakılması gerektiği vurgulanmıştır [8, 9].

Etin pişirilmesi için uygulanan farklı pişirme tekniklerinde ısının et üzerinde çeşitli organoleptik, mikrobiyolojik ve kimyasal farklılıklara sebep olduğu bilinmektedir. En çok tercih edilen, tat olarak et ürünlerine pozitif özellikler katan ızgarayla pişirme metoduna benzer olarak yüksek sıcaklık uygulaması gerçekleştirilen tekniklerde, et içerisinde insan sıhhati bakımından risk oluşturabilen polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) gibi kanserojenik ve mutajenik ajanların oluşumu hızlanmaktadır [10]. Ayrıca yüksek sıcaklık derecelerinde uygulanan ısıl işlem sonucunda KLA gibi et ve et ürünleri içerisinde bulunan fonksiyonel bileşenlerde de kayıplar olabilmektedir.

Zaman kavramı günümüzde çalışan nüfusun artması, ulaşım sıkıntıları, sıkı iş temposu ve uzun çalışma saatleri gibi sebeplerle bireylerin yaşamında önemli bir yer kazanmıştır. Buna bağlı olarak gıda tüketim alışkanlıkları da değişerek çabuk ve basit hazırlanan yemeklerle beslenmeye yönelim artmıştır. Ancak tüketicilerin sağlık konusundaki endişeleri ve yeterli ve dengeli beslenme konusunda farkındalıklarının artması çabuk ve basit hazırlanan, besin öğeleri zayı olmamış ve sağlığa zararlı bileşikler içermeyen gıda ürünlerini tüketme talebini arttırmaktadır. Böylece gıda bilimi ve teknolojisi bireylerin istekleri doğrultusunda gıdanın olağan tüketim şekillerinde farklı olan uygulamaları araştırmaya yönelmektedir. Tüketici taleplerinin karşılanması için besin değerini koruyabilen, raf ömrü uzun, duyuusal ve tekstürel özellikleri farklı olan sous vide tekniği gıda işletmelerinde ve endüstrisinde alternatif bir teknik olarak ele alınmaktadır [11].

Sous vide teknolojisi, vakum paketlenmiş ürünün su içerisinde uygulanan ısı ile pişirilmesi, ürünün istenildiğinde uzun süre ambalaj içerisinde depolanması ve tüketicinin istediği anda hızlı bir şekilde ısıtılıp tüketilmesini sağlayabilmektedir. Tüketicilere sous vide tekniğiyle hazırlanan ürünler, soğuk zincir kırılmadan güvenilir bir şekilde sunulmaktadır. Sous vide tekniği uygulanmış ürünler okul, fabrika, hastane, otel ve askeri kışlalar gibi toplu yemek tüketiminin gerçekleştirildiği alanlarda geniş bir kullanım alanına sahiptir [12].

Bu tez çalışması kapsamında, KLA içeriği zenginleştirilmiş köftelerin sous vide tekniği ile pişirilmesinin KLA miktarı, fizikokimyasal, tekstürel ve duyu özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca köftelerin depolama boyunca fizikokimyasal özellikleri üzerindeki değişimlerin ortaya konması amaçlanmıştır.

2. BÖLÜM

KAYNAK ÖZETİ

2.1. Gıdaların Pişirme Teknikleri

Genellikle sebze ve meyvelere uygulanan haşlama yönteminde; sebze ve meyvelerin içeriğinde bol miktarda bulunan önemli besin bileşenleri pişirme işlemi sırasında kaybolmaktadır. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen pişirme işlemi sebze ve meyvelerin hücrelerinin fazlaca bozulmasına sebep olmaktadır. Sebze ve meyveler sous vide pişirme tekniği ile pişirildiklerinde gıda bileşenlerini ve kendilerine özgü özellikleri yitirmeden pişirilebilmektedir [13]. Yaygın yöntemler kullanılarak pişirilen sebze ve meyvelere kıyasla sous vide pişirme tekniği ile pişirilen ürünlerde antioksidan özelliklerini daha iyi korudukları tespit edilmiştir [14]. Sous vide pişirme tekniği et ve et ürünlerinin yanı sıra meyve ve sebzelerin pişirilebilmesi için de oldukça uygun bir tekniktir. Sous vide pişirme tekniği ile sebze ve meyvelerin pişirilmesi için ideal sıcaklığın 80°C ve pişirme süresinin geleneksel pişirme tekniklerinden 3 kat fazla olduğu belirtilmektedir [15].

Et ve et ürünlerinin pişirilmesinde kullanılan en yaygın teknikler geleneksel pişirme teknikleri olarak da ifade edilen haşlama, kızartma, soteleme ve ızgaralama teknikleridir. Geleneksel yöntemler ile pişirilen etlerde tat kaybı ve kuruma gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Geleneksel yöntemlerden ziyade olumsuz özellikleri ortadan kaldırmak için et ve et ürünleri için alternatif pişirme teknikleri aranmaktadır. Sous vide pişirme tekniği etin yumuşak, lezzetli ve sulu pişirilmesi için önemli bir alternatif pişirme tekniğidir [15]. Sıcaklık ve pişirme süresinin tam olarak kontrol altında tutulabildiği sous vide pişirme tekniğinde ette istenilen değişimler kolaylıkla sağlanabilmektedir [16, 17].

Et ve et ürünlerinde kullanılan geleneksel yöntemlerden biri sote pişirme yöntemidir. Kızgın tavaya ufak taneler şeklinde doğranan etlerin konularak yağ ilavesi ile kısa sürede gerçekleştirilen bir pişirme tekniğidir. Pişirme işleminden önce tava ısıtılır. Bu sayede etin tavayla birleşmesi önlenir. Et suyunun sızmasının önlenmesi için mühürleme işlemi gerçekleştirilir [18]. Bir başka geleneksel yöntem ise kızartma yöntemidir. Kızartma esnasında nem ve ısı, farklı kimyasal ve yapısal değişikliklere sebep olur ve yağda degradasyon görülür [19]. Gerçekleştirilen yüksek ısı sebebiyle ette

akrilamid, polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) ve heterosiklik amin (HA) gibi arzu edilmeyen bileşikler oluşabilmektedir [20]. Kullanılan bir diğer yöntem ise haşlama yöntemidir. Haşlama tekniğinde kolajen hidrolize olarak jelleşmekte ve böylelikle et yumuşamaktadır [21].

2.2. Sous Vide Pişirme Yöntemi

Sous vide pişirme yöntemi pişmemiş ürüne eğer istenirse zeytinyağı, baharat, tuz, gibi lezzet veren bileşenler ilave edilerek veya hiçbir şey ilave edilmeden ürünün ambalaj içerisinde vakumlandıktan sonra belirli sıcaklık ve sürede ısı işleme tabi tutulması olarak tanımlanmaktadır [22]. Sous vide pişirme tekniği ilk olarak Georges Pralus tarafından Fransa da çiğ ürüne düşük ısı uygulanarak başlamıştır [22]. Sonrasında Charles Ambrosia Ready tarafından ürünün vakum ambalaja konularak pişirilmesi tekniği geliştirilmiş ve patenti alınmıştır [23]. Daha sonra yöntem üzerinde çeşitli sıcaklık ve zaman parametreleri denenmiş ve uygulanmıştır.

Sous vide pişirme tekniğinin Fransa'da yaygınlaşmaya başlamasından sonra İngiltere, Kanada, Avustralya, Amerika ve Güney Afrika'da da şeflerin ve tüketicilerin bu tekniğe olan güveni artmış ve bu teknikle üretilmiş ürünler restoranlarda ve marketlerde yer almaya başlamıştır. Yöntemin ilgi görmesinde yemek hazırlama konusunda zaman sıkıntısı yaşayan bireyler, özellikle anneler ve tek başına yaşayan kişiler, etkili olmuştur. Sous vide pişirme tekniğini sıklıkla tercih eden kuruluşlar yemek şirketleri, gıda tedarikçileri, silahlı kuvvetler, oteller, restoranlar, havayolu, demiryolu ve denizyolu ulaşım sistemleri, hastaneler ve okullar olmuştur [11].

Sous vide pişirme tekniği ile pişirilmiş hazır gıdalar mikrobiyal riske maruz kalmadan tekrar ısıtılarak rahatça kullanılabilmesi nedeniyle genellikle hazır yemek sektöründe tercih edilmektedir. Günümüzde pek çok kişi ürünün lezzetini artırmak için, özellikle et ürünlerinde sous vide pişirme tekniğiyle yemeklerini hazırlamakta ve hazır yemek sektöründe kullanılan sıcaklıklardan daha düşük sıcaklıklarda uzun sürelerde pişirerek farklı denemeler yapmaktadır [24].

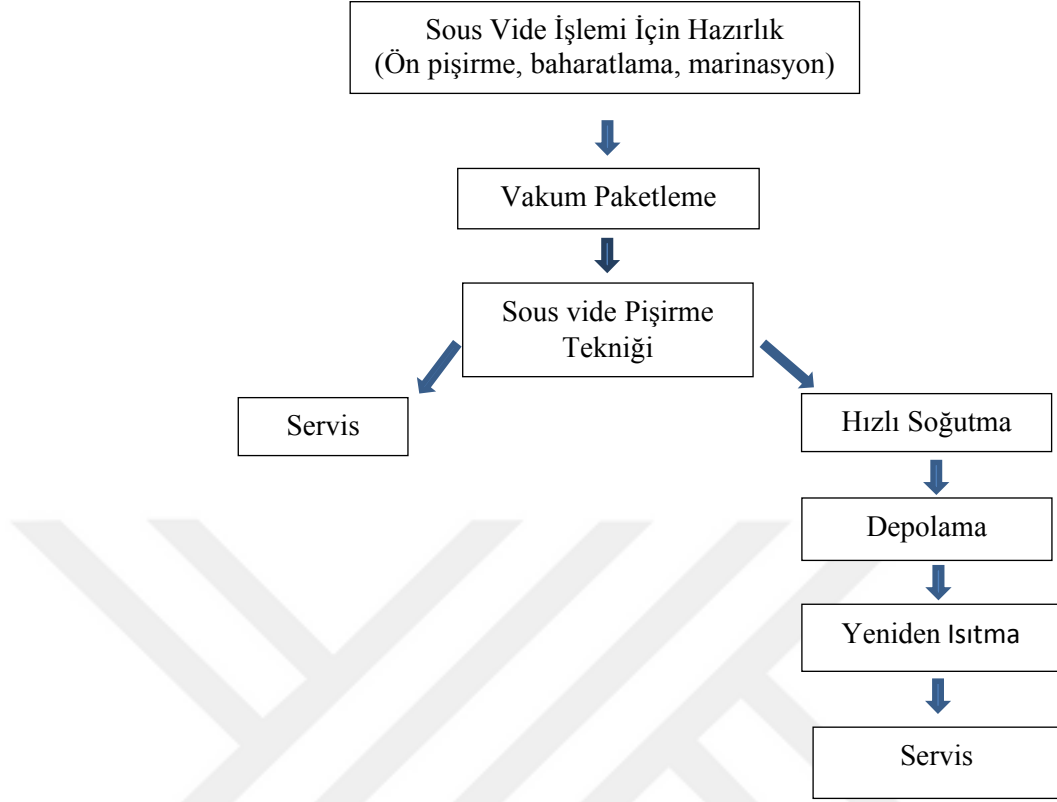
Sous vide pişirme tekniğinin tüketiciler tarafından talep edilen iyi kalitede ve tazelikte gıdanın oluşturulması için geliştirilmiş bir yöntem olduğu da söylenebilir [25]. Ürünün geleneksel yöntemler ile pişirilip daha sonra soğutulmuş muhafaza edilmesinden farklı olarak sous vide pişirme tekniğinin ürüne duyuşal özellikler bakımından önemli

seviyede olumlu etkileri olmaktadır. Bunun sebebi, pişirme işlemi öncesinde gerçekleştirilen paketlemenin uçucu lezzet bileşenlerinin buharlaşmasını önlemesi ve ambalajlama işleminin lezzet kaybının en önemli sorumlusu olan oksidatif değişimleri sınırlamasıdır [26]. Vakum ambalajlama, pastörizasyon işlemi ve düşük sıcaklıkta depolama işlemlerini içeren sous vide pişirme tekniği taze ve yüksek besleyici değere sahip ürünün aynı zamanda mikrobiyolojik güvenilirliğinin sağlanarak raf ömrünün uzatılmasını sağlamaktadır [25].

Son yıllarda beyin gücüne dayalı çalışma sisteminin, dünya nüfusunun ve sağlıklı beslenme bilincinin hızla artmasıyla hazırlanışı daha kolay, tat ve dokusu taze ürüne çok daha yakın ve çözdürülmesine gerek olmayan sous vide pişirme tekniği ile hazırlanan gıdalar hazır yemek sektöründe de tercih edilmeye başlamıştır [27]. Dolayısıyla bu teknik gıdanın uzun süre taze bir şekilde muhafaza edilmesini sağlamanın yanında hazır yemek sektörüne de hizmet etmek amacını taşımaktadır. Özellikle sous vide pişirme tekniği ile hazırlanmış su ürünleri hazır yemek sektöründe sıklıkla tercih edilmektedir [25]. Bunun yanı sıra, Amerika Birleşik Devletleri gibi bazı ülkelerde sous vide yöntemi ile hazırlanan gıdalar yaşlı veya kronik rahatsızlığı olan kişilerin hayatını kolaylaştırmak için bazı kuruluşlar tarafından kullanılmaktadır [28].

2.2.1. Sous vide yönteminin uygulanışı

Sous vide pişirme tekniğinde gerektiğinde ön hazırlık işlemlerinden geçirilen çiğ veya kısmen farklı yöntemler ile ön pişirme işlemi uygulanmış gıda yüksek sıcaklığa dayanıklı ve sızdırmaz özellikteki bir ambalaj içerisine yerleştirilir ve ambalajın içindeki hava vakumlanarak ambalaj sızdırmaz bir şekilde kapatılır. Daha sonra ürüne uygun olarak seçilen sıcaklıktaki (65-95°C) suyun içerisinde uygun süre boyunca pişirilir. Isıl işlem sonrasında pişen ürün hızlı bir şekilde servis edilir veya buzdolabı sıcaklığına (2-4 °C) kadar hızlıca soğutularak bu sıcaklıklarda depolanır. Depolanan ürün tüketileceği zaman tekrar ısıtılarak servis edilir (Şekil 2.1.).



Şekil 2. 1. Sous vide pişirme tekniği işlem basamakları [29]

Sous vide pişirme tekniği ile pişirilen ürünler kontrollü olarak hazırlanıp ambalajlanarak uygun zaman ve sıcaklık koşullarında ısıl işleme tabi tutulur ve 3°C veya daha düşük sıcaklık değerleri altında 28 güne kadar güvenilir ve taze bir şekilde muhafaza edilebilir [30, 31]. Sous vide pişirme tekniğinde en önemli aşama, D değeri olarak da tanımlanan, ürün mikrobiyal popülasyonun başlangıç miktarında %90 azalma sağlanması için gereken sıcaklık ve süre parametresinin doğru olarak belirlenmesidir [30]. Bu noktada özellikle başlıca patojen mikroorganizmaların kontrol altına alınması önem arz etmektedir. Sous vide pişirme tekniğinde uygulanan pastörizasyon işlemi için genellikle 60°C ile 95°C arasında sıcaklık değerleri uygulanmaktadır (Tablo 2.1.). Bu yöntemin temel ilkesi düşük sıcaklık altında uzun süre ısıl işlem uygulanarak gıda içeriğindeki bileşenlerin kaybını azaltmak ve gıdanın kalitesinin korunması ve raf ömrünün uzatılmasıdır [26]. İşlenen gıda ürününün özellikleri ve hedef mikroorganizma göz önünde bulundurularak seçilecek sıcaklık ve süre kombinasyonu ile güvenilir işlem gerçekleştirilebilmektedir [32-34].

Tablo 2. 1. Bazı gıdalarda sous vide pişirme tekniğinde süre sıcaklık uygulamaları [29]

Gıda	Sıcaklık	Süre
Kırmızı Et	54°C-85°C	1-48 saat
Kanatlı Eti	60°C-75°C	45-180 dk
Balık Eti	40°C-55°C	40-70 dk
Sebze ve Meyve	82°C-85°C	10-18 dk
Yumurta	64°C	60 dk

Sous vide pişirme tekniği ile pişirilen gıdalar Pişir-Servis Et (cook-serve/hold) ve Pişir Soğut (cook-chill/freeze) olmak üzere iki farklı şekilde tüketilmektedir. Pişir- Servis Et yöntemi genel olarak ürünün paketlenme için hazırlanması, vakum ambalajlanması, ısıtma işlem ve servis edilmesi şeklinde uygulanmaktadır. Pişir-Soğut yöntemi ise paketlenme için hazırlama, vakum paketlenme, ısıtma, hızlı soğutma, buzdolabı veya dondurucuda saklama, tekrar ısıtma ve servis etme şeklinde uygulanmaktadır [15].

Sous vide pişirme tekniğinde en kolay ve en güvenli yöntem ürünlerin vakum ambalajlandıktan sonra pastörize edilip servis edilene kadar 50-55°C'de tutulduğu Pişir-Servis Et yöntemidir. Ürünün sıcak tutulması patojenlerin üremesini engellerken bu sıcaklıklarda fazla bekletilen sebze ve etlerde lapalaşma görülmektedir. Servis edilmeden önce ürünlerin ne kadar süre sıcak şekilde bekletilebilecekleri ürüne bağlı olduğu kadar ürünün bekletildiği sıcaklığa da bağlıdır. İri doğranmış et parçaları 54.4°C'de 24-48 saat bekletilebilmektedir. Pişir-Soğut yöntemi ise Pişir-Servis Et yönteminde belirtilen şekilde üretilen gıdanın hızlı bir şekilde soğutulması, servise kadar soğukta muhafazası (0-4°C) ve servis için tekrar ısıtılması şeklinde uygulanmaktadır [13, 15].

Sous vide pişirme tekniğinde ürünlerin hazırlanmasından tüketiciye ulaşana kadar geçen süreçte dikkat edilmesi gereken en önemli husus ürünlerin depolama, dağıtım ve satış sürecinde uygun sıcaklıkta (0 - 4°C) muhafaza edilmesi ve soğuk zincirin sürekli takip ve kontrol edilmesidir [35]. Soğuk zincir gıdaların üretiminden başlayarak depolama ve dağıtımını da içermek üzere, tüketicinin sofrasına ulaşmaya kadar geçen bütün aşamalarda gıdanın özelliğine göre dondurulması veya soğutulması için gereken düşük sıcaklık uygulamasının sağlanması olarak tanımlanmaktadır [36]. Sous vide pişirme tekniği ile gıdaların muhafazasında en önemli risk faktörü ortam sıcaklığının etkisiyle soğuk zincirin kırılma ihtimalinin oldukça yüksek olmasıdır [37]. Bu nedenle sous vide pişirme tekniği ile hazırlanan gıdalar da sıcaklık dalgalanmalarının ortaya çıkmasına mani

olacak tedbirler alınmalı ve oluşabilecek sıcaklık farklılıklarının takip edilmesi için devamlı izleme ve kontrol sistemlerinin oluşturulması gerekmektedir [38].

2.2.2. Sous vide pişirme tekniğinde kullanılan ekipmanlar

Sous vide pişirme tekniğinde kullanılan en temel ekipmanlar ambalaj materyali, vakum ambalajlama cihazı ve ısıl işlemin uygulandığı termal pişirme sirkülatör cihazıdır. Sous vide pişirme tekniği sırasında kullanılan ambalaj materyalleri gıdaya uyumlu, esnek, yüksek sıcaklıklarda bile gıdaya polimer madde migrasyonu olmayan veya en düşük seviyede olan, sıcaklıktan etkilenmeyen, yırtılma ve bozulmaya uğramayan, ince ve gaz geçirgenliği düşük olmalıdır [39]. Ayrıca, uygulanan ısıl işlem nedeniyle ısıya karşı dirençli olmalıdır. İnce ve esnek yapıya sahip ambalaj materyali, gıdaya uygulanan ısıtma ve soğutma işleminin etkinliğinin metal ambalajlardan daha verimli olmasını sağlamaktadır (Resim 2.1.).

Sous vide pişirme tekniğinde yaygın olarak tercih edilen ambalaj materyalleri yüksek yoğunluklu polietilen (high density polyethylene, HDPE) ve düşük yoğunluklu polietilen (low density polyethylene LDPE) ambalaj materyalleridir [30]. Ayrıca cam kavanoz veya metal konteynerler içerisinde de sous vide pişirme tekniği uygulanabilir.



Resim 2. 1. Sous vide pişirme tekniğinde kullanılan ambalaj materyali

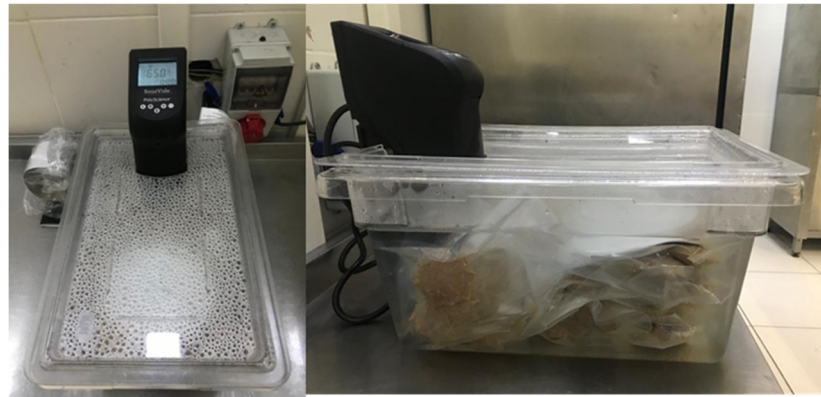
Sous vide pişirme tekniğindeki bir diğer önemli aşama ürünlerin vakum ambalajlanmasıdır. Resim 2.2.'de mevcut çalışmada kullandığımız ve sous vide yönteminde kullanılabilen bir vakum ambalajlama cihazı görülmektedir. Sıvı gıdaların vakum ambalajlanmasında düşük basınç değerlerine ulaşmak zorken et ve sebze gibi

sıkı ve katı gıdalarda vakum ambalaj içindeki basınç $0,1 \cdot 10^5$ Pa düzeyine kadar düşürülebilmektedir. İstenenden daha yüksek veya daha düşük basınç uygulanan gıdalarda, pişirme ve yeniden ısıtma sırasında bazı problemler görülebilmektedir [40].



Resim 2. 2. Sous vide pişirme tekniğinde kullanılan bir vakum ambalajlama cihazı

Sous vide pişirme tekniğinde ısıtma işlemi için sıcaklık ve süre kontrolünün gerçekleştirilebildiği termal pişirme sirkulatörleri kullanılmaktadır (Resim 2.3.). Ayrıca su banyosu veya buhar konveksiyonlu fırınlar da ısıtma işlemi için kullanılabilir. Ancak ısıtma işleminin gerçekleştirileceği ekipmanın homojen ısı dağılımını sağlaması ve düşük sıcaklık dalgalanmasına sahip olması işlem verimliliği ve güvenilirliği açısından önemlidir. Ürün çevresinin su ile sarılması nedeniyle ısı iletiminin daha etkin ve homojen gerçekleştirilmesi su banyolarının en önemli avantajlarıdır. Ayrıca su sirkülasyonu sağlayan pompalar ile entegre çalışan su banyoları ile ürün sıcaklığının daha homojen bir şekilde artırılması sağlanabilmektedir [39].



Resim 2. 3. Sous vide pişirme tekniğinde kullanılan termal pişirme sirkulatörü cihazı

2.2.3. Sous vide pişirme tekniğinin avantaj ve dezavantajları

Pişirme işlemi gıda tüketilmeden hemen önce uygulanan son ve kritik bir işlemdir. Pişirme işleminin uygun bir şekilde gerçekleştirilmesi ile gıda çekici ve lezzetli bir hale gelebileceği gibi uygun olmayan bir şekilde gerçekleştirilmesi durumunda da tüketicinin talep etmeyeceği ve tüketmek istemeyeceği bir ürün haline dönüşebilir.

Sous vide pişirme tekniği, pişirme yöntemleri arasında ısının gıdaya en ölçülebilir, homojen ve kontrollü şekilde uygulandığı yöntemlerden birisi olarak kabul edilmektedir. Öyle ki birçok gıda ürününde sous vide pişirme tekniği kullanmış olan şef Thomas Keller, vakum altında anlamına gelen "sous vide" teriminden çok "Kontrollü Pişirmenin Gücü" olarak tanımlamakta ve kontrollü ve hassas pişirme anlamına gelen "Precision Cooking" teriminin bu pişirme yöntemi için daha uygun olabileceğini belirtmektedir [41].

Sous vide pişirme tekniğinde ürünün pişmesi için yeterli en düşük sıcaklık değeri uygulanmakta ve böylece yüksek sıcaklık değerlerinin gıda bileşenlerine vereceği zarar azaltılabilmektedir. Özellikle et ürünlerinde bazı pişirme yöntemlerinin kullanıldığı durumlarda ürün yüzeyinin aşırı pişmiş iç kısmının ise çok az hatta hiç pişmediği durumlar ortaya çıkarken, sous vide pişirme tekniğinde gıdanın iç ve dış kısımları homojen bir şekilde pişmektedir [41]. Dolayısıyla sous vide pişirme tekniğini diğer pişirme yöntemlerinden ayıran en önemli iki unsur daha kontrollü bir ısıtmanın sağlanması ve düşük sıcaklıklarda ve vakum altında ısıl işlem uygulandığı için gıda bileşenlerinin daha az zarar görmesidir [15].

Sous vide pişirme tekniğinin avantajları şu şekilde özetlenebilir,

- Tüketici kısa sürede ve kolayca gıdayı tüketim için hazırlayabilir,
- Pişirme öncesi hazırlık kolay ve hızlıdır,
- Et, kanatlı eti ve su ürünleri de dahil olmak üzere birçok gıdaya uygulanabilir,
- Gıda vakum ambalaj içerisinde pişirildiği için gıdadaki su ve aroma bileşenleri ürün içinde kalır,
- Ürün en dışından merkezine kadar aynı sıcaklıkta homojen bir şekilde işleme maruz kalır,
- Pişirme kayıpları daha düşük olduğu için ürün daha nemli ve gevrek olur,
- Ürünün kalitesinin korunması ve raf ömründe artış sağlanır [42].

Ayrıca sous vide pişirme tekniğinde uygulanan vakum ambalajlama işlemi ısı işlem sırasında ısı transferini artırmakta ve oluşan anaerobik ortam ile mikrobiyal ve oksidasyon reaksiyonları kısıtlanarak ürünün raf ömrü artmaktadır [43]. Bunun yanı sıra özellikle et ve et ürünlerinde üründen su ve diğer bileşenlerin uzaklaşmaması nedeniyle gıda içerisindeki bileşenlerin kaybı azalmakta ve besin değeri kaybı en az seviyede gerçekleşmektedir [25]. Yaygın pişirme yöntemleri kullanıldığında et ürünlerinde yaklaşık %25-40 oranında ağırlık kaybı gerçekleşirken, sous vide pişirme tekniği ile pişirilen etlerde ağırlık kaybı %5-10 seviyesinde olmaktadır [42]. Ayrıca özellikle düşük sıcaklık ve uzun süre de gerçekleştirilen sous vide pişirme tekniğinde gıda içerisindeki çeşitli vitamin ve yağ asitlerinde gerçekleşen kayıpların azaldığı belirtilmektedir [28, 44].

Tüm bu olumlu etkilerin yanı sıra sous vide pişirme tekniğinin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle işlem sonrası soğuk zincirin takibi en önemli dezavantajlardandır. Bunun dışında sous vide pişirme tekniğinin bazı dezavantajları şu şekilde özetlenebilir,

- Isıl işlemin uygun bir şekilde gerçekleştirilmemesi durumunda et ürünlerinde *Clostridium botulinum*'un toksik etki oluşturmasının engellenememesi gibi durumlarla karşılaşılabilir,
- Uygun olmayan koşullarda ambalajlanan ürünün kontaminasyon riski oldukça yüksektir,
- Kullanılan ekipmanlar geleneksel pişirme tekniklerine ek bir maliyet oluşturur,
- Farklı gıdalar için ısı işlem şartlarını belirlenmesi uzmanlık gerektirir,
- Özellikle et ürünlerinde ambalaj içerisinde üründen ayrılan sıvı ürün için hoş olmayan bir görünüm oluşturabilir,
- Ambalaj içerisinde oluşan ortam anaerobik mikroorganizmalar için ideal bir ortamda oluşturabilir [15].
- Düşük sıcaklıkta pişirilen et ürünlerinde Maillard reaksiyonu meydana gelmemektedir. Sous vide tekniğiyle pişirilen et ürünleri bir miktar yağ ilave edilmiş sıcak tavada yaklaşık 1 dk pişirilerek Maillard reaksiyonunun gerçekleşmesi sağlanabilir [45].

Sous vide pişirme tekniğinde uygulanan ısı işlem sıcaklıklarının düşük olması ve anaerobik ortam nedeniyle gıdalar içerisinde bazı patojen bakterilerin üreme potansiyeli

oldukça yüksektir. 1988 yılında Birleşik Devletler Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), sous vide pişirme tekniğinin toplum sağlığı açısından bazı riskler taşıyabileceğini ve bu nedenle sadece alanında profesyonel kişiler tarafından kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Sous vide pişirme tekniği ile hazırlanan gıdalarda vakum paketlenme işlemi gerçekleştirildiği için oksidasyon önemli ölçüde sınırlanmakta ve dolayısıyla gıda içerisinde oksidasyon kaynaklı kötü tat ve koku oluşumu azalmakta, aerobik bakterilerin gelişmesi engellenmekte ve depolama sırasında oluşabilecek kontaminasyonlar önlenmektedir. Bu durum gıdanın raf ömrüne olumlu yansımaktadır [15].

Ürünün duyuşal özelliklerinin veya kalitesinin kabul edilemeyecek duruma geldiği nokta ürünün maksimum raf ömrü olarak belirlenmektedir. Sous vide pişirme tekniği uygulanmış ürünlerin depolama süresi gıdanın kimyasal, fiziksel, mikrobiyal ve duyuşal özelliklerindeki değişim izlenerek yapılan farklı çalışmalarla belirlenmiştir [30]. Sous vide pişirme tekniği ile hazırlanan gıdalar tekrar ısıtma ve tüketim işlemine kadar 0-3°C arasında ortalama 4 hafta depolanabilmektedir [11]. Vakum ambalaj açıldıktan sonra ürün 60°C'nin üzerindeki sıcaklık değerlerine kadar ısıtılmalı ve hızlı bir şekilde (1 saat içinde) tüketilmelidir. Sous vide pişirme tekniği ile hazırlanmış gıdaların ısıtılması için 70°C'den yüksek sıcaklık değerlerinde 8-15 dakika ısıtma işlemi uygulanması veya mikrodalga fırında 4-5 dakika ısıtma önerilmektedir. Doğranmış veya porsiyonlanmış ürünlerde mikrodalga fırında yaklaşık 55 saniyelik ısıtma ürünün merkez sıcaklığını 80°C'nin üzerine çıkarmaktadır [46].

Sous vide pişirme tekniği uygulanmış üründe raf ömrünü belirleyen en önemli parametre gıdanın mikroorganizma yükü ve bu mikroorganizmaların ürettiği metabolitler ve toksinlerdir. Bu mikroorganizmaların oluşturduğu organik asit gibi metabolitler, üründe fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerin değişimine neden olabilmektedir. Çiğ veya işlenmiş her gıda ürünü belli mikrobiyolojik kalite standartlarına sahiptir. Çoğunlukla et ürünlerinde koloni oluşturan birim (KOB) sayısı 10⁷/g et olduğunda bozulma olduğu kabul edilmektedir [30].

Son yıllarda sous vide pişirme tekniği üzerine yapılan bilimsel çalışmalarda çoğunlukla *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus cereus* gibi mikroorganizmaların inhibisyonu ve ürünlerinin mikrobiyolojik güvenliği üzerine olmaktadır [11, 47].

2.2.4. Et ve et ürünlerinde sous vide uygulamaları

Sous vide pişirme tekniği, gıdanın pişirilmesi sırasında gıdada meydana gelen yavaş ve hızlı değişimlerin bir arada gözlemlenebileceği bir yöntem olarak öne çıkmaktadır [15]. Pişirme sıcaklığı ve süresi gerçekleşen değişimler için önemli rol oynamaktadır. Et ve et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan sous vide pişirme tekniği ile gerçekleşen en önemli değişimlerin ürün tekstürü, rengi ve lezzetinde gerçekleştiği söylenebilir.

Sous vide pişirme tekniğiyle et pişirmek için öncelikle etin tekstürel özelliğinin belirlenmesi gerekir. Buna bağlı olarak sous vide pişirme tekniği ile pişirilecek etler daha önce marine edilebilir. Marinasyon için çoğunlukla şarap, sirke, meyve suları, yoğurt gibi asidik karakterdeki bileşenler kullanılır. Ancak marinasyonda alkol kullanılması durumunda sous vide pişirme tekniği sırasında vakumlu ambalajda şişme gerçekleşmektedir [15]. Pişirme esnasında proteinlerde bazı değişimler (protein denatürasyonu) ortaya çıkmaktadır. Proteinlerde meydana gelen değişimler ve bu değişimlerin şiddeti uygulanan ısı ve zamana bağlıdır [15]. Isı uygulaması ette kasların kısılması, protein denatürasyonu ve kolajen dokunun çözünmesi gibi etkilere sebep olmakta, ileriki aşamalarda ise çoğunlukla miyofibriller proteinlere etki ederek sertliğin azalmasını ve gevrekliğin artmasını sağlamaktadır. Sous vide pişirme tekniğiyle düşük sıcaklıklarda uzun süre pişirilen etlerde kolajen dokunun yüksek oranda çözündüğü ve bunun jelatin oluşumuna neden olarak ette sertliğin azalmasını sağladığı tespit edilmiştir. Kolajenle jelatine sıcaklığı 55°C'nin üzerinde çevrilmeye başlamaktadır. Sous vide pişirme tekniğinde etler 50°C - 65°C sıcaklıklarda yaklaşık 24 saat süreyle pişirilmektedir. Fazla sıkı tekstüre sahip etler 10-12 saat 80°C'de ya da 1-2 gün 55-60°C'de orta sıklıkta tekstüre sahip etler 6-8 saat boyunca 55-60°C'de pişirilmektedir [48]. Pişirme işlemi sırasında miyofibriller dokunun koagülasyonu ise 70-80°C civarındaki sıcaklıklarda gerçekleşmekte, bu nedenle de sous vide pişirme tekniğindeki düşük sıcaklıklarda miyofibriller proteinlerin koagülasyonu daha az olmaktadır. Miyofibriller protein koagülasyonu ette sertliğin oluşmasındaki en büyük etkenlerden biri olarak gösterildiğinden sous vide pişirme tekniği ile pişen etlerin daha yumuşak bir tekstüre sahip olduğu belirtilmektedir [16, 24]. Yumuşak tekstüre sahip etleri pişirirken değişimler kısa sürede gerçekleşmelidir ve bu nedenle hızlı bir pişirme işlemi yapılmalıdır [49].

Sous vide pişirme tekniği uygulanan etler sonrasında sunulmak üzere soğutulabilir, dondurulabilir ya da anında servis edilebilir. Sonradan servis edilmek üzere soğutulan ürün pişirildiği sıcaklığa kadar ısıtılmalıdır. Çoğunlukla bu ısıtma işlemi 53-55°C sıcaklıktaki suda gerçekleştirilmektedir [15].

Yapılan bir çalışmada sous vide pişirme tekniğiyle pişirilmiş yerel et ve tavuk yemeklerinin depolama boyunca gösterdiği duyuşal değişim incelenmiştir. Çalışmada örnekler 70°C’ de 90 dakika ve 90°C’ de 45 dakika pişirilmiş ve 1.5°C’ de 40 gün boyunca depolanmıştır. Örneklerin depolama boyunca taze ürün tadını koruduğu duyuşal değerlendirmeler sonucu tespit edilmiştir [42].

Mortensen ve arkadaşları (2012) farklı sıcaklık ve süre parametrelerinde (56, 58 ve 60 °C’de 3, 6, 9 ve 12 saat) sous vide pişirme tekniğiyle pişirerek gerçekleştirdiği çalışmada, 56 °C’de 12 saat pişirilen etlerin daha yumuşak olduğunu ifade ederken; 56 °C’de 3 saat pişirilen etlerin ise diğer parametrelere oranla daha sulu olduklarını vurgulamaktadırlar [50]. Ayrıca, Öz ve Zikirov (2015) da haşlanmış etlerde ki su kaybının, sous vide yöntemi ile işlem görmüş etlerden daha yüksek olduğunu ve vakumlama işleminin buharlaşma ve su kaybını en az seviyede tuttuğunu ifade etmektedir [51].

Vaudagna ve arkadaşları (2002)’nın sous vide pişirme tekniği uyguladıkları çalışmada, ete uygulanan ısı arttıkça (50°C’den 65°C’ye) kesme kuvvetinin düştüğü, pişirme kaybının arttığı ve diğer taraftan pişirme süresinin pişirme kaybı ve kesme kuvveti değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadıkları vurgulanmıştır [52].

Hansen ve arkadaşları (1995), yaptıkları çalışmada sous vide pişirme tekniğini kullanarak pişirdikleri kırmızı et ürünlerinin 23-35 gün, Bertelsen ve Juncher (1996), yaptıkları çalışmada beyaz et ürünlerinin 14-30 gün ve Bergslein (1996) balık ve sebze ürünlerinin 7 gün boyunca duyuşal özelliklerini kaybetmeden koruduğunu belirtmektedir [42]. Armstorng ve McIlveen (2000) ise sous vide pişirme tekniği ile pişirdikleri et içeren yemeklerin duyuşal kalitesinde 40 gün boyunca önemli kayıplar olmadan depolanabileceğini bildirmiştir [42].

Sous vide pişirme tekniği uygulanmış ürünlerin besleyici özellikleri sous vide yönteminin klasik pişirme yönteminden farklı olarak vitaminlerde ve yağ asitlerinde daha az kayıplara neden olduğu da çalışmalarda belirtilmektedir. B1, B2 ve B6

vitaminlerinin sous vide pişirme tekniğiyle pişirilen domuz etinde klasik yöntemle pişirilmiş etlere göre daha fazla korunduğu (%4 kayıp) ve vitaminlerin kaybını etkileyen en önemli parametrenin etin iç sıcaklığı olduğu belirtilmiştir [53]. Sous vide pişirme tekniği ile pişirilen balıklarda geleneksel yöntemler kullanılarak pişirilen balıklara göre EPA yağ asitlerinin %19, DHA yağ asitlerinin ise %68 fazla korunduğu tespit edilmiştir [13, 54].

Renk, tüketicilerin eti satın alırken bir kaniya sahip olmaları açısından dikkat ettikleri en önemli özelliklerdendir [55]. Et renginin belirlenmesinde içerdiği miyogloblin ve hemoglobin miktarları en önemli faktörlerdendir. Pişmiş ette renk oluşumundan uygulanan ısı işlem sonrası denatüre olan miyogloblin sorumludur. Pişmiş etteki donuk kahverengi renk tüketici açısından kalite göstergesi olarak dikkat edilen bir faktör olsa da pişmiş et rengi her zaman bir kalite veya güvenlik göstergesi olmayabilir [56]. Davey ve Gilbert (1974)'e göre sığır etinin rengi 43 °C'de değişim göstermeye başlamaktadır [57]. Benzer farklı bir çalışmada et renginin sıcaklığa bağlı olarak 60 °C'de parlak kırmızı, 60-70 °C'de pembe, 70-80 °C arasında ise kahverengiye dönüşeceği ifade edilmektedir [58]. Bu verileri destekleyen bulgulara ulaşan Vaudagna ve ark (2002) sous vide yöntemi ile pişirilmiş et örneklerinde yapılan renk ölçümleri sonrasında uygulanan farklı ısı zaman kombinasyonlarından "L" ve "b" değerleri etkilenmezken, en çok "a" parametresinin etkilendiğini belirtmiştir [52].

Kanatlı etlerin sous vide pişirme tekniğiyle pişirilmesi ile hastalık oluşturan mikroorganizmaların etkisizleştiği, bir diğer teknik olan haşlama yöntemine göre et tekstürünün yumuşak ve sulu olduğu ve daha az besin değeri kaybının ortaya çıktığı tespit edilmiştir [59]. Diaz ve arkadaşları (2008)'da sous vide pişirme tekniği ile pişirdikleri domuz etinin buzdolabında muhafazası sırasında çeşitli kalite parametrelerindeki değişimi belirlemek için yaptıkları çalışmada, depolama boyunca mikrobiyolojik olarak önemli bir değişikliğe rastlanmadığı, 2°C'de 5 hafta muhafaza sonucunda pH, TBARS, L*, a*, b* değerlerinin arttığını belirtmişlerdir [60]. Benzer bir başka çalışmada Vaudagna ve arkadaşları (2002) sous vide pişirme tekniği ile pişirilen etlerdeki TBARS değerlerinin vakumlanmadan işlenen etlerdeki değerlerden çok daha düşük olduğunu ve depolamanın 21. gününe kadar etteki kabul edilebilir lezzetin azalma göstermediğini belirtilmiştir [52].

Günümüze kadar sous vide pişirme tekniği ile ilgili yapılan çalışmalar özellikle pişirme sıcaklığı ve pişmiş ürünün depolama süresi üzerine yoğunlaşmıştır [52, 61]. Literatürde et ve farklı sebze mahsullerinde sous vide pişirme tekniğinin kullanılmasıyla mikrobiyolojik kalite ve raf ömrü bakımından olumlu sonuçlar elde edildiği belirtilmektedir [42]. Jang ve Lee (2005)'nin çalışmasında sous vide pişirme tekniği ile işlem görmüş etlerin 3°C ve 10°C'de depolandığı takdirde rafta kalma ömürlerinin 12 gün civarında olduğu belirtilmektedir. Bunun yanı sıra, geleneksel yöntem ile işlem görmüş etlerde ise raf ömrünün 3 °C' de 7 gün, 10 °C' de ise 3 gün olduğu belirtilmektedir [62].

Mol ve arkadaşları (2011), 70°C' de 10 dakika sous vide pişirme tekniği ile pişirilmiş palamut örneklerini 4 ve 12°C' de depolamışlardır. Çalışmada duyuusal bozulmanın oksidatif ve mikrobiyel bozulmadan daha erken gerçekleştiği tespit edilmiş ve 4°C' de depolanan örneklerin 28 gün ve 12°C' de depolanan örneklerin ise 15 gün raf ömrü olduğu tespit edilmiştir [63].

Mason ve arkadaşları (1990), vakum pişirme işlemi ile bazı ürünlerin depolama ömrünü 5 günden 21 güne çıkarmak mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Ambalaj içerisindeki düşük oksijen basıncı buzdolabı muhafazasında arzu edilmeyen tat-aromanın oluşumuna sebep olan lipit oksidasyonunun gelişmesini ve bozulmaya neden olan aerobik mikroorganizmaları engellemektedir. Bu sebeple bu yöntem et gibi gıda maddelerinin pişirilmesinde avantaj sağlamaktadır [64]. Benzer olarak, Özturan (2009) sous vide pişirme tekniğinin taze balıklardaki mikroorganizma yükünü düşürdüğü ve böylece balık kalitesi üzerine olumlu etkisi olduğunu tespit etmiştir [12].

Sous vide pişirme tekniği ürünün mikrobiyal güvenliğini sağlamak amacıyla yapılan çalışmalardan ürüne çeşitli katkı maddelerinin eklenerek bakteri gelişiminin engellenmesinin amaçlandığı çalışmalar öne çıkmaktadır. Sodyum laktat ve sodyum asetat gibi organik asit tuzlarının, marine edilmiş ve sous vide pişirme tekniğiyle pişirilmiş hindi göğsündeki *Clostridium perfringens* gelişimini engelleyici etkisinin incelendiği bir çalışmada %1 konsantrasyonda eklenen organik asit tuzlarının örneklerdeki *C. perfringens* gelişimini engellediği belirtilmiş ve sous vide pişirme tekniğiyle pişirilmiş hindi ürünlerinde organik asit tuzlarının *C. perfringens* gelişimini engelleyici bir ajan olarak kullanılmasının uygun olacağı ifade edilmiştir [65].

Diğer bir çalışmada sake ve sirke eklenmesinden sonra sous vide pişirme tekniği ile paketlenmiş kırmızı etlerin mikrobiyolojik dayanıklılığının yükseldiği ve diğerlerine kıyasla daha fazla raf ömrüne sahip oldukları gözlemlenmiştir. Sirke ve sakenin birlikte uygulanmasının tek başına kullanıma kıyasla başarılı sonuçlar ortaya çıkardığı ve kırmızı et ürünlerinde bu kombinasyonun kullanılabilmesi belirtilmiştir [66].

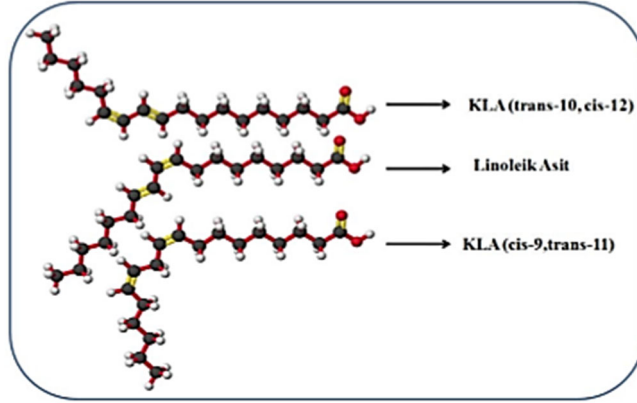
Aran (2001)'ın sous vide pişirme tekniği ile pişirilmiş kırmızı etlerdeki *Clostridium perfringens* ve *Bacillus cereus* gelişiminin engellenmesi için kalsiyum laktat ve sodyum laktatın tesirinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada da kalsiyum laktatın iki mikroorganizmaya kıyasla sodyum laktattan daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, laktatın ısıya dayanıklı olmasından dolayı sous vide pişirme tekniği gibi ısı işlem içeren yöntemlerle beraber uygulanabileceği belirtilmiştir [67].

2.3. Konjuge Linoleik Asit

Çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) çoğunluğunun yapısı, karbon zincirlerindeki metilenin kesintiye uğradığı çift bağlarla karakterizedir. Metilen grubu bu iki bağ arasından çıkarıldığında konjuge edilmiş yapı oluşur ve ortaya çıkan yağ asidine konjuge yağ asidi (KYA) denir. En iyi bilinen KYA grubu, konjuge linoleik asit (KLA) adı verilen linoleik asit izomerleridir (*cis9*, *cis12* C18: 2; LA) [68].

Konjuge linoleik asit terimi, iki çift bağın her birinin *cis* veya *trans* konfigürasyonunda olabileceği bir çift bağ sistemi içeren linoleik asidin (*cis9*, *cis12*, C18: 2) konumsal ve geometrik izomerlerini tanımlar (Resim 2.4.) [69].

Konjuge linoleik asit, 9. ve 12. karbonlarda *cis* konfigürasyonunda 18 karbon ve 2 çift bağ içeren linoleik asitten türetilmiş bir grup konjuge oktadekadienoik asit izomerinden oluşan yağ asidi anlamına gelir. Geviş getiren hayvanların gastrointestinal sistemindeki mikroorganizmalar, linoleik asidi biyohidrojenasyon yoluyla farklı konjuge linoleik asit izoformlarına dönüştürür. Bu işlem, çift bağların konumunu ve konfigürasyonunu değiştirerek iki çift bağdan biri veya her ikisi arasında tek bir bağ ile sonuçlanır [70].



Resim 2. 4. Linoleik asit ve konjuge asit izomerleri [71]

1979 yılında pişirilen sığır etinde ilk kez antimutajenik ve antikarsinojenik etkilerinin belirlenmesi ile KLA keşfedilmiş ve üzerine araştırmalar yoğunlaşmıştır [72]. Daha sonra bu etkilerinin yanında KLA'nın vücut yağ oranını azaltıcı, damar sertleşme riskini azaltıcı, antidiyabetik etkileri, kemik mineralizasyonunu yükseltici ve bağışıklık sistemini kuvvetlendirici etkilerinin olduğu da belirlenmiştir [4, 73].

2.3.1. Gıdalarda KLA varlığı

KLA izomerleri doğal olarak farklı oranlarda çoğu gıda da bulunmakla beraber insan vücudunda sentezlenememektedir [74]. KLA'nın en esas kaynakları süt ve et ürünleridir. Ruminant hayvanlarda fazlaca bakteri etkinliğinin olması sebebiyle KLA oranı monogastrik hayvanlara kıyasla daha yüksektir [75]. Bilhassa KLA içeriğine sahip en yüksek gıdalar ruminant hayvanlardan sağlanan et ve süt ürünleridir. Ürünlerde bulunan konjuge lineleik asitin %80-85 kadarı *c9-t11* izomeridir.

Kanguru eti gıda ürünleri arasında KLA konsantrasyonu en fazla olan üründür [76]. KLA içeriği sütte 3-6 mg/g düzeyindeyken, et ve et ürünleri KLA miktarınca düşük düzeydedir [77]. Hayvanın türüne göre etlerde bulunan KLA miktarı değişiklik göstermektedir. KLA içeriği ruminant hayvanlar arasında en fazla 5.6 mg/g yağ ile kuzu eti sahiptir. Monogastrik hayvanlardan elde edilen etler 1 mg/g yağdan daha az KLA içermekte olup hindi eti 2-2.5 mg/g yağ, su ürünleri de ihmal edilebilir seviyede KLA içermektedir [7]. KLA miktarı yağ içeriği yüksek olan etlerde (960-1310 mg/100g) yağsız etlere kıyasla (6-43 mg/100g) oldukça fazladır [5].

Hayvanların beslenme durumuna bağlı olarak içerdiği KLA miktarı değişiklik göstermektedir. Örneğin suni yemlerle beslenen hayvanların ürünlerindeki KLA miktarı mera, çayır ve yeşil yem tüketen hayvanların ürünlerindeki KLA miktarlarına kıyasla daha düşüktür. Domuz gibi geviş getirmeyen hayvanların etinden ve kanatlı hayvanlardan sağlanan et ve yumurtalardaki KLA miktarları, geviş getiren hayvanlardan elde edilen KLA miktarlarına göre oldukça düşüktür. Hindi etinde tavuk etinden daha çok KLA bulunmaktadır. Deniz ürünleri ve bitkisel yağlar ise KLA bakımından daha fakirdirler. Tablo 2.2.'de bazı gıdaların KLA içeriği sunulmuştur [2, 78-82].

Tablo 2. 2. Bazı gıdaların KLA içerikleri [83]

Et ve deniz ürünleri		Süt ve süt ürünleri	
Sığır eti	4.3	Süt	5.5
Dana	2.7	Tereyağı	4.7
Koyun eti	5.6	Yoğurt	4.8
Domuz eti	0.6	Dondurma	3.6
Tavuk	0.9	Krem peynir	3.8
Yumurta sarısı	0.6	Çedar peyniri	3.6
Somon	0.3	Parmesan peyniri	3.0
Karides	0.6	Amerikan peyniri	5.0
Deniz tarağı	0.3		
Hindi	2.6		

KLA'nın biyolojik etkilerinin insanlar üzerinde gözlenebilmesi için gerekli olan günlük KLA tüketim miktarı üzerine çeşitli araştırmalar mevcuttur. Araştırmacılara göre günlük alınması gereken konjuge linoleik asit miktarının yaklaşık dörtte birini et ve et ürünlerinden karşılanmakta olduğunu belirtmektedirler [7]. İngiltere'de gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise KLA'nın biyolojik tesirlerinden yararlanmak için 70 kg olan bir bireyin 3 g/gün seviyesinde KLA tüketmesi gerektiği tespit edilmiştir [5].

2.3.2. Konjuge linoleik asidin sağlık üzerine etkileri

Pariza ve arkadaşları hamburger köftesinden izole ettikleri antikarsinojenik tesirli bileşiğin bulunması ile KLA'nın insan sağlığı üzerine tesirleri saptanarak araştırılmaya başlanmıştır. Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalar KLA izomerlerinin kanser çeşitleri, obezite, diyabet, kalp-damar rahatsızlıkları gibi hastalıklara pozitif tesirinin olduğu belirlenmiştir [3, 84].

Konjuge linoleik asit izomerleri, yağların oksidasyonu ile açığa çıkan karsinojenik tesirli serbest radikallerin oluşmasını önleyerek antikarsinojenik özellik göstermektedir [84]. KLA nükleotid sentezini baskılamakta ve dolayısıyla vücutta tümör oluşumunu önleyen hücrelerde DNA replikasyonunu inhibe etmektedir [85]. KLA'nın tümörlerin aktivitesini azaltması, kanserli hücrelerin yayılmasını ve yeni tümörlerin oluşumunu engellemesiyle bu etkiyi gösterdiği bildirilmektedir [86].

Enerji dengesi, enerji tüketimine göre enerji alımının bir fonksiyonudur. Enerji alımı enerji tüketimini aştığında, vücut ağırlığı ve vücut yağ kütlesi artar ya da azalır. Konjuge linoleik asidin vücut yağ kütlesini azalttığı mekanizmalar arasında enerji alımının azaltılması veya enerji harcamasının artırılması yer almaktadır [70].

KLA izomerleri ve *t10*, *c12* karışımının hayvan modellerinde ve bazı insan çalışmalarında yağlanmayı azalttığı belirlenmiştir [70]. KLA alımı lipoprotein lipaz ve $\Delta 9$ -desaturaz aktivitelerini azaltarak yağsız vücut kütlesinde artışa ve yağ kütlesi kaybına katkıda bulunduğu ve böylece lipolizi artırmak yerine adipositlere lipid alımını azalttığı bildirilmiştir [87].

Konjuge linoleik asit, diğer birçok antioksidandan daha güçlü bir antioksidandır. KLA, biyolojik sistemlerde, oksidasyon durumunu değerlendirmek için kullanılan biyo belirteçlerden biridir. Antioksidanlar, çevresel mutajenler veya kanserojenlere karşı inhibitör görevi görür ve tümör oluşumunu engeller [88]. Daha önce yapılan bir çalışmada, KLA izomerlerinin serbest radikal süpürme aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir [89]. Bilhassa *c9-t11* izomerinin antioksidan özellik gösterdiği ifade edilmektedir [86]. Konjuge linoleik asit, linoleik aside göre oksidasyona karşı çok daha dirençlidir. Ayrıca, KLA'nın α -tokoferol ve bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) kadar etkili bir antioksidan olduğu bildirilmiştir [90].

Konjuge linoleik asidin kemik yoğunluğu, kemik uzunluğu, kemik mineral içeriği, kemik kuru ağırlığı veya kalsiyum, magnezyum veya fosfat içeriği gibi hayvan deneylerinde kemik kütlesini iyileştirdiği bildirilmiştir [91]. Ayrıca KLA, arteriosklerozise neden olan kolesterolü de düşürmektedir [92].

KLA'nın tüm bu olumlu etkilerin yanında insan vücuduna negatif etkiler ortaya koyduğu belirtilse de bu etkilerin saf bir şekilde KLA içeriği fazla olan gıdaların tüketimi ile meydana gelmediği söylenebilir. Oluşan olumsuzluklara, özellikle yüksek

KLA içeriğine sahip, gıda olarak tanımlanamayan ve gıda takviyesi olarak nitelendirilen ürünlerin neden olduğu belirtilmektedir. Özellikle obezite ile mücadele etmek isteyen veya kas birikimini arttırmak isteyen bireyler tarafından yenilen KLA kapsüllerinin tüketilmesinin insülin direncinin artmasına ve bununla beraber şeker hastalığı ihtimalini yükselttiğinden şüphelenilmektedir. Tüketilen destekleyicilerin büyük bölümü KLA kapsüllerinin içerisinde *c9-t11* ve *t10-c12* izomerini barındırmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmalar *t10-c12* izomeri içeren kapsüllerin oksidatif stresi yükselttiği ve ayrıca sigara içenlerde fazlaca üst düzeylere çıkardığını vurgulanmıştır [93]. Bir başka çalışmada *t10-c12* izomerinin safrada bulunan kolesterol yoğunluğunu %32 oranında yükselttiği ve safra taşı oluşum tehlikesini fazlaştırdığı gözlemlenmektedir [94].

2.3.3. Et ve et ürünlerinde konjuge linoleik asit miktarını etkileyen faktörler

KLA'nın et ürünlerindeki miktarını rasyon bileşimi ve tüketim zamanı, iklimsel değişiklikler, cins, tür, cinsiyet, rumendeki bakteri varlığı etkiler [4, 6]. KLA miktarının gıdalarda istenilenden az oluşu, yapılan çalışmalarda gıdalardaki oranın yükseltilmesi yönünde olmuştur. KLA miktarını arttırmak amacıyla otlatma, bitki içerikli yağların veya tohum eklenmesi ve rasyona balık yağının eklenmesi en fazla uygulanan yöntemlerdir. Ayrıca et ve et ürünleri içerisine doğrudan KLA ilavesinin yapılması da KLA miktarını arttıran bir uygulamadır [95].

KLA miktarının artırılması için yapılan araştırmalar da en verimli stratejilerden birisi doğal çayırlarda otlatma metodudur. Çimen, yüksek yoğunluktaki diyet lif içeriğinden dolayı rumendeki bakteri aktivitesini ve popülasyonunu fazlaştırdığı için KLA miktarında artmasına neden olduğu gözlemlenmektedir [96]. Linoleik asit oranı % 55.77 ve % 19.36 olan çimenliklerde yemlenen kuzuların *Semi-membranosus*, *Longissimus dorsi* ve *Triceps brachii* kaslarında kesim ağırlığı arttıkça konjuge linoleik asit oranının yükseldiği belirtilmiştir [97]. KLA miktarına otlatma ve konsantre yemin tesirinin kıyaslandığı başka çalışmada, konjuge linoleik asit miktarı çayır ve derişik yemle doyurma sırasına göre kuzuların kas yapısında %1.9 - %1.1, fosfolipidlerde %0.7 - %0.4 olarak bulunmuştur [98]. Ayrıca KLA içeriği ve kas dokusu yeşil otlar tüketen hayvanlarda konsantre yemlerle beslenenlere kıyasla daha yüksek tespit edilmiştir. Yeşil otlarda bulunan linoleik asit değerinin yüksek olması bunun sebebi olarak belirtilmektedir.

Konjuge linoleik asit oranında verimli metotlardan biride rasyona bitkisel yağ eklenmesidir [75]. KLA miktarı üzerine rasyona bitkisel yağ ilavesinin de tesiri olup, tesir düzeyi bitkisel yağın türüne nazaran değişebilmektedir [75]. Yapılan bir araştırmada rasyona ayçiçek yağ eklenmesi sığır *Longissimus dorsi* kasında KLA miktarının % 225 kadar yükselmesine neden olmuştur [99]. Rasyona % 6 miktarında safran yağı eklenmesi kuzuların KLA miktarını %200 oranında yükseltmiştir [100]. Rasyona balık yağının eklenmesi et ürünlerinde KLA oranını yükseltmesiyle beraber et konsantrasyonunun çoklu doymamış yağ asidi bakımından değiştirilmesiyle de önem kazanmaktadır [101].

KLA'nın doğrudan ilave edilmesi de et ve et ürünlerine KLA miktarını artırmak için kullanılan farklı bir stratejidir [95]. Yapılan araştırmalarda konjuge linoleik asitin et ürünlerine eklenmesinin KLA içeriğine ve ürün özelliklerine pozitif tesiri bulunduğu belirtilmiştir [99].

2.3.4. KLA'nın oksidasyon ve ısı stabilitesi

Gıda ürünlerinde fonksiyonelliği arttırmak, ürün kalite parametrelerini iyileştirmek ve olumlu katkılar sağlamak ve ürün KLA içeriğini arttırmak amacıyla formülasyona ilave edilen serbest formdaki KLA'nın hidrofobik yapısı ve düşük oksidatif stabilitesi nedeniyle olumsuz sonuçlara neden olduğu da bildirilmektedir. Bu nedenle, KLA, oksidatif reaksiyonlar sonucunda gıda ürünlerinde ürün kalitesinin ve raf ömrünün azalmasına da sebep olabilmektedir [102].

Martinez-Montegudo ve Saldana KLA içeriği zenginleştirilmiş süte 120 °C'de 15 dk ve 140 °C'de 4 saniye ısı işlem uygulanması sonucunda KLA içeriğinin sırasıyla %80 ve %15 azaldığını bildirmiştir [107]. Herzallah ve ark. KLA içeriği zenginleştirilmiş süte 120 °C' de 15 dk ve 140 °C'de 4 saniye ısı işlem uygulanması sonucunda KLA içeriğinin sırasıyla %80 ve %15 azaldığını bildirmiştir [108].

Konjuge linoleik asidin ısı işlem, depolama ve diğer gıda işleme yöntemleri sırasındaki stabilitesi hakkında oldukça farklı sonuçlar bulunmaktadır. Çalışmaların bir kısmı birçok gıda işleme yöntemi sırasında KLA'nın okside olduğunu bir kısmı ise stabil kaldığını ve hatta antioksidan özellik gösterdiğini belirtmektedir. Bazı çalışmalar KLA'nın oksidasyon stabilitesinin linoleik aside (LA) benzer olduğunu belirtirken, diğer çalışmalar KLA'nın LA'ye kıyasla daha stabil olduğunu belirtmektedir [103, 104].

Yang ve ark. [105] ve Yurawecz ve ark. [106] hava varlığında ısıtıldığında KLA'nın stabil olmadığını ve furan yağ asitlerine dekompoze olduğunu belirtmiştir.

Giua ve arkadaşları KLA'nın oksidatif stabilitesi üzerinde serbest yağ asidi, metil ester ve triaçilgliserol gibi farklı kimyasal formlarının önemli etkisi olduğunu belirtmektedir [107]. Araştırmacılar serbest formdaki KLA'nın serbest formdaki linoleik aside kıyasla önemli ölçüde daha az stabil olduğunu ve özellikle yapıda yer alan konjuge bağların oksidasyon stabilitesini etkileyebileceğini belirtmiştir [108]. Bir başka çalışmada ise metil formundaki KLA'nın 30 °C' deki oksidasyon kinetiğinin aynı ortamda bulunan metil formundaki LA'dan oldukça farklı olduğunu bildirmiştir [109]. Çalışma sonucunda konjuge metil linoleat örneklerinin konjuge olmayan formdan daha geç okside olduğu bildirilmiştir. Yang ve ark. [105] hava ve 50 °C sıcaklık altında 12 farklı KLA izomerinin oksidasyon stabilitesini test etmiştir. Çalışma sonucunda *trans-trans* izomerlerin diğer izomere (*cis-cis* ve *cis-trans*) kıyasla oksidasyon stabiliteilerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Serbest yağ asidi, metil ester ve triaçilgliserol formundaki KLA örneklerinin oksidasyonun ilk aşamasında benzer miktarlarda peroksit oluşmaktadır. Oluşan peroksitin miktarı metil ve triaçilgliserol formundaki linoleik asidin oksidasyonu sonucunda oluşan peroksitten daha azdır [107]. Ayrıca KLA'nın oksidasyonu sonucu LA'e kıyasla daha fazla aldehit oluştuğu belirlenmiştir. Oluşan aldehit miktarı serbest ve triaçilgliserol formunda daha fazla olmuştur. KLA'nın ısıtılması durumunda oluşan tekli doymamış aldehit içeriği 30 dakika boyunca artmıştır ve daha sonra sabit kalmıştır.

Giua ve ark. sıcaklık uygulamasının süresine bağlı olarak KLA izomerlerinde modifikasyon gerçekleştiğini bildirmiştir. Serbest formdaki KLA izomerlerinde sıcaklığa bağlı olarak daha az modifikasyon gerçekleşirken, metil formundaki KLA izomerlerinde daha fazla modifikasyon gerçekleşmiştir. Sıcaklık uygulamasında sürenin artmasına bağlı olarak *c9,t11* ve *t10,c12* izomerlerinin miktarının azaldığı ve *trans-trans* ve *cis-cis* izomerlerin oluştuğu tespit edilmiştir [107].

Ojanguren ve ark. KLA'nın oksidasyonu üzerine sıcaklık parametresinin özellikle 170 °C' ye kadar önemli bir faktör olduğunu ve bu değerden daha yüksek sıcaklık değerlerinde oksidasyonu stabilitesinin sabit olduğunu belirtmiştir. Ayrıca hava akış hızının da sıcaklık ile birlikte oksidasyonu hızlandırdığı belirtilmiştir [110].

Literatürde yer alan çalışma sonuçları ele alındığında gıda endüstrisinde uygulanan işleme tekniklerinde yer alan sıcaklık ve oksijen gibi işleme faktörlerinin KLA oksidasyonuna etkileri üzerine daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu çalışma ile sous vide pişirme tekniğinin KLA içeriği zenginleştirilmiş köftelerin KLA içeriği üzerinde gerçekleştirdiği değişimi, köftelerin kalite parametreleri ve depolama stabilitesi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.



3. BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada köfte üretimi için kullanılan sığır eti, hayvansal yağ ve baharatlar yerel bir işletmeden (İtimat Et Galerisi, Nevşehir) temin edilmiştir. Çalışmada aspir yağından ticari olarak üretilen KLA karışımı kullanılmıştır (Marnys, İspanya). Kullanılan KLA kaynağının yaklaşık %80'inin KLA izomerlerinden (1:1; *c9,t11* ve *t10, c12*) oluştuğu belirlenmiştir. 24 saat post-mortem sürecini tamamlamış sığır eti ve yağı soğuk zincir altında üretimin yapıldığı Kapadokya Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümüne (Uçhisar, Nevşehir) ait mutfağa getirilmiş ve köfteler hazırlanmıştır. Köfte örneklerinin analizleri ise Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metot

Gerçekleştirilen araştırma kapsamında günlük tavsiye edilen KLA'nın (3 g/gün) bir porsiyon (100 g) köfteden karşılanması amacıyla kullanılan KLA kaynağının içeriği de belirlenerek gerekli hesaplamalar yapılmış ve buna bağlı olarak belirlenen miktarda KLA ilavesi ile köfteler zenginleştirilmiştir. Hazırlanan köfteler sous vide yöntemi ile farklı sıcaklık (65-95 °C) ve süre (120-30 dk) parametreleri ile pişirilerek ürünlerin fizikokimyasal özellikleri, pişme özellikleri, tekstürel özellikleri ve bu özelliklerin geleneksel pişirme yöntemi (ızgarada pişirme) ile olan farklılıkları belirlenmiştir. Üretilen köftelerde ısıl işlem sonrası ve depolama sürecinde lipid oksidasyonu (TBARS) ve yağ asidi kompozisyonu başta olmak üzere fizikokimyasal özellikler (pH, renk, nem, kül, protein, yağ miktarı), pişme özellikleri ve tekstürel özellikler tespit edilerek KLA ilavesinin ürün kalite özellikleri üzerine olan etkileri belirlenmiştir.

3.2.1. Köfte üretimi

Köftelerin üretiminde %70 kıyma (düşük yağlı sığır eti), %7 galeta unu, %11.25 hayvansal yağ, %3.75 ayçiçek yağı, %1.5 tuz ve %6.5 baharat karışımından (kırmızıbiber, karabiber, soğan tozu, sarımsak tozu) oluşan standart formülasyon kullanılmıştır. Kontrol grubu köfte formülasyonlarında yer alan ayçiçek yağı günlük

KLA ihtiyacını sağlamak üzere hesaplanan KLA miktarına bağı olarak kullanılmıştır ve deneme gruplarında ayçiçek yağı yerine aynı miktarda KLA kullanılmıştır (Tablo 3.1.).

Etler 2.4 mm delik çaplı aynadan geçirildikten sonra hazırlanan kıyma eşit ağırlıklarda ve şansa bağı olarak sınıflandırılmıştır. Kıyma içerisine baharatlar, katkı maddeleri ve KLA eklenerek köfte karışımı oluşturmak için yoğurulmuştur.

Tablo 3. 1. Deneme grupları ve pişirme parametreleri

Grup	Hayvansal yağ (%)	Ayçiçek yağı (%)	KLA (%)	Piştirme Tekniğı	Sıcaklık - Süre
1	11.25	3.75	-	Izgara	175 °C - 6 dk
2	11.25	-	3.75	Izgara	175 °C - 6 dk
3	11.25	3.75	-	Sous Vide	65 °C - 120 dk
4	11.25	-	3.75	Sous Vide	65°C - 120 dk
5	11.25	3.75	-	Sous Vide	95 °C - 30 dk
6	11.25	-	3.75	Sous Vide	95 °C - 30 dk

Sonrasında kıyma makinesinde çekilen hayvansal yağ ve ayçiçek yağı veya KLA karışımına ilave edilerek homojen bir karışım oluşana kadar yoğurulmuştur (Resim 3.1).



Resim 3. 1. Köfte karışımının hazırlanması

Elde edilen köfte karışımından 50'şer gram ağırlığında parçalar ayrılmıştır ve bu parçalar, 6.5 cm çapında, 1 cm kalınlığında köfteler olarak şekillendirilmiştir (Resim 3.2.).



Resim 3. 2. Şekillendirilen köfteler

Hazırlanan köfteler sous vide ve ızgara yöntemi ile Tablo 3.1.'de belirtilen parametrelerde pişirilmiştir.



Resim 3. 3. Sous vide pişirme tekniği ile pişirilen köfteler

Köfteler klasik pişirme yönteminde sıcak yüzey üzerinde merkez sıcaklık $70\pm 2^{\circ}\text{C}$ olacak biçimde her bir yüzeyi 3'er dakika pişirilmiş (Resim 3.4.), pişirilen köfteler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra polietilen ambalajlar ile vakum ambalaj içerisine konularak $+4^{\circ}\text{C}$ ' de 7 gün depolanmıştır (Resim 3.5.).



Resim 3. 4. Izgara tekniği ile pişirilen köfte örnekleri

Köfteler fizikokimyasal özellikleri, pişme ve tekstürel özellikleri belirlenerek, bu özelliklerin klasik pişirme yöntemi ile olan farklılıkları belirlenmiştir. Üretilen köftelerde ısı işlem sonrası ve depolama sürecinde lipid oksidasyonu (TBARS) ve yağ asidi kompozisyonu başta olmak üzere fiziko-kimyasal özellikler (pH, renk, nem, kül, protein, yağ miktarı), pişme özellikleri ve tekstürel özellikler tespit edilerek KLA ilavesinin ürün kalite özellikleri üzerine olan etkileri tespit edilmiştir.



Resim 3. 5. Sous vide tekniği ile pişirilen ve vakumlanmış köfte örnekleri

3.2.2. Pişme özellikleri

Pişmiş köfte örneklerinde pişme kaybı, çapta azalma, kalınlıkta azalma ve küçülme oranları belirlenmiştir. Köfte örneklerinin ağırlık, çap ve kalınlık ölçüleri pişirmeden önce ve pişirmeden sonra oda sıcaklığına kadar soğutulup yapılmış ve aşağıda belirtilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Pişirme kaybı oranı (\%)} = (\text{Pişmiş Köfte Ağırlığı}) / (\text{Çiğ Köfte Ağırlığı}) \times 100$$

$$\text{Çapta azalma oranı (\%)} = (\text{Çiğ köftenin Çapı} - \text{Pişmiş Köftenin Çapı}) / (\text{Çiğ Köftenin Çapı}) \times 100$$

$$\text{Kalınlıkta azalma oranı (\%)} = (\text{Çiğ Köfte Kalınlığı} \times \text{Pişmiş Köfte Ağırlığı}) / (\text{Çiğ Köftenin Kalınlığı}) \times 100$$

$$\text{Küçülme oranı (\%)} = ((\text{Çiğ Köfte Kalınlığı} - \text{Pişmiş Köfte Kalınlığı}) + (\text{Çiğ Köfte Yarıçapı} - \text{Pişmiş Köfte Yarıçapı})) / (\text{Çiğ Köfte Kalınlığı} + \text{Çiğ Köfte Yarıçapı}) \times 100$$

3.2.3. pH analizi

Köfte örneklerinde pH değerlerini belirlemek amacıyla, 10 gram köfte örneği tartılmış ve üzerine 100 ml distile su eklenerek, 1 dk homojenizatör kullanılarak homojenize edilmiştir. İşlem sonrasında köftenin pH değeri pH metre cihazı (WTW Multi 9420, Germany) kullanılarak belirlenmiştir [111].

3.2.4. Kül analizi

Kül miktarı tayini için etüvde 105°C'de kurutulmuş darası alınan kül krozelerine 3-4 gram köfte örneği tartılmış ve kül fırınının sıcaklığı aşamalı olarak yükseltilerek 550°C'de yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem sonrası krozeler tartılmış, aradaki farklılıklardan yararlanılarak % kül miktarı aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir [112].

$$\% \text{ Kül} = ((Y3 - Y1)/(Y2 - Y1)) \times 100$$

Y1: Kül kaplarının darası

Y2: Örnek miktarı

Y3: Son tartım

3.2.5. Nem analizi

Nem miktarı tayini için alüminyum kurutma kapları 2 saat 105°C'de sabit tartıma gelene kadar kurutularak desikatöre alınmıştır. Sabit tartıma gelen kurutma kaplarına yaklaşık 5 g köfte örneği tartılmış ve etüvde 105°C'de kurutulmuştur. Bu işlem sonrasında kurutma kapları desikatörde sabit tartıma gelene kadar soğutulmuş ve hassas terazide tartıldıktan sonra %nem değeri hesaplanmıştır. Örneklerin nem miktarları, kurutma öncesi ve sonrası örnek ağırlıkları arasındaki farkın örnek bölümünün 100 ile çarpımı ile hesaplanmıştır [112].

$$\% \text{ Nem} = (Y1 - Y2)/(Y1) \times 100$$

Y1: Başlangıç örnek miktarı (g)

Y2: Kurutma sonrası örnek miktarı (g)

3.2.6. Protein analizi

Köfte örneklerinin protein miktarları Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiştir [113]. Kjeldahl balonu içerisine 1 gram homojenize edilmiş köfte örneği, katalizör ve birkaç kaynama taşı koyulmuş ve 25 ml sülfürik asit eklenerek yakma işlemi uygulanmıştır. Yakma işlemi çözeltinin rengi açık mavi veya yeşil olunca tamamlanmıştır. İşlem sonrasında soğutulan örneklere destilasyon ünitesinde NaOH ile damıtma işlemi uygulanmıştır. Destilasyon işlemi bittikten sonra erlen içerisine alınan çözelti 0,1N HCL asit çözeltisi ile titrasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve harcanan HCL asit miktarı kullanılarak % protein oranı tespit edilmiştir.

$$\% \text{ N} = [0,014 \times N \times (V1 - V2) \times 100] / m$$

$$\% \text{ Protein} = 6.25 \times \% \text{ N}$$

V1= Titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi ml

V2= Şahit deneyde titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi ml

N= Ayarı yapılan hidroklorik asit çözeltisinin derişimi

M= Alınan örneğin ağırlığı, g

3.2.7. Renk analizi

Köfte örneklerinin CIE L^* , a^* , b^* değerleri Minolta renk ölçüm cihazıyla (Minolta Chroma Meter CR-200, Japonya) saptanmıştır. Renk analizi gerçekleştirilmeden önce ölçüm cihazı üretici firma tarafından sağlanan standart tablası ile kalibre edilmiştir. CIE renk sisteminde renk parlaklık değeri L^* , yeşil-kırmızı renk değeri a^* , mavi-sarı renk değeri b^* ile ifade edilmektedir.

3.2.8. Yağ miktarı analizi

Köfte örneklerinin yağ miktarının belirlenmesi için Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır [114]. Soxhlet ekstraktörüne yerleştirilen örnekler 8 saat süresince ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sonrası örnekler üzerindeki çözücü uçurulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra yağı ekstrakte edilmiş örneklerin son ağırlıklarının tartımı alınmıştır. Yağ miktarı (%) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Yağ} = [(a - b) / a] * 100$$

a: Örnek miktarı (g)

b: Yağ ekstraksiyonu sonrası kalan örnek miktarı (g)

3.2.9. Tekstür profil analizi

Analiz öncesi oda sıcaklığına gelene kadar vakum ambalaj içerisinde bekletilen köfte örneklerinin tekstür ölçümleri TA-XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, İngiltere) aygıtı ile belirlenmiştir. Tekstür profil analizi sırasında uygulanan işlem şartları şu şekildedir; yük (load cell): 50 kg, örnek kalınlığı: 1 cm, penetrasyon 0,5 mm (%50 kompresyon), test öncesi ve test sonrası prop hızı: 5 mm/sn ve test esnasında prop hızı: 1 mm/sn. Tekstür profil analizi sonucunda köfte örneklerinde hardness (sertlik), springiness (elastikiyet), cohesiveness (bağlılık/yapışkanlık), chewiness (katı maddenin çiğnenebilirliği), resilience (esneklik) değerleri belirlenmiştir. Tekstür profil analizi için her üretim tekerrürü için en az üç farklı örnek kullanılmıştır.

3.2.10. Yağ asidi profili analizi

Kullanılan KLA kaynağının ve köfte örneklerinin yağ asidi profili analizi Özer ve Kılıç (2016)'e göre gerçekleştirilmiştir [115]. Kromatografik analiz öncesinde yağlar asit-baz metilasyon metodu ile metillendirilmiştir. Yönteme göre; 100 ml yağın üstüne 2 ml

sodium metoksit eklenerek 1 dk vortexlenip 50 °C’de 10 dk su banyosunda bekletilmiş daha sonra bu karışıma 1 ml %14’lük boron triflorit eklenerek 1 dk süreyle vortexlendikten sonra 50 °C’de 10 dk su banyosunda bekletilmiştir. Karışıma 5 ml iyonize su eklenip, vortexlenmiş ve daha sonra 5 ml hekzan eklenerek tekrar vortexlenmiştir. Karışımda oluşan faz ayrımında üst faz vial içerisine alınarak konjuge linoleik asit içerikleri ve yağ asidi kompozisyonlarının tespit edilmesi amacıyla Gaz Kromatografisi (GC) cihazında incelenmiştir. Analizde gaz kromatografisi ekipmanı olarak Agilent 7820A ve dedektör tipi olarak FID (Flame Ionization Dedector Alev İyonizasyon Dedektörü) ve kapiler kolon (CP-Sil88, 100m x 0.25mm) kullanılmıştır. Yöntem splitless olarak düzenlenmiştir.

Metodun ayrıntıları aşağıda verilmiştir:

Dedektör Tipi: FID (Alev İyonizasyon Dedektörü)

Dedektör Sıcaklığı: 260 °C

Enjeksiyon Sıcaklığı: 250 °C

Gaz Hızları; Hidrojen 30 ml/dk

:Hava 300 ml/dk

Fırın Sıcaklığı: 140 °C (5 dk)

: 140-225 (50 °C/dk)

: 225 (10 dk)

Köfte örneklerinin ve KLA kaynağının yağ asidi kompozisyonu % yağ asidi metil esterleri olarak, köfte örneklerinin KLA içerikleri ise g KLA/ 100 g köfte olarak sunulmuştur.

3.2.11. Tiyobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi

Köftelerde lipid oksidasyonunu izlemek için tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) miktarı Kilic ve Richards (2003)’ye göre belirlenmiştir [116]. TBARS ölçümleri köfte örneklerinde 0, 1, 3, 7. günlerde iki tekrarlı ve üç paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu metotta, analizin gerçekleştirilmesi esnasında tiyobarbitürik asit reaktif ürünlerin oluşumunu engellemek amacıyla trikloroasetik asit (TCA) ekstraksiyon çözeltisine EDTA ve propil gallat eklenmiştir. 1 gr köfte örneği 6

ml TCA içerisine karıştırılmıştır. Örnekler 15 saniye homojenize edilmiş (Ultra-Turrax, Mtops SR30, Kore) ve Whatman No:1 filtre kâğıdı yardımı ile süzülmüştür. Filtrata 1 ml tiyobarbitürik asit (TBA) eklenildikten sonra vortekslenmiştir. Sonrasında karışım 100°C’de 40 dakika boyunca bekletilmiştir. Çözelti oda sıcaklığına soğutulduktan sonra, 2.000g de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Absorbans değerleri 532 nm’de, içerisinde yalnızca 1 ml TCA ve 1 ml TBA özeltisi içeren şahit numuneye karşı belirlenmiştir (Genesys 10S UV-VIS, Thermo Scientific, USA). Ulaşılan absorbans değerleri kullanarak hazırlanan standart eğri yardımı ile TBARS değerleri hesaplanmıştır. TBARS değerleri $\mu\text{mol/kg et}$ olarak sunulmuştur.

3.2.12. İstatiksel analiz

Uygulama iki tekrarlı ve analizler iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda gruplar arasındaki farklılıklar SPSS 22.0.0 paket programı (IBM, SPSS Statistics, New York, ABD) kullanarak varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli görölen gruplar arasındaki farklılıklar ise Duncan testi kullanarak belirlenmiştir ($P<0.05$). Analiz sonuçları ortalama \pm standart sapma şeklinde sunulmuştur.

4. BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. TBARS Analiz Sonuçları

Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonunun ikincil reaksiyon ürünlerinden olan aldehitlerin ürün içerisindeki miktarını saptamak için TBARS analizi gerçekleştirilmektedir. Örneklerdeki TBARS içeriğinin potansiyel olarak toksik bileşiklerin oluşumu ve etin kalitesinin bozulmasıyla ilişkili olduğu belirtilmektedir [117]. Farklı sıcaklık ve süre parametrelerinde ve farklı pişirme teknikleriyle pişirilen köfte örneklerinin TBARS değerleri Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4. 1. Köfte örneklerinin depolama süresince TBARS değerleri

Gruplar	Üretim günü	Depolama günleri		
		1. gün	3.gün	7.gün
Izgara	3.01±0.11 ^{aC}	4.02±0.10 ^{cB}	4.20±0.08 ^{abB}	4.67±0.01 ^{cA}
Izgara KLA	3.12±0.10 ^{aB}	4.16±0.20 ^{bcAB}	4.20±0.20 ^{abAB}	4.70±0.20 ^{cA}
65°C	3.09±0.13 ^{aC}	4.63±0.20 ^{aB}	4.49±0.10 ^{abB}	6.22±0.01 ^{aA}
65°C KLA	3.13±0.02 ^{aC}	4.49±0.07 ^{aB}	4.67±0.05 ^{aA}	4.65±0.05 ^{cA}
95°C	3.14±0.10 ^{aD}	4.34±0.03 ^{abC}	4.59±0.70 ^{aB}	5.19±0.01 ^{bA}
95°C KLA	3.12±0.10 ^{aC}	3.66±0.10 ^{dB}	3.70±0.10 ^{bB}	4.82±0.08 ^{cA}

a-e (↓) aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).
A-D (→) aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Üretim günü yapılan TBARS analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan farklı pişirme yöntemleri ve KLA ilavesinin TBARS değeri üzerinde önemli bir tesirinin olmadığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Ayrıca depolama boyunca bütün grupların TBARS değerlerinde artış meydana gelmiştir ($P<0.05$). Ete uygulanan ısıl işlemle gerçekleşen protein denatürasyonu ile birlikte demir iyonları serbest kalmakta ve demir iyonları da etteki yağların oksidasyonunda katalizör görevi görerek oksidasyonun artmasına neden olmaktadır. Artan pişirme sıcaklıkları ise protein denatürasyonunun artmasına neden olmaktadır [52]. TBARS değerlerinde depolama süresince meydana gelen artış ve azalışlar oksidasyon bileşenlerinin yüksek düzeyde reaktif olması sonucu etteki protein ve amino asit gibi bileşenlerle reaksiyona girerek miktarlarının değişmesinden kaynaklanmaktadır [47].

Depolamanın son gününde en yüksek TBARS değerine sahip iki grup sırasıyla sous vide pişirme tekniği ile KLA içermeyen 65°C sıcaklıkta 120 dakika ve 95°C sıcaklıkta 30 dakika pişirme uygulanan gruplar olmuştur ($P<0.05$). Bu sonuç köfte üretiminde KLA ilavesi yapılmasının TBARS seviyesini önemli seviyede azaltabildiğini göstermektedir. Ayrıca TBARS değeri üzerine pişirme işleminin etkisinin pişirme metoduna bağlı olarak farklılık gösterdiği yapılan analizden de görülmektedir ($P<0.05$). Yapılan bazı çalışmalar pişirme işlemi ile TBARS değerinde değişme olmadığını, bazı çalışmalar ise bu durumun aksine pişirme işlemi ile TBARS değerinin yükseldiğini belirtmektedir [118-120].

Chen ve ark. (1984), yavaş pişirme işleminin hızlı pişirme işleminin aksine, porfirin halkalarından daha fazla demir açığa çıkarmadığını, hızlı pişirme işleminde miyogloblin moleküllerinin koagüle olduğunu bu nedenle de yavaş pişirme işleminin ette lipit oksidasyonunun daha fazla gerçekleşmesine neden olduğunu belirtmektedir [121]. Ayrıca Min and Ahn (2005) yüksek sıcaklığın lipit oksidasyonunun gerçekleşmesi için gerekli aktivasyon enerjisi miktarını azalttığını da belirtmişlerdir [122]. Nitekim Sanchez del Pulgar ve ark. (2012) sous vide pişirme tekniğinde ki pişirme sıcaklığı ve süresinin domuz eti kalitesi üzerine olan etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada yüksek sıcaklıklarda ve uzun süre pişirilen etlerde daha düşük TBARS değerleri tespit etmişlerdir [123]. Araştırmacılar kullanılan pişirme sıcaklığın artması ile TBARS değerlerinin azaldığını tespit etmişlerdir. 60°C sıcaklıkta 5 saat süreyle pişirme işleminde TBARS değeri 3.7 mg/kg olarak, 80°C’de ise 3.6 mg/kg olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar 12 saat süreyle pişirme işleminde 60°C sıcaklıkta TBARS değerini 4 mg/kg olarak, 80°C’de ise 2.4 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Depolamanın son gününde elde edilen sonuçların bu çalışmalar ile uyumlu olduğu söylenebilir. KLA içermeyen sous vide pişirme tekniği ile pişirilmiş köfte örneklerinin TBARS değerleri kıyaslandığında 95°C’de pişirilmiş olan köftelerin TBARS değerinin 65°C’de pişirilmiş köftelerin TBARS değerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Bir başka araştırmada aynı sürede sous vide pişirme tekniği ile pişirme işleminde pişirme sıcaklığının artması ile TBARS değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Pişirme sıcaklığının artmasına bağlı olarak pişirme süresinin azalmasının lipit oksidasyonunu azalttığı düşünülmektedir. Ancak TBARS analizi ile tespit edilen bileşiklerin fazlaca reaktif oldukları ve ette bulunan aminoasit ve protein gibi farklı bileşikler ile etkileşim

gerçekleştirerek oluşturdıkları bileşiklerin analiz sonucunda belirlenmemesi nedeniyle TBARS değerinin daha düşük belirlenebileceği de belirtilmektedir [24, 124, 125]. Benzer olarak Ferioli ve ark. (2008) çalışmalarında pişirme işleminin TBARS değerlerinde yükselişe sebep olmadığını belirtmişlerdir [124]. Araştırmacılar tiyobarbitürik asit reaktif maddelerin düşük molekül ağırlıklı uçucu bileşikler olması sebebiyle pişirme işlemi sırasında su ile uzaklaşmaları ve/veya termal degradasyon reaksiyonu sonucunda kaybolmuş olabilecekleri nedeniyle daha düşük TBARS değerlerinin elde edildiğini düşünmektedirler.

4.2. Yağ Asidi Kompozisyon Analizi Sonuçları

Çalışmada kullanılan KLA kaynağının yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde toplam yağ asitlerinin 81.32 ± 1.24 'sinin yaklaşık 1:1 oranında iki önemli KLA izomeri olan *c9,t11* ve *t10,c12* KLA izomerlerinden oluştuğu belirlenmiştir. Yağ kaynağı içerisindeki diğer önemli yağ asitleri ise palmitik asit (6.21 ± 0.87), stearik asit (2.03 ± 0.18) ve oleik asit (8.67 ± 0.74)'tir.

Köfte karışımına KLA ilavesine bağlı olarak köftelerin yağ asidi kompozisyonunda bazı değişiklikler gerçekleşmiştir. Örneklerin yağ asidi kompozisyonları Tablo 4.2.'de sunulmuştur. Köfte karışımına KLA ilavesi sonucunda köftelerin palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1) ve linolenik asit (C18:3) içeriği artarken stearik asit (C18:0) içeriği azalmıştır ($P < 0.05$). Ancak oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2), toplam SFA, MUFA ve PUFA değerlerinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Köfte karışımında yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen bu değişim KLA ilavesinden kaynaklanmaktadır.

Yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları pişirme yönteminin yağ asidi kompozisyonu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu da göstermiştir. Izgara ile pişirme yönteminde önemli miktarda yağın sıcaklık etkisi ile üründen ayrılarak uzaklaşmasının bu değişim en büyük nedeni olduğu düşünülmektedir. KLA ilavesine bağlı olmaksızın ızgara ile pişirilen köftelerde stearik asit (C18:0), linoleik asit (C18:2) ve linolenik asit (C18:3) miktarı artarken, palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1) ve oleik asit (C18:1) içeriği azalmıştır ($P < 0.05$). Kompozisyonda gerçekleşen bu değişime bağlı olarak köftelerin toplam SFA ve MUFA içeriği azalırken, PUFA içeriği artmıştır ($P < 0.05$).

Tablo 4. 2. Köfte örneklerinde yağ asidi kompozisyon değerleri

Yağ Asitleri (%)	Köfte karışımı		Pişmiş Köfte					
			Izgara		65 °C		95 °C	
	Kontrol	KLA	Kontrol	KLA	Kontrol	KLA	Kontrol	KLA
C16:0	19.69±0.02 ^e	19.79±0.02 ^d	18.75±0.01 ^f	18.71±0.02 ^f	19.93±0.02 ^{bc}	19.98±0.03 ^{ab}	19.90±0.02 ^c	20.±0.03 ^a
C16:1	7.29±0.02 ^{bc}	7.35±0.01 ^a	6.85±0.02 ^d	6.83±0.02 ^d	7.27±0.01 ^a	7.32±0.01 ^{ab}	7.25±0.03 ^c	7.26±0.03 ^c
C18:0	21.79±0.02 ^c	21.63±0.02 ^c	22.35±0.02 ^a	22.27±0.01 ^b	21.71±0.02 ^d	21.70±0.02 ^{de}	21.75±0.01 ^{cd}	21.64±0.02 ^e
C18:1	23.91±0.03 ^{cd}	23.90±0.01 ^{cd}	22.46±0.03 ^f	22.57±0.03 ^e	23.95±0.02 ^c	23.88±0.02 ^d	24.05±0.02 ^b	24.12±0.01 ^a
C18:2	25.40±0.01 ^b	25.37±0.01 ^b	27.56±0.02 ^a	27.60±0.02 ^a	25.24±0.02 ^c	25.21±0.02 ^c	25.20±0.05 ^c	25.19±0.02 ^c
C18:3	1.91±0.02 ^c	1.95±0.01 ^b	2.03±0.02 ^a	2.02±0.01 ^a	1.88±0.01 ^{cd}	1.90±0.04 ^c	1.86±0.02 ^e	1.83±0.01 ^e
ΣSFA	41.48±0.01 ^b	41.42±0.01 ^b	41.11±0.01 ^c	40.99±0.02 ^d	41.65±0.03 ^a	41.69±0.01 ^a	41.65±0.01 ^a	41.64±0.02 ^a
ΣMUFA	31.21±0.03 ^c	31.26±0.02 ^{bc}	29.31±0.04 ^c	29.40±0.01 ^d	31.23±0.01 ^c	31.21±0.02 ^c	31.30±0.01 ^b	31.38±0.01 ^a
ΣPUFA	27.31±0.01 ^b	27.32±0.02 ^b	29.59±0.01 ^a	29.62±0.01 ^a	27.12±0.03 ^c	27.10±0.03 ^{cd}	27.05±0.01 ^{de}	27.02±0.03 ^e

Hur ve ark. (2004) KLA ilavesi yapılarak üretilen köftelerde kontrol grubuna kıyasla doymamış yağ asidi miktarında önemli düzeyde artış gerçekleştiğini belirtmişlerdir [126]. Bir başka çalışmada karaciğer köftesine KLA ilave edilmesinin kontrol grubu ve zeytinyağıyla hazırlanmış karaciğer köftelerine kıyasla yaklaşık üç kat daha fazla PUFA içerdiği ve SFA ve MUFA miktarının önemli ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir [127]. Benzer olarak, sığır kontrfileye uygulanan doğrudan KLA ilavesinin, KLA içeriğini ve PUFA miktarını yükselttiği bildirilmiştir [95].

Sous vide pişirme tekniğinin yağ asidi kompozisyonu üzerindeki değişimi incelendiğinde ise palmitoleik (C16:1) ve stearik asit (C18:0) miktarının değişmediği belirlenmiştir. Ancak palmitik (C16:0) ve linoleik asit (C18:2) miktarında artış gözlemlenmiştir ($P<0.05$). Ayrıca 65°C’de 120 dakika ve 95°C’de 30 dakika süre ile pişirilen köftelerde linolenik asit (C16:1) miktarında önemli değişiklik belirlenmezken, oleik asit (C18:1) miktarında önemli derecede değişiklik belirlenmiştir ($P<0.05$). Oleik asit (C18:1) miktarının 65°C’de 120 dakika süre ile uygulanan köftelerde anlamlı derecede azaldığı, 95°C’de 30 dakika süre uygulanan köftelerde ise önemli derecede arttığı tespit edilmiştir ($P<0.05$). İki farklı sous vide yönteminde yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen değişimin sıcaklık ve süre ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında sous vide tekniği ile pişirme işlemi sonucunda köfte örneklerinin toplam SFA miktarları artarken ($P<0.05$), PUFA miktarları azalmış ($P<0.05$) MUFA miktarlarında önemli değişiklik belirlenmiştir. Süre ve ısı işlem gibi parametrelerin yanı sıra uygulanan pişirme tekniğine bağlı olarak da yağ asitlerinde önemli derecede değişiklikler meydana gelmiştir ($P<0.05$). Bunun en önemli sebebi ızgara yöntemi kullanılarak pişirilen köfte örneklerinde ürün içerisinden dışarıya su ve yağ gibi fazla miktarda bileşenin çıkarak uzaklaşması ve sous vide tekniğinde ambalaj içerisinde yapılan pişirme işlemi sırasında üründen uzaklaşan yağ miktarının oldukça sınırlı olmasıdır.

KLA analizi sonucunda köftelerde tespit edilen KLA miktarları Tablo 4.3’de sunulmuştur. Beklenildiği gibi KLA ilavesine bağlı olarak köfte karışımının KLA miktarı önemli seviyede artmış ve kullanılan KLA kaynağı önemli oranda *c9-t11* ve *t10-c12* içerdiği için bu izomerlerin miktarında önemli seviyede artış gerçekleşmiştir ($P<0.05$). KLA ilavesi yapılmayan gruplarda köfte karışımında yaklaşık 0.08 g/100 g

köfte düzeyinde toplam KLA bulunurken, KLA ilavesi ile birlikte bu değer yaklaşık 40 kat artarak 3.14 g/100 g köfte düzeyine ulaşmıştır.



Tablo 4. 3. Köfteler de tespit edilen KLA miktarları

KLA izomerleri (g/100 g köfte)	Köfte karışımı		Pişmiş Köfte					
			Izgara		65 °C		95 °C	
	Kontrol	KLA	Kontrol	KLA	Kontrol	KLA	Kontrol	KLA
<i>c9, t11</i>	0.04±0.01 ^e	1.58±0.15 ^a	0.04±0.02 ^e	0.84±0.12 ^d	0.04±0.05 ^e	1.24±0.09 ^c	0.04±0.05 ^e	1.47±0.07 ^b
<i>t10, c12</i>	0.03±0.01 ^e	1.61±0.27 ^a	0.04±0.08 ^e	0.86±0.10 ^d	0.04±0.07 ^e	1.22±0.05 ^c	0.03±0.03 ^e	1.41±0.05 ^b
Toplam KLA	0.08±0.01 ^e	3.14±0.09 ^a	0.08±0.03 ^e	1.91±0.11 ^d	0.08±0.03 ^e	2.56±0.08 ^c	0.08±0.11 ^e	2.85±0.11 ^b

a-e (→) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Literatürde et içeriğinde bulunan KLA'nın ısıtma işlem ve depolama gibi faktörlerden etkilenmediği belirtilmektedir [6, 7, 71, 75]. Ancak bu durumun özellikle KLA'nın kimyasal yapısıyla ilgili olduğu belirtilmektedir. Trigliserit formundaki KLA'da değişim oldukça sınırlı veya yok iken serbest yağ asidi formundaki KLA hızlı bir şekilde okside olabilmektedir [128].

Sonuçlar incelendiğinde literatür ile uyumlu olarak etin doğal kompozisyonunda bulunan KLA'nın pişirme işleminden etkilenmediği tespit edilmiştir. Ancak serbest yağ asidi formunda eklenen KLA'nın pişirme işlemine bağlı olarak önemli seviyede azaldığı belirlenmiştir ($P<0.05$).

KLA ilavesi yapılmayan ancak ızgara ve sous vide pişirme tekniklerinin uygulandığı köfte örneklerinde KLA izomerleri ve toplam KLA miktarlarında önemli değişiklikler belirlenmemiştir. Bu durum etin doğal yapısında bulunan ve çoğunlukla trigliserit formunda olan KLA izomerlerinin pişirme tekniği, sıcaklık ve süre gibi parametrelerden etkilenmediğini göstermektedir.

KLA analizi sonucunda sous vide pişirme tekniğiyle 65°C'de 120 dakika süreyle pişirilen köftelerin KLA miktarındaki azalma en yüksek seviyede iken, 95°C'de 30 dakika süreyle pişirilen köftelerdeki azalma en az seviyededir ($P<0.05$). Bu durum ısıtma işlem süresi ve sıcaklığın KLA miktarı üzerinde önemli seviyede etkili olduğunu göstermektedir [105, 106]. Ojanguren ve Ayo (2013) KLA'nın oksidasyonu üzerine sıcaklık parametresinin özellikle 170 °C'ye kadar önemli bir faktör olduğunu ve bu değerden daha yüksek sıcaklık değerlerinde oksidasyon stabilitesinin sabit olduğunu belirtmiştir. Ayrıca hava akış hızının da sıcaklık ile birlikte oksidasyonu hızlandırdığı belirtilmiştir [110].

4.3. pH Bulguları

pH değeri etin görünüş, renk, tekstür ve lezzet gibi duyu ve su tutma kapasitesi, pişirme verimi ve mikrobiyolojik özellikleri gibi teknolojik özellikleri üzerine etkisi olan önemli bir parametredir [129]. Bu nedenle üretim ve depolama süresince et ve et ürünlerinin pH değerlerinde meydana gelen değişim ürünün birçok özelliği hakkında bilgi verir.

Köfte karışımına KLA ilavesinin pH değeri üzerine önemli bir etkisi olmadığı ve tüm gruplar için hazırlanan köfte karışımının pH değerleri ortalamasının 5.64 olduğu

belirlenmiştir. Farklı KLA içeriğine sahip ve farklı pişirme metotları ile pişirilen köftelerin üretimde ve depolama boyunca ölçülen pH değeri Tablo 4.4.'de sunulmuştur.

Tablo 4. 4. Köfte örneklerinin depolama süresince pH değerleri

Gruplar	Üretim günü	Depolama günleri		
		1. gün	3.gün	7.gün
Izgara	5.86±0.02 ^{cb}	5.91±0.01 ^{cAB}	5.90±0.01 ^{cAB}	5.94±0.02 ^{bA}
Izgara KLA	5.85±0.01 ^{cA}	5.80±0.01 ^{dB}	5.77±0.01 ^{dC}	5.85±0.01 ^{cA}
65°C	5.92±0.02 ^{bcB}	5.89±0.03 ^{cB}	6.00±0.01 ^{abA}	6.02±0.01 ^{aA}
65°C KLA	5.89±0.02 ^{bcB}	5.93±0.01 ^{bB}	6.04±0.04 ^{aA}	6.03±0.02 ^{aA}
95°C	5.95±0.04 ^{abA}	6.00±0.02 ^{aA}	5.98±0.01 ^{bA}	6.03±0.01 ^{aA}
95°C KLA	6.00±0.04 ^{aA}	5.94±0.01 ^{bA}	5.97±0.01 ^{bA}	6.01±0.01 ^{aA}

a-e (↓) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

A-D (→) aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Gerçekleştirilen çalışma da hem ızgara hem de sous vide yöntemi ile gerçekleştirilen pişirme işlemi sonucunda köfte örneklerinin pH değerinin önemli seviyede arttığı tespit edilmiştir ($P<0.05$). Girard (1992), pişirme işlemi ile pH değerinde görülen yükselişin nedenini; sülfidril, hidroksil ve imidazol gruplarını içeren bağların serbest hale gelmesiyle açıklamaktadır [130]. Nitekim Kowale ve arkadaşları (1996), koyun etiyle ilgili yaptıkları çalışmada çiğ ette 5.70 olan pH değerinin, pişirme işleminden sonra 6.20'ye çıktığını görmüştür [131]. Rao ve arkadaşları (1996) bufalo etlerinin pişirmeden sonra pH değerinin 5.72'den 6.08'e yükseldiğini tespit etmiştir [132]. Isıl işlem sonrası elde edilen pH değerleri kıyaslandığında pişirme yöntemi ve KLA ilavesinin pH değerleri üzerine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ancak depolama süresince pişirme yöntemi ve KLA ilavesine bağlı olarak farklılaşan pH değerleri ızgara ile pişirilen örneklerde 5.85, sous vide pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde ise ortalama 5.94 olarak belirlenmiştir. Köfte örneklerinin depolama süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde, ızgarada ve 95°C 30 dk süre ile sous vide pişirme tekniği ile pişirilen tüm köfte örneklerinin pH değerlerinde önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Ancak 65°C 120 dk süre ile sous vide pişirme tekniği ile pişirilen KLA ilaveli ve ilavesiz tüm köftelerin pH sonuçlarında önemli düzeyde artış tespit edilmiştir ($P<0.05$). Literatürde, et ürünlerinin

depolanması sırasında özellikle mikrobiyal gelişim ve sonucunda oluşan metabolitler nedeniyle pH değerinin arttığı belirtilmektedir [133].

Depolamanın son gününde gerçekleştirilen pH analizi sonucunda sous vide pişirme tekniği ile üretilen KLA ilaveli ve ilavesiz tüm köfte örneklerinin ızgarada pişirilen köfte örneklerinden daha yüksek pH değeri olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Gerçekleştirilen çalışma kapsamında 65°C 120 dakika süre ile sous vide pişirme tekniği ile pişirilen köftelerin pH değerlerinde meydana gelen artışın sebebinin ısı işlem süresinin uzun olması ile et içerisinde daha fazla amino asit yıkımlanmasının gerçekleşmesi ve buna bağlı olarak bazı bileşiklerin oluşumundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir [134]. Zikirov (2014)'da benzer bir şekilde, sous vide pişirme tekniğinde pişirme süresinin uzamasına bağlı olarak pH değerinin arttığını bildirmiştir [135].

4.4. Kimyasal Kompozisyon Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen köfte örneklerinin kimyasal bileşimi için belirlenen protein, yağ, kül ve nem miktarları Tablo 4.5.'de sunulmuştur. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, KLA ilavesinin köfte örneklerinin nem içeriğini etkilemediği, ancak pişirme yönteminin etkilediği belirlenmiştir ($P<0.05$).

Tablo 4. 5. Köfte örneklerinin kimyasal kompozisyon değerleri

Gruplar	Nem	Yağ	Protein	Kül
Izgara	51.07±0.16 ^b	22.17±0.08 ^a	24.91±0.06 ^a	1.85±0.16 ^a
Izgara KLA	51.18±0.14 ^b	22.82±0.06 ^a	24.21±0.08 ^a	1.79±0.12 ^a
65°C	62.31±0.12 ^a	19.32±0.19 ^b	17.14±0.16 ^b	1.23±0.13 ^b
65°C KLA	61.72±0.09 ^a	19.72±0.15 ^b	17.35±0.09 ^b	1.21±0.08 ^b
95°C	62.10±0.08 ^a	19.51±0.09 ^b	17.21±0.12 ^b	1.18±0.05 ^b
95°C KLA	62.30±0.11 ^a	19.30±0.03 ^b	17.29±0.14 ^b	1.11±0.07 ^b

a-b (↓) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

En düşük nem oranı ızgara tekniği ile pişirilen köfte örneklerinde belirlenirken, en yüksek nem oranı sous vide pişirme tekniği ile pişirilen köfte örneklerinde belirlenmiştir ($P<0.05$). Farklı sıcaklık süre kombinasyonlarında sous vide pişirme tekniği ile pişirilen örneklerdeki nem oranı değişimi ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Izgara tekniği ile pişirilen KLA ve KLA'sız köftelerde kül değerleri sous vide pişirme tekniği ile pişirilen köftelere kıyasla daha yüksektir ($P<0.05$). 65°C ve 95°C'de sous vide pişirme tekniği ile pişirilmiş köftelerin kül miktarı arasında ise istatistiksel önemli bir fark belirlenmemiştir ($P<0.05$).

Yapılan analizler doğrultusunda ızgara tekniği kullanılmış KLA ve KLA'sız köfte örneklerinde protein ve yağ miktarı sous vide pişirme tekniği ile pişirilmiş olan köfte örneklerine göre daha düşük tespit edilmiştir ($P<0.05$). Sous vide pişirme tekniğini diğer pişirme yöntemlerinden ayıran en önemli unsurlardan biri gıda bileşenlerindeki değişimin daha sınırlı olmasıdır [15]. Özellikle ızgara tekniği ile pişirmede üründen yağ ve suyun uzaklaşmasına bağlı olarak diğer gıda bileşenlerinde oransal olarak değişimler gerçekleşmiştir. Bu nedenle ızgara tekniği ile pişirilen köftelerde daha yüksek protein, kül ve yağ oranı belirlendiği düşünölmektedir.

4.5. Renk Analizi Sonuçları

Tüketicinin eti satın alma düşüncesini sağlayan en önemli unsurlardan biri de etin sahip olduğu renktir. Yeni kesilmiş etin istenen et renginden önemli oranda doku pigmenti miyoglobinin oksijene formu olan oksimiyoglobin sorumludur. Uzun süre depolama ile oksimiyoglobin metmiyoglobine dönüşmekte ve istenmeyen koyu bir et rengi ortaya çıkmaktadır. Oksijen etin rengi üzerine sağladığı pozitif etkiden ziyade, ilerleyen aşamalarda et rengi üzerine istenmeyen etkilere de sebep olan oksidasyon reaksiyonlarına sebep olabilmektedir [136].

Köftelerin renk değerleri pişirme işleminin ve depolama süresi boyunca değerlendirildiğinde; pişirme yönteminin renk parametreleri üzerinde önemli bir etkisi olduğu ($P<0.05$) ancak KLA ilavesinin önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.6.).

Tablo 4. 6. Köfte örneklerinin depolama süresince renk değerlerindeki (L^* , a^* ve b^* değişimler)

Renk değerleri	Gruplar	Üretim günü	Depolama		
			1.gün	3.gün	7.gün
L^*	Izgara	31.35±3.15 ^{bb}	37.47±1.00 ^{da}	40.85±2.95 ^{ba}	37.92±2.57 ^{ba}
	Izgara KLA	31.48±4.83 ^{bb}	36.64±1.51 ^{db}	38.06±1.54 ^{bab}	44.64±4.72 ^{aA}
	65°C	45.69±2.32 ^{aB}	49.62±1.44 ^{aA}	47.17±1.51 ^{aAB}	47.07±0.77 ^{aAB}
	65°C KLA	45.09±1.01 ^{aA}	46.39±0.80 ^{ba}	46.38±1.32 ^{aA}	46.42±3.00 ^{aA}
	95°C	44.19±2.38 ^{aA}	45.50±0.61 ^{bcA}	44.26±0.45 ^{aA}	46.59±0.47 ^{aA}
	95°C KLA	43.24±0.20 ^{aA}	43.71±1.21 ^{cA}	45.92±0.81 ^{aA}	45.20±2.38 ^{aA}
a^*	Izgara	8.23±0.17 ^{ba}	9.35±0.34 ^{aA}	7.60±1.80 ^{ba}	8.99±0.37 ^{aA}
	Izgara KLA	11.62±2.07 ^{aA}	8.45±0.54 ^{aB}	9.16±0.22 ^{aB}	6.99±1.28 ^{bb}
	65°C	8.76±0.60 ^{ba}	6.36±1.22 ^{cB}	6.81±0.62 ^{bb}	7.03±0.73 ^{bb}
	65°C KLA	7.92±0.51 ^{ba}	7.66±0.52 ^{bcAB}	7.22±0.62 ^{baB}	6.64±0.71 ^{bb}
	95°C	7.23±0.10 ^{ba}	7.28±0.52 ^{bcA}	7.48±0.24 ^{ba}	6.89±0.25 ^{ba}
	95°C KLA	7.41±0.38 ^{ba}	6.82±1.04 ^{cAB}	6.16±0.42 ^{bb}	6.07±0.54 ^{bb}
b^*	Izgara	11.62±2.07 ^{bb}	15.97±1.00 ^{abA}	14.19±1.57 ^{bcAB}	15.0±1.09 ^{abA}
	Izgara KLA	15.04±3.04 ^{aA}	16.42±0.87 ^{aA}	17.24±1.91 ^{aA}	16.77±1.45 ^{aA}
	65°C	14.76±1.39 ^{aA}	13.32±0.53 ^{cA}	12.53±0.88 ^{cA}	14.24±2.10 ^{bcA}
	65°C KLA	15.89±0.41 ^{aA}	15.32±2.49 ^{abcA}	15.00±1.07 ^{ba}	16.59±1.00 ^{abA}
	95°C	14.36±1.00 ^{aB}	13.28±1.00 ^{cAB}	12.17±0.52 ^{cB}	12.31±0.06 ^{cB}
	95°C KLA	15.17±0.63 ^{aA}	11.01±0.30 ^{bcB}	15.00±0.27 ^{ba}	14.82±0.12 ^{abA}

a-e (↓) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).
A-D (→) aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Sous vide pişirme tekniği ile pişirilen örneklerin L^* ve b^* değerlerinin ızgara tekniği ile pişirilen örneklerden daha yüksek, a^* değerlerinin ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Örneklere uygulanan sous vide pişirme tekniğinde uygulanan sıcaklık ve süre parametresinin ise renk değerleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Ancak sous vide yönteminde daha yoğun ve homojen olarak gerçekleşen ısı işlemi renk değerleri üzerinde önemli etkileri olabileceği düşünülmektedir.

Sous vide pişirme tekniği ile pişirilen örneklerin a^* değerleri sıcaklıktaki artışa paralel olarak azalmıştır ancak bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. a^* değeri çoğunlukla etin oksimiyoglobinin içeriği ile yakından ilişkilendirilmektedir [137]. Pişmiş ette a^* değeri yüksekliğinin miyoglobinin denatürasyonu ile zıt ilişkili olduğu belirtilmiştir [16]. Isıl işlem ile birlikte a^* değerinde daha anlamlı bir şekilde gerçekleştiği belirtilen düşüşün pigment denatürasyonu ile ilgili olduğu belirtilmektedir [24, 138].

Roldan ve ark. (2013) pişirme sıcaklığının yükselmesi ile L^* değerindeki artışın muhtemel nedenlerinden birisinin düşük sıcaklıkta pişirilen etteki yüksek su içeriğinin ışığın et dokusu içerisinde daha derine nüfuz etmesine izin vermesi olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle et daha açık renge sahip olmaktadır. Diğer bir nedeni ise yüksek sıcaklığın myofibriller ve sarkoplazmik proteinlerin daha fazla denatürasyon ve agregasyonuna yol açması ve neticede ışığın dağılımının artmasıdır [16]. Izgara tekniği ile pişirilmiş köfte örneklerinin de L^* değerleri sous vide pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde olduğu gibi, çiğ örneklere kıyasla artmıştır (Köftelerin çiğ halde belirlenen renk değerleri sunulmamıştır). Bu sonucun sous vide pişirme tekniği ve ızgara yöntemi ile pişirme işlemlerinde, et yüzeyinde serbest suyun artması ve bu nedenle de ete daha açık bir görünüm vermesi nedeni ile olduğu düşünülmektedir [139]. Özetle, L^* değerindeki artışın sebebi su kaybı nedeni ile et yüzeyinde bulunan fazla suyun ışığın yansıtma kapasitesini arttırması, a^* değerindeki azalmanın nedeni deoksimiyoglobinin ve oksimiyoglobinin denatürasyonu, b^* değerindeki artışın nedeninin ise metmiyoglobinin ve sülfomiyoglobinin türlerinin oluşması nedeniyledir [61].

Mevcut araştırmada elde edilen renk değerleri literatürdeki veriler ile çoğunlukla benzerlik göstermektedir. Ancak et çeşidi, kas türü, pişirme metodu, sıcaklık ve süre gibi parametreler bazı farklılıklar oluşmasını sağlamıştır. Laycock ve ark. (2003) su

banyosunda pişirdikleri sığır etinin L^* değerini 52.50 a^* değerini ise 7.96 olarak belirlemişlerdir [140]. Szerman ve ark. (2012) sous vide pişirme tekniği ile 70 °C’de 2 dk pişirdikleri kontrol grubu sığır etlerinde L^* , a^* , b^* değerlerini sırasıyla 58.48, 6.19 ve 17.40 olarak belirlemişlerdir [123]. García-Segovia ve ark. (2007) sous-vide yöntemi ile 70°C’de 60 dk pişirdikleri dana biftek etlerinde L^* , a^* , b^* değerlerini sırasıyla ortalama 51, 5 ve 15 olarak belirlemişlerdir [61]. Öte yandan Dal Bosco ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada ısıtma işlemi görmüş tavşan etlerinin çiğ etlere kıyasla daha yüksek L^* ve b^* değerine, buna karşın daha az a^* değerine sahip olduğunu belirtmiştir [141]. García ve ark. (2009) ise hamburger örneklerinin pişirilmesi ile L^* ve b^* değerinin yükseldiğini, a^* değerinin ise düştüğünü tespit etmişlerdir [142].

Et ürünlerinde renk değerleri ürün içindeki renk bileşenlerinin çeşidi ve konsantrasyonu, ürünün kimyasal kompozisyonu, formulasyonda yer alan diğer bileşenlerin özellikleri, ısıtma işlemi şekli ve süresi ile depolama süresince meydana gelen kimyasal reaksiyonlardan etkilenebilmektedir [143]. Depolama sürecinde gerçekleşen miyogloblin oksidasyonu ve metmiyogloblin oluşumuna bağlı olarak da a^* ve b^* değerlerinin azaldığı ve L^* değerinin arttığı belirtilmektedir [144].

4.6. Pişirme Özellikleri

Et ve et ürünlerinde, özellikle kıyma esaslı ürünlerde, ısıtma işlemi ile ürünün ağırlığı, çapı, kalınlığı ve şekli hem tüketici hem de üretici tarafından önemsenen parametreler arasındadır. Pişirme işlemi sonrasında da ürünün hem başlangıçtaki şeklini koruması hem de yağ ve su içeriği dengesini koruyabilmesi arzu edilmektedir. Özellikle pişirme sırasında meydana gelen yağ ve su kaybına bağlı olarak lezzet bileşenlerinin kaybı, ağırlık ve şekil değişiklikleri gerçekleşebilmektedir. Köfte örneklerinin pişirme özellikleri Tablo 4.7.’de sunulmuştur.

Pişirme özellikleri incelendiğinde köfte karışımına KLA ilave edilmesi tüm pişirme teknikleri için pişirme verimi, köftelerin çap ve kalınlıklarında azalma ve büzülme oranlarında önemli değişikliklere sebep olmamıştır. Öte yandan pişirme tekniğinin köftelerin başta pişirme verimi olmak üzere çapta azalma ve büzülme oranları üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Izgara tekniği ile yapılan birçok çalışmada, pişirme işlemi sırasında et ürünü içerisindeki yağ ve su ile birlikte aroma ve lezzet bileşenlerinin de uzaklaştığı ve bu durumun ürünün pişirme özellikleri

üzerinde etkisi olduğu belirtilmektedir [145]. Sous vide pişirme tekniğinde ise uygulanan sıcaklığın ve sürenin artışıyla pişme kaybının arttığı, farklı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda da görülmektedir [24, 47, 52]. Ancak gerçekleştirilen mevcut çalışmada sous vide yönteminde uygulanan ısı işlem parametrelerinin kalınlıkta azalma değeri dışındaki pişirme özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır.

Izgara da pişirme tekniği ile elde edilen pişirme verimi iki farklı sıcaklık-süre parametresinin uygulandığı sous vide tekniklerinin her ikisine de kıyasla daha düşük belirlenmiştir ($P<0.05$). Sous vide tekniği ile pişirme verimi ızgara tekniğine kıyasla yaklaşık %14 daha yüksek olmuştur ($P<0.05$). Benzer sonuçlar çapta azalma ve büzülme oranlarında da tespit edilmiştir. Sous vide yöntemi ile pişirilen örneklerin çapta azalma ve toplam büzülme değerleri daha düşük tespit edilmiştir ($P<0.05$). Tüm köfte örneklerinin kalınlıkta azalma değerleri benzer seviyede tespit edilmiş olup ortalama %3.4 seviyesinde kalınlıkta azalma olduğu belirlenmiştir. Ancak pişirme tekniği ve KLA içeriğinin köftelerin kalınlıklarında gerçekleşen azalmaya bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4. 7. Köfte örneklerinin pişirme özellikleri

Gruplar	Pişme verimi (%)	Çapta azalma oranı (%)	Kalınlıkta azalma oranı (%)	Büzülme oranı (%)
Izgara	66,01±0,38 ^b	23,07±0,15 ^a	3,30±0,22 ^a	-9,47±1,04 ^a
Izgara KLA	65,14±0,24 ^b	23,11±0,26 ^a	3,38±0,08 ^a	-8,67±0,98 ^a
65°C	73,71±1,45 ^a	7,69±0,18 ^b	3,64±0,19 ^a	-11,26±1,01 ^b
65°C KLA	75,17±0,19 ^a	7,81±0,29 ^b	3,78±0,16 ^a	-14,54±0,67 ^{cb}
95°C	71,48±0,67 ^a	8,33±0,17 ^c	3,60±0,25 ^a	-13,42±0,48 ^{cb}
95°C KLA	73,94±0,51 ^a	8,29±0,09 ^c	3,71±0,06 ^a	-16,80±0,73 ^c

a-e (↓) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Araştırmalar pişme sırasında meydana gelen protein denaturasyonu ile başlayan süreçte gerçekleşen su ve yağ kaybı gibi nedenlerle köftelerin fiziksel özelliklerinde değişiklikler olabildiğini göstermektedir [146, 147]. Serdaroğlu ve Değirmencioglu köftelerin yağ ve su içeriğinin bu değişimde etkili olduğunu ve yağ içeriğinin az olmasının köftelerin büzülme oranını azalttığını bildirmiştir [146].

4.7. Tekstür Profili Analiz Sonuçları

Etin tekstürü özellikle de sululuk ve yumuşaklığı tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini belirlemektedir [148]. Bu amaç doğrultusunda köftede sertlik (hardness), elastikiyet (springiness), yapışkanlık (chosisiveness), sakızimsılık (chewiness), çiğnenebilirlik (gumminess) ve esneklik (resilience) analizleri yapılmaktadır. Yapılan analiz sonuçları Tablo 4.8'de sunulmuştur. Elastikiyet gıda maddesine rastgele bir etki sonrasında gerçekleşen şekil bozukluğunun etki ortadan kaldırıldığında kaybolması olarak nitelendirilir [148]. Yapışkanlık besin maddesinin iç bağların dayanıklılığı ya da güçlülüğüdür ve pişme süresi arttıkça dış yapışkanlık değerinin azaldığı belirtilmektedir [148]. Sakızimsılık besin yüzeyi ile besinlerin diş, damak, dil gibi yüzeylerin arasındaki çekim kuvvetine karşı koymak için gerekli olan güçtür ve pişirme sıcaklığı arttıkça artış gösterdiği belirtilmektedir [148]. Çiğnenebilirlik ise gıdanın yutmaya hazır bir hale gelinceye kadar harcanan enerji, çiğneme süresi ve sayısı ile ilgili bir özelliktir [148].

Tablo 4. 8. Köfte örneklerinin tekstür profil analiz değerleri

Grup	Sertlik	Elastikiyet	Yapışkanlık	Çiğnenebilirlik	Sakızımsılık	Esneklik
Izgara	137.30±5.60 ^a	0.66±0.01 ^b	0.41±0.01 ^{bc}	55.0±3.20 ^a	36.27±2.60 ^b	0.13±0.01 ^{bc}
Izgara KLA	138.65±15.5 ^a	0.64±0.02 ^{bc}	0.40±0.01 ^c	51.8±6.00 ^a	33.30±4.81 ^b	0.11±0.01 ^c
65°C	64.97±3.60 ^d	0.70±0.03 ^b	0.45±0.01 ^b	27.2±1.70 ^b	18.40±2.25 ^{cd}	0.14±0.01 ^b
65°C KLA	51.14±2.13 ^d	0.62±0.03 ^{bc}	0.40±0.02 ^c	19.4±2.10 ^c	12.10±0.76 ^d	0.12±0.01 ^c
95°C	85.03±2.56 ^c	0.6±0.02 ^c	0.40±0.01 ^c	32.2±1.40 ^b	18.80±1.24 ^c	0.11±0.01 ^c
95°C KLA	112.21±9.00 ^b	0.8±0.03 ^a	0.50±0.01 ^a	58.2±6.20 ^a	45.50±6.33 ^a	0.20±0.01 ^a

a-e (↓) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Yapılan tekstür analiz profili analizi sonucunda pişirme tekniğinin ve sous vide pişirme tekniğinde uygulanan sıcaklık ve süre parametrelerinin köfte örneklerinin belirlenen tüm tekstür parametreleri üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Izgara tekniği ile pişirilen köftelerin sertlik değerleri en yüksek seviyede iken 65°C 120 dakika süreyle pişirilen köftelerin sertlik değerlerinin en düşük seviyede olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). 95°C'de 30 dakika sous vide pişirme tekniği ile pişirilen köfteler ise ızgarayla pişirilen köftelerden daha düşük, ancak diğer sous vide pişirme tekniği ile pişirilen köftelerden daha yüksek sertlik değerlerine sahiptir ($P<0.05$). Öte yandan çiğnenebilirlik dışındaki diğer tüm tekstür parametrelerinde 95°C'de 30 dakika süre ile sous vide yöntemi ile pişirilen köfte örneklerinin en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Çiğnenebilirlik değerlerinde ise ızgarada pişirilen örnekler ile birlikte en yüksek çiğnenebilirlik değerlerine sahip olan gruptur ($P<0.05$).

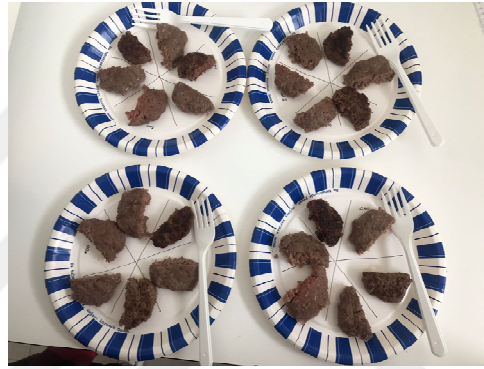
Tekstürel parametrelerde ortaya çıkan bu farklılıkların en önemli nedenlerinin pişirme tekniğindeki temel farklılıklar ve sous vide yönteminde uygulanan sıcaklık değerleri ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Izgarayla pişirilen köftelerin sertlik değerinin yüksek olmasının en önemli nedeninin pişirme sırasında yağ ve suyun uzaklaşması ve buna bağlı olarak kuru madde içeriğinin oransal olarak artması olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sous vide pişirme tekniğinde gruplar arasında ortaya çıkan farklılığın nedeninin pişirme sıcaklığı ve süresinin değişimine bağlı olarak özellikle et proteinlerinde meydana değişimler olduğu düşünülmektedir. Pişirme sıcaklığının artması etin bağ dokusunun kuvvetini azaltmaktadır [16]. Ayrıca pişirme işlemi sırasında sıcaklığın ortalama 60 °C'nin üzerine çıkılması ile aktin ve miyozin gibi proteinlerde denaturasyon başlamakta iken sıcaklığın ortalama 75 °C'nin üzerine çıkması ile kollajen gibi bağ doku proteinlerinde jelatinizasyon gerçekleşmektedir. Dolayısıyla yüksek sıcaklık uygulanan örneklerde tekstürel parametrelerde ortaya çıkan farklılığın en önemli sebeplerinden birisi de ısı işlem parametreleridir.

Köfte formulasyonuna KLA ilavesinin ızgara işlemi ile pişirilen köftelerin tekstürel değerleri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Ancak sous vide yöntemi ile pişirilen örneklerde ısı işlem parametrelerine bağlı olarak farklı etkileri söz konusudur ($P<0.05$). 95 °C sıcaklıkta 30 dk süre ile pişirilen köfte örneklerinde KLA ilavesi tüm tekstürel parametrelerin artışına sebep olmuştur ($P<0.05$). Ancak 65 °C sıcaklıkta 120 dk süre ile pişirilen örneklerin yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerinde düşüşe neden

olmuştur ($P<0.05$). Bunun nedeninin KLA kaynağının bileşiminin büyük oranda serbest yağ asitlerinden oluşmuş olması ve bu yağ asidi içeriğinin 95 °C sıcaklıkta 30 dk süre ile pişirilen örneklerin protein içeriklerinde gerçekleşen jelatinizasyon işlemini kolaylaştırdığı düşünülmektedir.

4.8. Duyusal Analiz Sonuçları

Üretilen köfte örneklerinin renk, ısırma karakteri, parçalanabilirlik, sulu yapı, yağlılık hissi, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik özellikleri yapılan duyusal analiz ile tespit edilmiştir (Resim 4.1.).



Resim 4. 1. Duyusal Analiz için hazırlanan köfte örnekleri

Panelistler köfte formülasyonuna KLA ilave edilmesinin ürünlerin renk, ısırma karakteri, yağlılık ve parçalanabilirlik parametrelerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığını belirtmişlerdir (Tablo 4.9). Bu değerler için panelistlerin vermiş olduğu puanlar gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığını göstermektedir.

Tablo 4. 9. Duyusal analiz sonuç değerleri

Duyusal Parametreler	Izgara	Izgara KLA	65°C	65°C KLA	95°C	95° KLA
Renk	8.12±0.34 ^a	8.10±0.21 ^a	5.63±0.15 ^b	5.38±0.27 ^b	6.75±0.38 ^{ab}	5.88±0.34 ^b
Isırma Karakteri	8.13±0.64 ^a	7.63±0.24 ^a	5.38±0.64 ^b	5.38±0.35 ^b	6.75±0.49 ^{ab}	6.50±0.87 ^{ab}
Parçalanabilirlik	7.88±0.24 ^a	7.25±0.67 ^a	5.38±0.34 ^b	5.63±0.54 ^b	7.50±0.84 ^a	7.25±0.60 ^a
Sulu Yapı	6.83±0.42 ^b	7.71±0.46 ^a	5.50±0.18 ^c	5.50±0.51 ^c	6.61±0.34 ^b	6.83±0.57 ^b
Yağlılık Hissi	7.25±0.37 ^a	6.38±0.28 ^a	5.38±0.19 ^b	5.50±0.27 ^b	6.88±0.48 ^a	6.24±0.25 ^a
Tat	8.00±0.54 ^a	7.50±0.35 ^a	3.63±0.24 ^b	4.75±0.28 ^b	7.00±0.41 ^a	5.13±0.19 ^b
Koku	7.38±0.51 ^a	7.38±0.27 ^a	4.88±0.25 ^c	5.00±0.18 ^c	6.34±0.47 ^b	4.88±0.34 ^c
Genel Kabul Edilebilirlik	7.50±0.32 ^a	7.38±0.41 ^a	4.48±0.19 ^d	5.41±0.25 ^c	7.11±0.28 ^a	5.96±0.31 ^b

a-e (→) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Panelistler ızgara ile pişirilen köftelerin renk, ısırma karakteri, tat ve koku özellikleri bakımından daha beğenilir olduğunu ve koku ve tat skorlarının sous vide pişirme tekniğiyle pişirilen köftelerde önemli seviyede azaldığını bildirmişlerdir. Ancak bu durum istatistik olarak anlamlı bir farklılık ifade etmemektedir. Sous vide pişirme tekniğinde sıcaklık artışına bağlı olarak köftelerin renk beğenileri de azalmıştır. 65°C’de sous vide pişirme tekniğiyle pişirilen tüm köfte örnekleri ve 95°C’de KLA içeren köfte örnekleri en düşük tat ve koku puanlarına sahiptir ($P<0.05$).

Panelistler ızgarada pişirilmiş ve KLA içeren köftelerin diğer örneklerden daha sulu olduklarını belirtmişlerdir ($P<0.05$). Aynı zamanda KLA içermeyen ve ızgarada pişirilen köfteler ile 95°C’de sous vide yöntemi ile pişirilen köfteler sulu yapı bakımından benzer puanları almıştır.

Pişirme tekniğine bağlı olarak ortaya çıkan ve duyuşsal parametreleri önemli seviyede etkileyen en önemli hususlardan birisi de ızgara tekniği ile pişirme yöntemiyle pişirilen etlerde ortaya çıkan maillard reaksiyonudur. Iızgara tekniği ile pişirilen numunelerin tekstür puanlarının daha yüksek olması, kuru ısı ile ette gerçekleşen dış kabuklaşmanın ve protein denatürasyonunun ızgara tekniği ile pişirme yönteminde daha belirgin gerçekleşmesi ile açıklanabilir [149]. Et yüzeyine uygulanan 110 °C üzerindeki ısının neden olduğu maillard reaksiyonu, pişmiş etin tat ve koku oluşumunda önemli rol oynamaktadır [150]. Ayrıca sous vide pişirme tekniğiyle pişirilen köfte gruplarının genel kabul edilebilirlik puanları sıcaklık miktarındaki düşüşe paralel olarak azalmıştır. 65°C’de pişirilen köftelere en düşük genel kabul edilebilirlik puanına sahip olmuştur ($P<0.05$). Duyusal analiz sonuçları KLA ilavesinin köfte örneklerinin duyuşsal parametreleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığını gösterse de genel kabul edilebilirlik puanları sous vide yöntemi ile pişirilen köfte örneklerinde KLA ilavesinin duyuşsal kaliteyi azalttığını göstermektedir ($P<0.05$).

5. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİ

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında KLA içeriği zenginleştirilmiş köftelerin geleneksel pişirme yöntemlerinden yaygın olarak kullanılan ızgara pişirme tekniği ve farklı ısı-zaman kombinasyonlarında sous vide pişirme tekniğiyle pişirilmesi sonucunda köftelerin kalite parametreleri ve depolama stabilitesi üzerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Bu amaçla KLA ilavesi yapılmış köfte örneklerinin pişirildikten sonra ilgili analizleri takiben değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca pişirilen numunelerin uygun depolama şartlarında gösterdikleri değişimlerin tespiti amacıyla depolama sürecinde belli periyotlardaki (0., 3. ve 7. günler) değişimler belirlenmiştir.

TBARS analizi sonuçlarına göre, pişirmenin TBARS sonuçları üzerine tesirinin pişirme metoduna göre farklılık gösterdiği görülmektedir ($P<0.05$). Bununla birlikte depolama boyunca bütün gruplarda TBARS değerlerinde artış meydana gelmiştir. Köfte üretiminde sous vide pişirme tekniğinin kullanılmasının ve KLA ilavesi yapılmasının TBARS seviyesini önemli seviyede azaltabildiği tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Köfte karışımına KLA ilavesi yapılması köftelerin palmitik, palmitoleik ve linolenik asit içeriğini arttırırken stearik asit içeriğini azaltmıştır ($P<0.05$). Ancak oleik, linoleik, SFA, MUFA ve PUFA değerlerinde önemli bir değişiklik olmamıştır. KLA ilavesine bağlı olmaksızın ızgara ile pişirilen köftelerde stearik linoleik ve linolenik asit miktarı artarken palmitik, palmitoleik ve oleik asit içeriği azalmıştır ($P<0.05$). Sous vide pişirme tekniği ile pişirme işlemi sonucunda köfte örneklerinin toplam SFA miktarları artarken PUFA miktarları azalmış, MUFA miktarlarında önemli değişiklik belirlenmemiştir.

Et içerisinde doğal formda bulunan KLA'nın pişirme işleminden etkilenmediği tespit edilmiştir. Ancak serbest yağ asidi formunda eklenen KLA'nın pişirme işlemine bağlı olarak önemli seviyede azaldığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Pişirme işlemi sonrası köfte örneklerinde kalan en yüksek KLA miktarı sırasıyla 95°C sous vide tekniği, 65°C sous vide tekniği ve ızgara pişirme tekniği ile pişirilen köfte örneklerinde tespit edilmiştir ($P<0.05$). En çok azalma ızgara tekniğiyle pişirilen köftelerde gözlemlenirken, 95°C'de sous vide pişirme tekniğiyle pişirilen köftelerde KLA daha iyi korunmuştur.

Köfte karışımına KLA ilavesinin pH sonuçlarında önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Çalışma da hem ızgara hem de sous vide tekniği ile gerçekleştirilen pişirme işlemi sonucunda köfte örneklerinin pH değerinin önemli seviyede artırdığı tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Kimyasal kompozisyon analiz sonuçlarında, KLA ilavesinin köfte örneklerinin nem, protein, yağ ve kül içeriğini önemli seviyede etkilemediği belirlenmiştir ($P<0.05$). Izgara tekniği ile pişirilen KLA ve KLA'sız köftelerde kül, protein ve yağ değerleri sous vide pişirme tekniği ile pişirilen köftelere kıyasla daha yüksektir ($P<0.05$). Ayrıca, pişirme yönteminin renk parametreleri üzerine önemli etkisi varken KLA ilavesinin önemli bir etkisi görülmemiştir ($P<0.05$).

Pişirme özellikleri incelendiğinde pişirme tekniğinin köftelerin pişme verimi üzerinde önemli bir etkisi olmuş ve sous vide yönteminin pişme veriminin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Köfte örneklerine KLA ilave edilmesi köftelerin çap ve kalınlıklarında azalma ile büzülme oranlarında önemli değişikliklere sebep olmamıştır.

Tekstür profil analiz sonuçları incelendiğinde sous vide pişirme tekniğinde uygulanan sıcaklık ve süre parametrelerinin köfte örneklerinin sertlik değerlerine önemli bir etkisi olduğu görülmüştür ($P<0.05$). 95°C 30 dakikada sous vide pişirme tekniği ile pişirilen ve KLA içeren köfte örneklerinin elastikiyet, yapışkanlık, sakızimsılık ve esneklik değerlerinin diğer köfte örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Izgara ile pişirilen köftelerin sertlik değerleri ise diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Araştırmada elde edilen bulgular geleneksel pişirme yöntemini özellikle duyu nitelikler yönünden daha üstün olduğunu ortaya koymakla birlikte sous vide pişirme tekniği ile de benzer sonuçların alınabileceğini göstermektedir.

Çalışma ile beraber pişirme tekniklerinin KLA üzerine etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda en iyi sonuç 95°C'de 30 dk pişirme işleminin uygulandığı sous vide pişirme tekniğiyle elde edilmiştir. Son ürün de 2.85 g/100 g köfte toplam KLA bulunduğu tespit edilmiştir. Bu miktar KLA'nın biyolojik etkilerinin görülmesi için önerilen miktarın büyük bir kısmını karşılamaktadır.

Son yıllarda ülkemizde de kullanımı oldukça yaygınlaşan sous vide pişirme tekniği günümüzde alternatif bir pişirme yöntemi olarak tercih edilmektedir. Bu tekniğin daha da yaygın şekilde kullanılması gıda işletmelerine gıda güvenliği ve hızlı servis kabiliyeti

açısından avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlar, duyuşal açıdan tüketicilerin tercih ettikleri özelliklere sahip etlerin hazırlanmasında hem raf ömrü uzun hem de besin bileşenlerinin daha fazla korunduğu gıdaların üretimi için sous vide pişirme tekniğinin geleneksel yöntemlerle birlikte uygulanabileceği de düşünülmektedir.

KLA et ürünün rengi, oksidasyon seviyesi, tekstürü ve duyuşal özellikleri bakımından da pozitif etkiler göstermektedir. Sous vide pişirme tekniğinin uygulanması ile birlikte KLA'nın ısııl işlemden daha az etkilenmesi de önemli bir avantajdır. Et ve ürünlerinde kolay işlemlerle miktarı yükseltilebilen KLA'nın sous vide tekniği ile birlikte insan sağlığı üzerinde daha aktif rol oynayabileceği ve ürün kalitesi üzerinde daha etkin bir rol oynayabileceği de bu çalışma ile elde edilen bir sonuçtur.

KAYNAKLAR

1. Çelebi, Ş. , Karaca, H. J. A. Ü. Z. F. D., "Yumurthanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar", 37 2, 2006.
2. Coşkun, T. J. Ç. S. v. H. D., "Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri", 48 1, 2005.
3. Bauman, D., Baumgard, L., Corl, B., Griinari, d. J. *Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. in Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* 1999.
4. Khanal, R. , Olson, K. J. P. J. o. N., "Factors affecting conjugated linoleic acid (CLA) content in milk, meat, and egg: A review", 2004.
5. Hur, S. J., Park, G. B., Joo, S. T. J. L. S., "Biological activities of conjugated linoleic acid (CLA) and effects of CLA on animal products", 110 3, 2007.
6. Mulvihill, B. J. N. B., "Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA)", 26 4, 2001.
7. Fritsche, J. , Steinhart, H. J. Z. f. L. u.-F. A., "Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake", 206 2, 1998.
8. Gisslen, W., "Essentials of professional cooking. " Essentials of professional cooking. *John Wiley & Sons, Inc.*, 2016.
9. USDA. *Safe Minimum Internal Temperature Chart*. 2020 11.05.2020 [cited 2021 14.02.2021]; Available from: https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/safe-minimum-internal-temperature-chart/ct_index.
10. Ertaş, A. H. J. G., "Tütsülemenin Et Ürünlerindeki Etkileri", 25 2, 2000.
11. Nyati, H. J. F. C., "An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products", 11 6, 2000.
12. Özturan, S. J. İ. Ü. F. B. E. A. v. İ. T. A. D. Y. İ. t., İstanbul, Türkiye, "Vakum ambalajda pişirilmiş (sous vide) balıkta kalite ve raf ömrünün belirlenmesi", 2009.

13. Stankov, S., Fidan, H., Rusev, R., Baeva, M. J. F. S., Biotechnology, A., "Low-temperature cooking method" sous vide" in the restaurant industry: A review", 3 1, 2020.
14. Kosewski, G., Górna, I., Bolesławska, I., Kowalówka, M., Więckowska, B., Główka, A. K., Morawska, A., Jakubowski, K., Dobrzyńska, M., Miszczuk, P. J. F. c., "Comparison of antioxidative properties of raw vegetables and thermally processed ones using the conventional and sous-vide methods", 240, 2018.
15. Baldwin, D. E. J. I. J. o. G. , Science, F., "Sous vide cooking: A review", 1 1, 2012.
16. Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A. I., Ruiz, J. J. M. s., "Effect of different temperature–time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins", 93 3, 2013.
17. Christensen, L., Ertbjerg, P., Aaslyng, M. D., Christensen, M. J. M. s., "Effect of prolonged heat treatment from 48 C to 63 C on toughness, cooking loss and color of pork", 88 2, 2011.
18. Kaya, A., "Misafirperverlik endüstrisinde temel mutfak bilgisi. " Misafirperverlik endüstrisinde temel mutfak bilgisi. *Güneş Ofset*, 2000.
19. Demircigil, G. Ç. J. G., "Kızartma işlemi ile ilgili toksik bileşiklerin oluşumu, filtrasyon yöntemleri ve yasal düzenlemeler", 36 2, 2011.
20. Burdurlu, H. S. , Karadeniz, F. J. G., "Gıdalarda maillard reaksiyonu", 27 2, 2002.
21. Babür, T. E., Gürbüz, Ü. J. J. o. T., Studies, G., "Geleneksel pişirme yöntemlerinin et kalitesine etkileri", 3 4, 2015.
22. Mol, S. , Özturan, S. J. J. o. F. c., "Sous-vide teknolojisi ve su ürünlerindeki uygulamalar", 3 1, 2009.
23. Costa, A., "Collaborative product innovation in the food service industry. Do too many cooks really spoil the broth?, in Open Innovation in the Food and Beverage Industry", *Collaborative product innovation in the food service industry. Do too many cooks really spoil the broth?*, Elsevier. s. 154-173, 2013.
24. Del Pulgar, J. S., Gázquez, A., Ruiz-Carrascal, J. J. M. S., "Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time", 90 3, 2012.

25. Yıkılmış, S., Aksu, H., Çöl, B. G., Demirçakmak, İ. L., "Evaluation of Sous-Vide Technology in Gastronomy", 2018.
26. Church, I. J., Parsons, A. L. J. I. j. o. f. s., technology, "The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook–chill and sous vide methods", 35 2, 2000.
27. Mol, S., Ozturan, S., Cosansu, S. J. J. o. F. P., Preservation, "Determination of the quality and shelf life of sous vide packaged whiting (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordman, 1840) stored at cold (4C) and temperature abuse (12C)", 36 6, 2012.
28. Creed, P. G. J. I. F. S. , Technologies, E., "The potential of foodservice systems for satisfying consumer needs", 2 3, 2001.
29. YILDIZ, M., YILMAZ, M. J. J. o. T., Studies, G., "Türkçe Alanyazında Sous Vide Yöntemi (Sous Vide Technique in Turkish Literature)", 8 3, 2020.
30. Aucoin, E. J., "Nutritional and quality changes in a sous vide product pasteurized at various temperatures", *Memorial University of Newfoundland* 1997.
31. Yılmaz, H. , Bilici, S. J. G., "Toplu Beslenme Hizmetlerinde Alternatif Pişirme Yöntemi:" Sous Vide"", 40 3, 2014.
32. Venugopal, V., "Seafood processing: adding value through quick freezing, retortable packaging and cook-chilling. " Seafood processing: adding value through quick freezing, retortable packaging and cook-chilling. *CRC press*, 2005.
33. Betts, G. , Gaze, J. J. F. c., "Growth and heat resistance of psychrotrophic *Clostridium botulinum* in relation to ‘sous vide’products", 6 1, 1995.
34. Gould, G. *Conclusions of the ECFE botulinum working party. in Proceedings of the Second European Symposium on Sous Vide.* 1996. Alma Sous vide Competence Centre/Katholieke Universiteit Leuven.
35. Ghazala, S., "Sous vide and cook-chill processing for the food industry. " Sous vide and cook-chill processing for the food industry. *Aspen Publishers*, 1998.
36. Gormley, T. R., "Chilled foods: the state of the art", 1990.
37. Çelik, U., ÇAKLI, Ş., Taşkaya, L. J. S. Ü. D., "Bir Süpermarkette Tüketime Sunulan Dondurulmuş Su Ürünlerinin Biyokimyasal Kompozisyonu, Fiziksel ve Kimyasal Kalite Kontrolü", 19 1, 2002.

38. Santiago, R. C., Moreira-Araújo, R. d. R., e Silva, M. P., Arêas, J. J. I. F. S., Technologies, E., "The potential of extruded chickpea, corn and bovine lung for malnutrition programs", 2 3, 2001.
39. Yan, W., "Sous vide lamb shank modelling and process improvement", *Auckland University of Technology* 2011.
40. De Baerdemaeker, J. , Nicolăi, B. J. F. C., "Equipment considerations for sous vide cooking", 6 4, 1995.
41. Keller, T., Benno, J., Lee, C., Rouxel, S., *Under pressure: Cooking Sous Vide. New York: Artisan.* 2008, Workman Publishing Company.
42. Armstrong, G. A., McIlveen, H. J. F. Q., Preference, "Effects of prolonged storage on the sensory quality and consumer acceptance of sous vide meat-based recipe dishes", 11 5, 2000.
43. Creed, P. G. J. S. V. , Industry, C. C. P. f. t. F., "Sensory and nutritional aspects of sous vide processed foods", 1998.
44. Wan, J., Cao, A., Cai, L. J. I. J. o. G., Science, F., "Effects of vacuum or sous-vide cooking methods on the quality of largemouth bass (*Micropterus salmoides*)", 18, 2019.
45. Ruiz-Carrascal, J., Roldan, M., Refolio, F., Perez-Palacios, T., Antequera, T. J. I. J. o. G., Science, F., "Sous-vide cooking of meat: A Maillarized approach", 16, 2019.
46. Topal, Ş., Pala, M., Saygi, B. J. G., "Sous vide teknolojisinin geleneksel yemeklerimize uygulanması", 21 2, 1996.
47. Rinaldi, M., Dall'Asta, C., Paciulli, M., Cirlini, M., Manzi, C., Chiavaro, E. J. F., technology, b., "A novel time/temperature approach to sous vide cooking of beef muscle", 7 10, 2014.
48. Tornberg, E. J. M. s., "Effects of heat on meat proteins–Implications on structure and quality of meat products", 70 3, 2005.
49. Powell, T., Dikeman, M., Hunt, M. J. M. S., "Tenderness and collagen composition of beef semitendinosus roasts cooked by conventional convective cooking and modeled, multi-stage, convective cooking", 55 4, 2000.
50. Mortensen, L. M., Frøst, M. B., Skibsted, L. H., Risbo, J. J. J. o. C. S., Technology, "Effect of time and temperature on sensory properties in low-temperature long-time sous-vide cooking of beef", 10 1, 2012.

51. Oz, F., Zikirov, E. J. L.-F. S., Technology, "The effects of sous-vide cooking method on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chops", 64 1, 2015.
52. Vaudagna, S. R., Sánchez, G., Neira, M. S., Insani, E. M., Picallo, A. B., Gallinger, M. M., Lasta, J. A. J. I. j. o. f. s., technology, "Sous vide cooked beef muscles: effects of low temperature–long time (LT–LT) treatments on their quality characteristics and storage stability", 37 4, 2002.
53. Lassen, A., Kall, M., Hansen, K., Ovesen, L. J. E. F. R., Technology, "A comparison of the retention of vitamins B1, B2 and B6, and cooking yield in pork loin with conventional and enhanced meal-service systems", 215 3, 2002.
54. Ghazala, S., Aucoin, J., Alkanani, T. J. J. o. F. S., "Pasteurization effect on fatty acid stability in a sous vide product containing seal meat (*Phoca groenlandica*)", 61 3, 1996.
55. Gürbüz, Ü. J. S. Ü. B., Konya, "Mezbaha bilgisi ve pratik et muayenesi", 2009.
56. Suman, S. P., Joseph, P. J. A. r. o. f. s., technology, "Myoglobin chemistry and meat color", 4, 2013.
57. Davey, C. L., Gilbert, K. V. J. J. o. t. S. o. F., Agriculture, "Temperature-dependent cooking toughness in beef", 25 8, 1974.
58. Renner, M. J. I. J. o. F. S., Technology, "Factors involved in the discoloration of beef meat", 25 6, 1990.
59. NISHIMURA, K., MIYAMOTO, Y., HIGASA, T. J. J. o. H. E. o. J., "Tenderer chicken breasts vacuum-cooked at 75° C", 55 8, 2004.
60. Díaz, P., Nieto, G., Garrido, M. D., Bañón, S. J. M. S., "Microbial, physical–chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous vide method", 80 2, 2008.
61. García-Segovia, P., Andrés-Bello, A., Martínez-Monzó, J. J. J. o. F. E., "Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*)", 80 3, 2007.
62. Jang, J. D., Lee, D. S. J. F. C., "Development of a sous-vide packaging process for Korean seasoned beef", 16 3, 2005.
63. Mol, S., Ozturan, S., Cosansu, S. J. J. o. F. Q., "Determination of the quality and shelf life of sous vide packaged bonito (*Sarda sarda*, bloch, 1793) stored at 4 and 12C", 35 2, 2012.

64. Mason, L., Church, I., Ledward, D., Parsons, A. J. I. j. o. f. s., technology, "The sensory quality of foods produced by conventional and enhanced cook-chill methods", 25 3, 1990.
65. Juneja, V. K. , Marmer, B. S. J. I. J. o. F. M., "Growth of *Clostridium perfringens* from spore inocula in sous-vide turkey products", 32 1-2, 1996.
66. Jang, J. D., Seo, G. H., Lyu, E. S., Yam, K. L., Lee, D. S. J. F. c., "Hurdle effect of vinegar and sake on Korean seasoned beef preserved by sous vide packaging", 17 3, 2006.
67. Aran, N. J. I. J. o. F. M., "The effect of calcium and sodium lactates on growth from spores of *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* in a 'sous-vide' beef goulash under temperature abuse", 63 1-2, 2001.
68. Białek, M., Czauderna, M., Białek, A. J. J. o. A., Sciences, F., "Conjugated linolenic acid (CLnA) isomers as new bioactive lipid compounds in ruminant-derived food products. A review", 26 1, 2017.
69. Yang, B., Chen, H., Stanton, C., Ross, R. P., Zhang, H., Chen, Y. Q., Chen, W. J. J. o. F. F., "Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease", 15, 2015.
70. Kennedy, A., Martinez, K., Schmidt, S., Mandrup, S., LaPoint, K., McIntosh, M. J. T. J. o. n. b., "Antiobesity mechanisms of action of conjugated linoleic acid", 21 3, 2010.
71. Pariza, M. W., Park, Y., Cook, M. E. J. P. i. l. r., "The biologically active isomers of conjugated linoleic acid", 40 4, 2001.
72. Aydın, R. , Özsan, E. J. I. U. H. B. K., "Konjuge linoleik asitte (cla) son gelişmeler", 2003.
73. Bell, J. , Kennelly, J. J. A. D. T., "Conjugated linoleic acid enriched milk: a designer milk with potential", 13, 2001.
74. Yurawecz, M., Kramer, J., Dugan, M., Sehat, N., Mossoba, M., Yin, J., Ku, Y. J. Y., MP, Mossoba, M., Kramer, J., Pariza, M., "Incorporation of conjugated fatty acid into biological matrices", 1999.
75. Schmid, A., Collomb, M., Sieber, R., Bee, G. J. M. S., "Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review", 73 1, 2006.
76. Scientific, C. J. F. s. f. A. l.-r. V. A. A. C., "Industrial Research Organization–CSIRO", 1990.

77. Bessa, R. J. B., Santos-Silva, J., Ribeiro, J., Portugal, A. V. J. L. p. s., "Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers", 63 3, 2000.
78. Chin, S., Liu, W., Storkson, J., Ha, Y., Pariza, M. J. J. o. f. c., analysis, "Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens", 5 3, 1992.
79. Aydin, R. J. T. J. o. V. , Sciences, A., "Conjugated linoleic acid: chemical structure, sources and biological properties", 29 2, 2005.
80. İNANÇ, N. J. S. B. D., "Konjuge linoleik asit: obezitede etkileri", 15 2, 2006.
81. Turhaner, K. , Özdoğan, Ö. J. H. H. D., "Konjuge linoleik asitlerin hayvan beslemedeki yeri", 22 263, 2007.
82. Chamruspollert, M. , Sell, J. J. P. S., "Transfer of dietary conjugated linoleic acid to egg yolks of chickens", 78 8, 1999.
83. Çelebi, Ş. , Kaya, A. J. H. Ü., "Konjuge linoleik asitin biyolojik özellikleri ve hayvansal ürünlerde miktarını artırmaya yönelik bazı çalışmalar", 49 1, 2008.
84. Huang, Y., Yanagita, T., Nagao, K., Koba, K. J. F. S., DEKKER-, T.-N. Y.-M., "Biological effects of conjugated linoleic acid", 170, 2008.
85. Moon, H.-S. J. C.-b. i., "Biological effects of conjugated linoleic acid on obesity-related cancers", 224, 2014.
86. Muller, L. , Delahoy, J., *Conjugated linoleic acid implications for animal production and human health. Dairy and Animal Science, DAS 04-88.* 2005.
87. Mądry, E., Malesza, I. J., Subramaniapillai, M., Czochralska-Duszyńska, A., Walkowiak, M., Miśkiewicz-Chotnicka, A., Walkowiak, J., Lisowska, A. J. N., "Body Fat Changes and Liver Safety in Obese and Overweight Women Supplemented with Conjugated Linoleic Acid: A 12-Week Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial", 12 6, 2020.
88. Virsangbhai, C. K., Goyal, A., Tanwar, B., Sihag, M. K. J. e. J. o. n., safety, f., "Potential health benefits of conjugated linoleic acid: An important functional dairy ingredient", 2019.
89. Fagali, N. , Catalá, A. J. B. C., "Antioxidant activity of conjugated linoleic acid isomers, linoleic acid and its methyl ester determined by photoemission and DPPH techniques", 137 1, 2008.

90. Ha, Y. L., Storkson, J., Pariza, M. W. J. C. R., "Inhibition of benzo (a) pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid", 50 4, 1990.
91. Dilzer, A., Park, Y. J. C. r. i. f. s., nutrition, "Implication of conjugated linoleic acid (CLA) in human health", 52 6, 2012.
92. Tanaka, K. J. A. S. J., "Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions", 76 4, 2005.
93. Risérus, U., Basu, S., Jovinge, S., Fredrikson, G. N., Ärnlov, J., Vessby, B. J. C., "Supplementation with conjugated linoleic acid causes isomer-dependent oxidative stress and elevated C-reactive protein: a potential link to fatty acid-induced insulin resistance", 106 15, 2002.
94. Benito, P., Nelson, G., Kelley, D., Bartolini, G., Schmidt, P., Simon, V. J. L., "The effect of conjugated linoleic acid on plasma lipoproteins and tissue fatty acid composition in humans", 36 3, 2001.
95. Baublits, R., Pohlman, F., Brown Jr, A., Johnson, Z., Proctor, A., Sawyer, J., Dias-Morse, P., Galloway, D. J. M. s., "Injection of conjugated linoleic acid into beef strip loins", 75 1, 2007.
96. Mir, P. S., McAllister, T. A., Scott, S., Aalhus, J., Baron, V., McCartney, D., Charmley, E., Goonewardene, L., Basarab, J., Okine, E. J. T. A. J. o. C. N., "Conjugated linoleic acid-enriched beef production", 79 6, 2004.
97. Serra, A., Mele, M., La Comba, F., Conte, G., Buccioni, A., Secchiari, P. J. M. S., "Conjugated Linoleic Acid (CLA) content of meat from three muscles of Massese suckling lambs slaughtered at different weights", 81 2, 2009.
98. Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N. D., Wood, J., Nute, G., Richardson, R. I. J. L. P. S., "Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds", 94 1-2, 2005.
99. Sarriés, M., Murray, B., Moloney, A., Troy, D., Beriain, M. J. M. S., "The effect of cooking on the fatty acid composition of longissimus muscle from beef heifers fed rations designed to increase the concentration of conjugated linoleic acid in tissue", 81 2, 2009.

100. Mir, Z., Rushfeldt, M., Mir, P., Paterson, L., Weselake, R. J. S. R. R., "Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lamb tissues", 36 1, 2000.
101. Demirel, G., Wachira, A., Sinclair, L., Wilkinson, R., Wood, J., Enser, M. J. B. J. o. N., "Effects of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids, breed and dietary vitamin E on the fatty acids of lamb muscle, liver and adipose tissue", 91 4, 2004.
102. García-Martínez, M., Márquez-Ruiz, G., Fontecha, J., Gordon, M. J. F. C., "Volatile oxidation compounds in a conjugated linoleic acid-rich oil", 113 4, 2009.
103. Yurawecz, M., Delmonte, P., Vogel, T., Kramer, J., "Oxidation of conjugated linoleic acid: initiators and simultaneous reactions: theory and practice", *Advances in conjugated linoleic acid research*. 2, 2003.
104. Suzuki, R., Nakano, K., Kobayashi, M., Miyashita, K., "Oxidative stability of conjugated polyunsaturated fatty acids and their esters in bulk phase", *Journal of Oleo Science*. 50 6, 2001.
105. Yang, L., Leung, L. K., Huang, Y., Chen, Z.-Y., "Oxidative stability of conjugated linoleic acid isomers", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48 8, 2000.
106. Yurawecz, M. P., Hood, J. K., Mossoba, M. M., Roach, J. A., Ku, Y., "Furan fatty acids determined as oxidation products of conjugated octadecadienoic acid", *Lipids*. 30 7, 1995.
107. Giua, L., Blasi, F., Simonetti, M., Cossignani, L., "Oxidative modifications of conjugated and unconjugated linoleic acid during heating", *Food Chem*. 140 4, 2013.
108. Chen, J., Tai, C.-Y., Chen, Y., Chen, B., "Effects of conjugated linoleic acid on the degradation and oxidation stability of model lipids during heating and illumination", *Food Chem*. 72 2, 2001.
109. Luna, P., Juárez, M., de la Fuente, M. A., "Fatty acid and conjugated linoleic acid isomer profiles in human milk fat", *Eur J Lipid Sci Tech*. 109 12, 2007.
110. Ojanguren, A., Ayo, J., "Mathematical modelling to predict oxidative behaviour of conjugated linoleic acid in the food processing industry", *Foods*. 2 2, 2013.

111. Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaïdis, I., Kontominas, M. J. F. m., "Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4 C", 24 6, 2007.
112. Chemists, A. o. O. A. , Horwitz, W., "Official methods of analysis. " Official methods of analysis. *Association of Official Analytical Chemists Washington, DC*, 1975.
113. Official, A. J. A. I., Maryland, USA, "Methods of analysis of AOAC International", 2005.
114. AOAC, "Official Methods of Analysis 19 ed". Official Methods of Analysis *Association of Official Analytical Chemists Washington, DC*, 2010.
115. Özer, C. O., Kılıç, B., Kılıç, G. B. J. M. s., "In-vitro microbial production of conjugated linoleic acid by probiotic *L. plantarum* strains: Utilization as a functional starter culture in sucuk fermentation", 114, 2016.
116. Kilic, B. , Richards, M. J. J. o. F. S., "Lipid oxidation in poultry döner kebab: Pro-oxidative and anti-oxidative factors", 68 2, 2003.
117. Juárez, M., Failla, S., Ficco, A., Peña, F., Avilés, C., Polvillo, O. J. F., Processing, B., "Buffalo meat composition as affected by different cooking methods", 88 2-3, 2010.
118. Serrano, A., Librelotto, J., Cofrades, S., Sánchez-Muniz, F., Jiménez-Colmenero, F. J. M. s., "Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks containing walnuts as affected by cooking method", 77 3, 2007.
119. Weber, J., Bochi, V. C., Ribeiro, C. P., Victório, A. d. M., Emanuelli, T. J. F. C., "Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets", 106 1, 2008.
120. Alfaia, C. M., Alves, S. P., Lopes, A. F., Fernandes, M. J., Costa, A. S., Fontes, C. M., Castro, M. L., Bessa, R. J., Prates, J. A. J. M. S., "Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat", 84 4, 2010.
121. Chen, C., Pearson, A., Gray, J., Fooladi, M., Ku, P. J. J. o. F. S., "Some factors influencing the nonheme iron content of meat and its implications in oxidation", 49 2, 1984.

122. Min, B., Ahn, D. J. F. S., *Biotechnology*, "Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products-A review", 14 1, 2005.
123. Szerman, N., Gonzalez, C. B., Sancho, A. M., Grigioni, G., Carduza, F., Vaudagna, S. R. J. M. s., "Effect of the addition of conventional additives and whey proteins concentrates on technological parameters, physicochemical properties, microstructure and sensory attributes of sous vide cooked beef muscles", 90 3, 2012.
124. Ferioli, F., Caboni, M. F., Dutta, P. C. J. M. s., "Evaluation of cholesterol and lipid oxidation in raw and cooked minced beef stored under oxygen-enriched atmosphere", 80 3, 2008.
125. Meinert, L., Andersen, L. T., Bredie, W. L., Bjerregaard, C., Aaslyng, M. D. J. M. S., "Chemical and sensory characterisation of pan-fried pork flavour: Interactions between raw meat quality, ageing and frying temperature", 75 2, 2007.
126. Hur, S., Ye, B., Lee, J., Ha, Y., Park, G., Joo, S. J. M. S., "Effects of conjugated linoleic acid on color and lipid oxidation of beef patties during cold storage", 66 4, 2004.
127. Martin, D., Antequera, T., Muriel, E., Andres, A. I., Ruiz, J. J. F. C., "Oxidative changes of fresh loin from pig, caused by dietary conjugated linoleic acid and monounsaturated fatty acids, during refrigerated storage", 111 3, 2008.
128. Yurawecz, M. P., Hood, J. K., Mossoba, M. M., Roach, J. A., Ku, Y. J. L., "Furan fatty acids determined as oxidation products of conjugated octadecadienoic acid", 30 7, 1995.
129. Kaya, M. J. A. Ü., Erzurum, "Et teknolojisi ders notu", 2013.
130. Girard, P. J. T. o. m. , France, m. p., "Cooking", 1992.
131. Kowale, B. N., Rao, V. K., Babu, N. P., Sharma, N., Bisht, G. S. J. M. S., "Lipid oxidation and cholesterol oxidation in mutton during cooking and storage", 43 2, 1996.
132. Rao, V. K., Kowale, B., Babu, N., Bisht, G. J. M. s., "Effect of cooking and storage on lipid oxidation and development of cholesterol oxidation products in water buffalo meat", 43 2, 1996.
133. Turhan, S., Temiz, H., Sagir, I. J. J. o. M. F., "Utilization of wet okara in low-fat beef patties", 18 2, 2007.

134. El Sherif, S., Ibrahim, S., Abou-Taleb, M. J. E. J. o. A. R., "Relationship between frozen pre-storage period on raw Tilapia and Mullet fish and quality criteria of its cooked products", 37 2, 2011.
135. Zikirov, E., "Sous vide pişirme yönteminin sığır etinde heterosiklik aromatik amin oluşumunu ve bazı kalitatif kriterler üzerine etkileri", *Master Thesis. Atatürk Üniv. Erzurum, Türkiye* 2014.
136. O'Grady, M., Monahan, F., Bailey, J., Allen, P., Buckley, D., Keane, M. J. M. S., "Colour-stabilising effect of muscle vitamin E in minced beef stored in high oxygen packs", 50 1, 1998.
137. Renerre, M., Dumont, F., Gatellier, P. J. M. S., "Antioxidant enzyme activities in beef in relation to oxidation of lipid and myoglobin", 43 2, 1996.
138. Aberle, E., Forrest, J., Gerrard, D., Mills, E., Hedrick, H., Judge, M. J. P. o. m. s., "Structure and composition of animal tissues", 2001.
139. Rees, M. P., Trout, G. R., Warner, R. D. J. M. S., "The influence of the rate of pH decline on the rate of ageing for pork. I: interaction with method of suspension", 65 2, 2003.
140. Laycock, L., Piyasena, P., Mittal, G. J. M. S., "Radio frequency cooking of ground, comminuted and muscle meat products", 65 3, 2003.
141. Bosco, A. D., Castellini, C., Bernardini, M. J. J. o. f. s., "Nutritional quality of rabbit meat as affected by cooking procedure and dietary vitamin E", 66 7, 2001.
142. García, M. L., Calvo, M. M., Selgas, M. D. J. M. s., "Beef hamburgers enriched in lycopene using dry tomato peel as an ingredient", 83 1, 2009.
143. Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. J. F. C., "Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages", 21 4, 2010.
144. Akamittath, J., Brekke, C., Schanus, E. J. J. o. F. S., "Lipid oxidation and color stability in restructured meat systems during frozen storage", 55 6, 1990.
145. Crews, C., Roberts, D., Lauryssen, S., Kramer, G. J. F. A., B, C. P., "Survey of furan in foods and coffees from five European Union countries", 2 2, 2009.
146. Serdaroğlu, M. , Değirmencioğlu, Ö. J. M. S., "Effects of fat level (5%, 10%, 20%) and corn flour (0%, 2%, 4%) on some properties of Turkish type meatballs (koefte)", 68 2, 2004.

147. Shahiri Tabarestani, H., Mazaheri Tehrani, M. J. J. o. F. P., Preservation, "Optimization of physicochemical properties of low-fat hamburger formulation using blend of soy flour, split-pea flour and wheat starch as part of fat replacer system", 38 1, 2014.
148. ERTAŞ, N. , DOĞRUER, Y. J. E. Ü. V. F. D., "Besinlerde tekstür", 7 1, 2010.
149. Haskaraca, G. , Kolsarici, N. J. A. G., "Sous Vide Pişirme ve Et Teknolojisinde Uygulama Olanakları", 11 2, 2013.
150. Bejerholm, C., Aaslyng, M. D. J. F. q., preference, "The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork— Depending on the raw meat quality", 15 1, 2004.