T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEŞİTLİ ET ÜRÜNLERİNDE ÜRETİM AŞAMALARININ YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİ VE YAĞ OKSİDASYONU ÜZERİNE ETKİSİ

İsmail Erim KÖSEOĞLU

DOKTORA TEZİ

BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof.Dr. Suzan YALÇIN

KONYA/2014

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEŞİTLİ ET ÜRÜNLERİNDE ÜRETİM AŞAMALARININ YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİ VE YAĞ OKSİDASYONU ÜZERİNE ETKİSİ

İsmail Erim KÖSEOĞLU

DOKTORA TEZİ

BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof.Dr. Suzan YALÇIN

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP) tarafından 09102045 proje numarası ile desteklenmiştir.

i. İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGELER VE KISALTMALAR iii

1.GİRİŞ 1

1.1. Et 2

1.2. Yağlar 2

1.2.1. Yağ Asitleri 3

1.2.2. Ransidite (Yağlarda Bozulma) 5

1.3. Et Ürünleri 15

1.3.1. Sucuk 16

1.3.2. Salam 21

1.3.3. Pastırma 25

1.3.4. Kavurma 29

2. GEREÇ ve YÖNTEM 36

2.1. Materyal 36

2.1.1. Hammaddenin Temin Edilmesi 36

2.1.2. Katkı Maddelerinin Temin Edilmesi 36

2.2. Metot 36

2.2.1. Deneysel Et Ürünlerinin Üretilmesi 36

2.2.2. Numunelerin Temin Edilmesi 39

2.2.3. Kimyasal Analizler 46

2.2.4. İstatistik Analizler 48

3. BULGULAR 49

3.1. Sucuk Üretim Aşamalarında Yağ Asidi Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler 49

3.2. Salam Üretim Aşamalarında Yağ Asidi Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler 55

3.3. Pastırma Üretim Aşamalarında Yağ Asidi Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler 59

3.4. Kavurma Üretim Aşamalarında Yağ Asidi Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler 63

4. TARTIŞMA 66

4.1. Sucuk Üretim Aşamalarında Yağ Asidi Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler 66
4.2. Salam Üretim Aşamalarında Yağ Asidi Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler 70
4.3. Pastırma Üretim Aşamalarında Yağ Asidi Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler 71
4.4. Kavurma Üretim Aşamalarında Yağ Asidi Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler 72
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....75
6. ÖZET.....76
7. SUMMARY 77
8. KAYNAKLAR 78
9. ÖZGEÇMİŞ 87

ii. SİMGELER VE KISALTMALAR

AOCS : American Oil Chemists Society

atm : Atmosfer

ATP : Adenozin trifosfat

a_w : Su aktivitesi

BF_3 : Bor triflorür

BHT : Butylated hydroxy toluen

C : Karbon

CA : Karregenan

CH : Kitosan

cm : Santimetre

COOH : Karbonil

CO_2 : Karbondioksit

DFD : Koyu sert kuru

DG : Digliserit

dk : Dakika

Eh : Redoks potansiyeli

F : Faktör

Fe : Demir

FFA : Serbest yağ asidi

H : Hidrojen

KI : Potasyum İyodür

kj : Kilojul

KOH : Potasyum Hidroksit

MA : Malonaldehit

mEq : Miliequivalent, milieşdeğer

mg : Miligram

Mn : Manganez

mm : Milimetre

MUFA : Tekli doymamış yağ asidi

μm : Mikrometre

N : Normalite

N_2 : Azot gazı

NaCl : Sodyum klorür

NKT : Nitritli kürleme tuzları

nm : Nanometre

$NaNO_2$: Sodyum nitrit

Na_2SO_4 : Sodyum sülfat

NaS_2O_3 : Sodyum tiyosülfat

OH : Hidroksi

Örn : Örnek

p : İstatiksel Anlamlılık

PD : Peroksit Değeri

PL : Fosfolipit

PUFA : Çoklu doymamış yağ asidi

Se : Selenyum

SFA : Doymuş yağ asidi

SP : Soya proteini

TG : Trigliserit

TS : Türk Standartları

TSE : Türk Standartları Enstitüsü

UFA : Doymamış yağ asidi

TBA : Tiyobarbütirik Asit

USA : Amerika Birleşik Devletleri

V : Hacim

WG : Buğday gluteni

1. GİRİŞ

Hayvansal kaynaklı gıdalar, büyümek ve hayati fonksiyonları yerine getirmek için gerekli makro ve mikro besin maddelerini yeterli ve dengeli oranda içermektedir. Bu besin maddeleri beslenmede olduğu kadar hayvansal kaynaklı gıdaların duyusal özellikleri üzerinde de (örn., yapı, lezzet) oldukça önemli etkilere sahiptir. Özellikle yağlar, et ve et ürünlerinde içermiş oldukları eksojen yağ asitleri ve yağda çözünen vitaminlerin taşınması bakımından beslenme üzerinde oldukça etkilidir. Bunun yanı sıra lezzet oluşumunda da önemli rol oynarlar (Arslan 2002). Çünkü etin olgunlaşması sırasında birçok aroma maddesinin çözünmesinde etkilidir. Buna karşın yapılarında meydana gelen hidrolizasyon ve oksidasyon reaksiyonları sonucunda açığa çıkan bazı ürünlerde (örn., uçucu yağ asitleri, aldehitler, epoksitler) lezzet bozukluklarına sebep olurlar. Yağların oksidasyonu, et ve et ürünlerinde bozulmalara neden olan en önemli faktörlerden biridir. Kalitedeki bozulmalar tat, doku, toksik maddelerin oluşumuyla besleyici değerlerdeki değişimler olarak kendini gösterebilir (Konyalıoğlu 2001).

Günümüze kadar birçok besin maddelerinde olduğu gibi et ve et ürünlerinin de genellikle mikrobiyolojik kalitesi incelenmiştir. Besinlerde mikroorganizmaların sebep olduğu bozulma ve patojenik etkinin eşdeğeri yağlarda meydana gelen kimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşmaktadır. Bu reaksiyonlar et ve et ürünlerinin bozulmasına ve tüketicilerin özellikle kanserojenik etkilere maruz kalmasına yol açar.

Bu reaksiyonlar, oluşum sebepleri ve miktarları, Türkiye'nin geleneksel ve en fazla üretim-tüketimi olan sucuk, pastırma, kavurma ve salam gibi et ürünlerinde incelenerek alınması gereken tedbirler saptanmıştır. Bu projede deneysel olarak üretilen çeşitli et ürünlerinde, üretim aşamalarındaki uygulamaların, yağ asidi bileşimi üzerine etkisinin ve yağların oksidasyonu sonucunda oluşan ürünlerin (örn., preoksitler) miktarları belirlenmiştir. Bu bileşikler ürünü olumsuz olarak etkilediği gibi, aynı zamanda toksik ve kanserojenik etkilere de sahiptir.

Vücudun gıda bileşenlerine büyümek, gelişmek ve hayati fonksiyonlarını yerine getirmek için ihtiyacı vardır. Gıda maddelerinde gıda bileşenleri farklı miktarlarda bulunur (Demirci 2002). Gıdaların ihtiva ettiği karbonhidrat, yağ ve

proteinler, vücudun en önemli yapı taşı ve enerji kaynaklarıdır. Proteinler canlı yapısında ağırlıklı olarak doku ve hücrelerin yapı taşı olma işlevini üstlenirken aynı zamanda yaşam için gerekli olan enerjinin sağlanmasında da kullanılır.

1.1. Et

Genellikle yenilebilen tüm hayvansal dokulara et denilir. Bilimsel anlamda ise et, çoğunlukla kas doku olmak üzere, kan, epitel, kemik, sinir, yağ ve bağ dokuları yapısında bulunduran hayvansal bir gıda olarak tanımlanır (Judge ve ark 1989, Güner 1999).

Et; zengin bir protein kaynağı olmasının yanı sıra, esansiyel mineraller, iz elementler ve B grubu vitaminlerin kaynağı olarak günlük beslenme için de önemli bir yeri vardır (Buckley ve ark 1995). Etin kalitesi; hijyen (mikroorganizma yükü), pH, a_w, Eh gibi intrinsik faktörler, kiyasal yapısı, besleyici değeri, işleme teknolojisi ve renk, tat, su bağlama kapasitesi gibi fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır (Sahoo ve ark 1999).

Et ve et ürünlerinin kalite kriterlerinin birisi de yağ oksidasyonudur (Sahoo ve ark 1999). Etin işlenmesi, depolanması, sevkiyatı ve satışı sürecinde et ve et ürünlerinin yağ oksidasyonu ile tat değişimi önemli bir yer tutmaktadır (Buckley ve ark 1995, Sahoo ve ark 1999).

1.2. Yağlar

Yağlar, vücut için gerekli enerjinin sağlanmasının yanı sıra, yağda eriyen vitaminlerin taşınması ve emilimini de sağlar. Ayrıca yağlar, vücut tarafından sentezlenemeyen dışarıdan alınması zorunlu esansiyel yağ asitlerini ihtiva eder (Belitz ve Grosch 1999).

Yakın bir geçmişe kadar besin maddesi olarak kullanılan yağların tamamına yakın bir kısmının kimyasal yönden ester olarak tanımlanan değişik yapıdaki trigliseritlerin yalnızca fiziksel bir karışımı olmasından dolayı yağları oluşturan temel yapı taşlarının basit maddeler oldukları düşünülmekte iken (Belitz ve Grosch 1999), yağlar üzerine yapılan araştırmalar sonucunda yağların bu kadar basit yapıdaki bileşikler olmadığı anlaşılmıştır. Bir yandan yağların ana yapısındaki trigliseritleri oluşturan yağ asitlerinin çeşitliliği ve trigliserit molekülünde yerleşim yerleri

yönünden gösterdikleri farklılık, diğer taraftan yağın fiziksel niteliklerinde önemli değişiklere neden olan bu moleküllerdeki asit köklerinin yer değiştirebilmeleri, yağların kompleks yapılı bileşikler olduğunu ortaya koymuştur (Kayahan 1998).

1.2.1. Yağ Asitleri

Bir trigliseritte 3 farklı veya aynı yağ asidi bulunabilmektedir. Her gıdanın yağ asidi bileşimi farklı olup yağların tipik ve belirli yapısını oluşturur. Yağ asidi zincir uzunluğunun artması erime noktasını yükseltmekte, buna karşın çift bağ sayısının artması erime noktasını düşürmektedir. Dolayısıyla yağ asidi bileşimine bakılarak yağın katı, yarı katı veya sıvı olduğu anlaşılabilmektedir (Belitz ve Grosch 1999).

Yağ asitleri genellikle çift sayıda karbon atomu içeren düz zincirli ve değişik zincir uzunluğuna sahip monobazik organik asitlerdir**.** Yağ asitleri birinci karbon atomuna bir karboksil grubu (-COOH) bağlanmış karbon bileşikleridir. Bütün yağ asitleri bir ucunda bir metil grubu, uzun hidrokarbon zinciri ve diğer uçta bir karboksil grubu ihtiva etmektedir. Yağ asitlerinin uzun veya kısa zincirli olmaları içerdikleri karbon atomu sayılarına bağlı olup bu sayı 4 ile 26 arasında olabilir. Yağlarda ağırlıklı olarak bulunan yağ asitleri genellikle 16-18 karbon atomu içerirler. Karbon atomlarının tamamı hidrojen (H) atomları ile bağlanmışsa doymuş yağ asidi olarak isimlendirilir (örn., palmitik asit). Fakat karbon atomlarının arasında en az bir çift bağ varsa doymamış yağ asidi olarak isimlendirilir (örn., oleik asit). Karbon zincirinde birden fazla çift bağ bulunuyorsa çoklu doymamış yağ asidi olarak isimlendirilir (örn., linoleik asit) (Belitz ve Grosch 1999).

Bazı yağlar vücutta sentezlenemeyen, dışarıdan alınması zorunlu linoleik, linolenik ve araşidonik asit gibi esansiyel yağ asitlerini içermektedir. Bu yağ asitlerinin beslenme açısından değerleri daha yüksektir (Murray ve ark 1996, Chapman ve ark 2000). Bu nedenlerle besinlerle sağlanmaları gerekmektedir. Aksi halde vücut fonksiyonlarında bozukluklara hatta ölümlere sebep olabilmektedir (Dönmez ve Tatar 2001). Bu nedenle başta et ürünleri olmak üzere süt ve yumurta gibi hayvansal ürünlerden elde edilmiş ve n-3 yağ asitleriyle zenginleştirilmiş işlenmiş gıdaların üretim ve tüketimine olan eğilim gün geçtikçe artmaktadır (Simopoulos 1999).

Gıdalarda esansiyel yağ asitlerinin dışında yaklaşık 40 kadar yağ asidi mevcut olup bunlar metabolizma tarafından sentezlenebildiği için esansiyel yağ asidi sınıfına dahil edilmez. Prostaglandinin öncül maddesi olan C 18:2 linoleik asit yıllardır tek esansiyel yağ asidi olarak kabul edilmiştir. Ayrıca C 18:3 linolenik asidin de esansiyel olduğu düşünülmektedir. (Champe ve Harley 1997).

Büyükbaş ve küçükbaş kasaplık hayvanlara ait yağları meydana getiren yağ asitlerinden doymuş yağ asitlerinin oranı, doymamışlara göre daha fazladır (Öztürkcan 1996, Öztan 2003). Çizelge 1.2.1.1' de bazı besin maddelerindeki yağların içerdiği doymuş ve doymamış yağ asidi oranları görülmektedir (Demirci 2002, Tayar ve Korkmaz 2004).

Çizelge 1.2.1.1. Belli başlı yağların doymuş ve doymamış yağ asitleri oranları (%).

	Yağ Asitleri		
Yağ Çeşidi	Doymuş Yağ Asitleri	Doymamış Yağ Asitleri	
		Tekli	Çoklu
Et Yağı	27	57	11
Kuyruk Yağı	57	38	5
Tereyağı	65	31	4
Zeytin Yağı	14	77	9
Ayçiçek Yağı	11	25	64
Mısırözü Yağı	13	27	60
Margarin (Standart)	31	43	26

Bazı araştırıcıların sığır etlerinde belirledikleri yağ asitleri bileşimi Çizelge 1.2.1.2' de görülmektedir (Rule ve Beitz 1986, Li ve ark 1992, Rhee ve ark 1992, Enser ve ark 1998).

Çizelge 1.2.1.2. Sığır eti yağlarının yağ asidi bileşimleri (%).

	Yağsız et	Yağsız et	Longissimus dorsi	Longissimus dorsi
C10:0+C12:0	1,43	-	-	-
C14:0	1,20	2,56	2,13	5,05
C14:1	-	1,40	-	-
C15:0+C15:1	0,88	-	-	0,50
C16:0	15,41	21,40	26,50	31,35
C16:1	0,39	1,30	4,00	5,65
C17:0+C17:1	6,80	-	-	2,00
C18:0	14,49	15,90	16,77	14,95
C18:1	41,66	39,30	39,00	28,00
C18:2	13,67	15,10	4,27	11,50
C18:3	-	-	1,43	1,20
C20:4	-	4,52	2,00	-
Diğer	-	-	3,20	-
SFA	35,76	39,36	46,50	53,80
MUFA	43,51	42,00	43,80	33,65
PUFA	13,65	19,62	7,80	12,70
Referanslar	Rhee ve ark 1992	Li ve ark 1992	Rule ve Beitz 1986	Enser ve ark 1998

1.2.2. Ransidite (Yağlarda Bozulma)

Sıcaklık, ışık ve neme maruz kalma ve demir ve bakır gibi metal iyonlarının etkisiyle, yağların kimyasal yapısında meydana gelen bozulmalar sonucunda tat ve kokusunda meydana gelen değişimlere acılaşma denir (Nizamlıoğlu 1998). Yağların bu bozulma mekanizması; enzimatik veya kimyasal yolla hidrolize veya okside olmaları şeklinde iki grupta incelenebilir (Erdoğan 2005).

Hidrolik ransidite

Hidroliz, nemli ve sıcak ortamda yağların ester bağlarında meydana gelir. Tepkimeler sırasında bu bağlardan her biri bir molekül su alır ve yapıyı oluşturan organik asitler ve alkoller serbest hale gelir. Serbest hale geçen yağ asitlerinin yağlarda tat değişikliğine neden olması için, içerdiği karbon atomu sayısının 16'dan daha düşük olması gerekmektedir. Diğer bir ifadeyle 16 karbondan daha az karbon atomu içeren yağ asitlerini ihtiva eden yağların hidrolizi sonucu kötü lezzet bileşikleri açığa çıkmakta, uzun zincirli yağ asitleri ihtiva eden yağların hidrolizi

sonucu yağların tadında bir değişikliğe neden olmamaktadır (Heimann 1980, Kayahan 1998).

Oksidatif ransidite

Yağların hidrolizi sonucu açığa çıkan yağ asitlerinden; oleik ve linoleik asit gibi doymamış yağ asitlerini fazlaca içeren yağlar, daha sonra oksidatif olayların meydana gelmesine sebep olurlar. Doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonu sonucunda yeni reaksiyon ürünleri (örn., hidroksit, peroksit) meydana gelir (Demirci 2001, Erdoğan 2005).

Yağların oksidasyonu sonucu meydana gelen tat ve koku bozukluğunun yanı sıra oksidasyon sırasında meydana gelen kolesterol oksidasyon ürünleri gibi kanserojenik etkili tepkime ürünleri de insan sağlığı açısından tehlike oluşturur (Kayahan 1998).

Yağların oksidasyonunda genellikle yapısında yer alan doymamışlık ve ortamdaki oksijen tepkimelerin başlamasına neden olan iki temel faktör olarak rol oynamaktadır. Yağlarda oluşan oksidatif tepkimeler, oluşum şekli ve koşullarına bağlı olarak kimyasal veya enzimatik olabildiği gibi otokatalitik, termik, oksipolimerizasyon yada bunların karışımı şeklinde ortaya çıkabilmektedir (Kayahan 1998).

Yağların oksidasyonu, çok sayıda ve birbiri içine girmiş karmaşık tepkimeleri kapsayan oldukça kompleks bir otooksidasyon mekanizması ile gerçekleşir. Yağların otooksidasyon hızı; kısmi oksijen basıncı, oksijenle temas ettiği yüzey genişliği, yağın bileşimindeki yağ asitlerinin çeşit ve miktarları, sıcaklık ve nem gibi depolama koşulları ve içerdikleri pro ve antioksidanların miktarlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Heimann 1980, Belitz ve ark 1999).

Yağ içeren gıdalarda ilk oksidasyon ürünleri, genellikle belirli bir depolama süresi geçtikten sonra ortaya çıkmaktadır. Oksidasyon tepkimelerinin hızlanması, spesifik bir evre olan indüksiyon periyodunun aşılmasından sonra gerçekleşmektedir. Bununla birlikte yapılarında prooksidan maddeleri içeren gıdalardaki yağlar, bir indüksiyon periyodu geçirmeksizin, doğrudan ve süratli bir oksidasyon tepkimesi gösterir (Kayahan 1998).

Aralarında bir çift bağ yer alan karbon atomlarındaki hidrojen atomları, bu karbon atomlarında komşu olan karbon atomlarına bağlı olanlardan daha stabil yapıdadır. Dolayısıyla allil (çift bağ içeren) gruba komşu olan karbon atomlarındaki labil (değişken) olan karbon atomları, ısı, ışık ve çok değerlikli metal iyonları gibi bir etkenle kolaylıkla zincirden koparak bağlı olduğu radikale aktivite kazandırır. Normal olarak bir metil grubundan ($-CH_3$) bir hidrojenin dissosiasyonu için molekül başına 422 kj'lük enerji gerekirken, bu değer zincirdeki diğer doymuş bağlarda ($-CH_2$) allil gruba komşu olan karbon atomundan ayrılacak hidrojen için 322 kj ve iki allil grup arasında kalan karbon atomundan ayrılacak hidrojen atomu için 272 kj' lük bir enerji olarak saptanmıştır. Bu veriler, doymuş yağ asitlerinin oda sıcaklığında oksidatif tepkimelere girmediğini ve doymamış yağ asitlerinin aynı koşullarda neden kolaylıkla okside olduklarını açıklamaktadır (Kayahan 1998).

Ortamdaki ısı, ışık gibi etkenlerden birinin bulunması halinde, doymamış yağ asitlerinde allil grubunun sağından yada solundan komşu olan karbon atomlarındaki hidrojenlerden biri iyonlaşacak ve ayrıldığı radikal aktivite kazanacaktır. Aktif radikallerin bu şekilde oluşumundan sonra oksidasyon tepkimesi, aktif radikallere oksijenin moleküler formda bağlanması ve aktif peroksit radikallerinin oluşması şeklinde devam eder. Daha sonraki aşamada ise, tepkimenin seyri otokatalitik bir karakter kazanır. Çünkü oluşan aktif peroksit radikalleri nötr duruma geçebilmek için, aynı zincir üzerindeki veya başka bir yağ asidi molekülünün zincirinden labil olan halojenlerden birini kendine çekerek bağlar ve dolayısıyla havadaki oksijenin moleküler halde ve peroksit formunda bağlanabileceği yeni bir aktif radikal meydana gelmiş olur. Ortamda demir veya bakır gibi çok değerlikli metal iyonların mevcudiyeti durumunda meydana gelen hidroperoksitler, bu metal iyonlarının değerliklerine göre indirgenme yada yükseltgenme tepkimelerine bağlı olarak kolaylıkla aktif oksit ve peroksit radikallerine dönüşürler (Miller 1998).

Otooksidasyon tepkimelerinin ilk kademe ürünleri olan hidroperoksitler, tatsız ve kokusuz maddeler olduklarından, yağların duyusal niteliklerini olumsuz etkilememektedirler. Hidroperoksitlerin parçalanıp ikinci kademe ürünleri olan aldehit ve ketonlar gibi aktif kokulu uçucu maddelerin oluşmasıyla duyusal nitelikleri de bozulmaktadır (Belitz ve ark 1999).

Bitkisel ve hayvansal yağlarda, trigliserit ve diğer yağlardaki doymamış yağ asitlerinin monohidroperoksitler düzeyine kadar oksidasyonunu katalize eden lipoksigenaz enzimi bulunmaktadır. Bu enzim, bazı doymamış yağ asitlerine spesifik olmaları nedeniyle, peroksit oluşturmada seçicilik göstermektedir. Yüksek sıcaklık derecelerine çok duyarlı olan bu enzim, 0-20 ^{o}C sıcaklıklarında oksidasyon tepkimelerini etkin bir şekilde katalize etmektedir (Kayahan 1998).

Yağlar 60 ^{o}C' nin üzerinde ısıtıldıklarında oksidatif tepkimelerin seçiciliği azalarak oluşan hidroperoksitler, hidroksi ve alkoksi radikallerine parçalanır. Oluşan yeni ürünler çok aktif maddeler olmaları nedeniyle, doymuş yağ asitlerinden bile H^{+} iyonu çekip kendilerine bağlayarak yeni aktif radikallerin oluşumuna neden olurlar. Ancak bu oluşumda otooksidasyonda olduğu gibi allil bağa yakınlık söz konusu olmadığından, meydana gelebilecek aktif radikallerin, dolayısıyla oluşacak oksidasyon ürünlerinin çeşitliliği de artmaktadır (Belitz ve ark 1999).

Et ve et yağlarında oksidasyon

Yağlar, et ve et ürünlerinin hem işlevsel hem de duyusal niteliklerinin belirlenmesinde en önemli bir yer tutmaktadır. Et ve et ürünlerinde yağların ve yağ asidinin bileşimi kalite niteliklerine etki etmektedir. Et ve et ürünlerinde meydana gelen yağ oksidasyonu, doymamış yağ asitlerinin bir kısmını etkileyerek lezzet bozukluklarına neden olan en önemli sebeplerden birisidir. Post mortem faktörler yağların oksidasyonunu etkileyebilir ve et ürünlerinde yağların peroksidasyonunu başlatarak raf ömrünü azaltabilir. Hayvansal dokularda yağ asitlerinin oksidasyonu kesim sonrası aniden başlamaktadır (Visessanguan ve ark 2004). Kesim sonrası biyokimyasal değişimler ile birlikte kasdaki prooksidatif faktör/antioksidatif kapasite dengesinin oksidasyon yönüne bozulması lipit peroksidasyonun başlamasına neden olmaktadır (Buckley ve ark 1995, Gray ve ark 1996, Dufrasne ve ark 2000). Etin işlenmesi süresince, meydana gelen lipolizis ve yağ oksidasyonu gibi yağ bileşimindeki değişiklikler, hem arzu edilmeyen duyusal bozukluklara hem de sağlığa zararlı bileşiklerin oluşumuna sebep olur. Lipolizis, serbest yağ asitlerinin otooksidasyon reaksiyonunda ilk adım olup, lipolizis sonucu serbest hale geçen yağ asitlerinin sekonder reaksiyonları ile et ürünlerinde tipik kötü lezzetten sorumlu aldehitler, ketonlar ve alkoller gibi oksidasyon ürünleri meydana gelir (Visessanguan ve ark 2004).

Yağların oksidasyonu, çiğ veya pişmiş et ürünlerinin oda ve buzdolabı sıcaklığında ve dondurulmuş şartlardaki bozulma derecesini, dolayısıyla etlerin kalitesini gösteren en önemli parametrelerden birisidir (Oruç ve ark 2005). Et ürünlerinde yağların hidrolizi ve oksidasyonu, hammaddeye, katkı maddelerine, sıcaklık, pH ve zaman gibi üretimdeki parametrelere bağlı olarak önemli farklılıklar gösterebilir (Visessanguan ve ark 2004).

Et yağ oksidasyonunun, subselüler membranların yapısında bulunan yüksek oranda doymamış fosfolipit fraksiyonunda oluştuğu bildirilmektedir (Gray ve Pearson 1987, Konyalıoğlu 2001). Etin kıyma haline getirilmesi ve pişirme esnasında kas membranlarının bütünlüğünün bozulduğu, bunun sonucunda da doymamış yağ asitleri ile prooksidanların temasını kolaylaştırarak serbest radikallerin oluşumunu ve oksidatif reaksiyonları hızlandırdığı bildirilmektedir (Asghar ve ark 1988, Dufrasne ve ark 2000). Etteki pigment oksidasyonu ile yağ oksidasyonu arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirlemekte olup bu ilişkinin mekanizması ise tam olarak bilinmemektedir (Liu ve ark 1995). Etin pişirilmesinin ardından muhafaza süresince et ve et suyunda arzu edilmeyen tat değişiklikleri meydana gelmektedir (Gray ve ark 1996, Jensen ve ark 1998).

Yağ oksidasyonunun primer başlangıç ürünleri olan hidroperoksitler kokusuzdurlar. Parçalanmalarının ardından oluşan hidrokarbonlar ve alkoller gibi ikincil ürünler ise tat bozukluklarına sebep olurlar (Gray ve ark 1996).

Kasların yapısında bulunan demir (Dunford 1987) ve hemoglobin, miyoglobin ve demir taşıyan enzimlerde bulunan demir (Buckley ve ark 1995) başta olmak üzere tüm metallerinin varlığında lipit oksidasyonun serbest oksijen radikallerinin oluşumunu kolaylaştırdığı bildirilmektedir (Halliwell ve Gutteridge 1986, Gutteridge ve ark 1990). Ayrıca metaller, hidroperoksitlerin kırılmasını katalize ederek de yağ oksidasyonun hızlı bir şekilde yayılmasına neden olurlar (Konyalıoğlu 2001).

Bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda, et ve et ürünlerinin lipit oksidasyonunu en aza indirmek için; nitrit (Morissey ve ark 1985), metal bağlayıcı ajanlar (Sato ve Hegarty 1971) ve sentetik antioksidanlar (Crackel ve ark 1988) gibi yağ oksidasyonunu önleyici antioksidanların kullanılması tavsiye edilmektedir

(Konyalıoğlu 2001). Son yıllarda gıdalara sentetik antioksidanların yerine, E vitamini, askorbik asit, β-karoten, glutatyon, karnozin, homokarnozin ve anserin gibi doğal olan antioksidanların kullanımına eğilim artmıştır (Burton ve ark 1985, Kohen ve ark 1988, Konyalıoğlu 2001).

TBA analizi, ette ve yağ içeren gıdalarda oksidatif acılaşmanın ölçümü için en uygun metot olup bu metotta çoklu doymamış yağ asitlerinin ikincil oksidasyon ürünü olarak ortama verilen malonaldehit ölçülmektedir. Acılaşmaya neden olan kısa karbon zincirli ürünlerin birikimine paralel olarak TBA sayısında (mg malonaldehit/kg) artış söz konusudur (Pikul ve ark 1984, Gökalp ve ark 2001). Kavurma Standardında (TS 978) kavurma yağında acılığı tespit etmek için Kreiss Testinin uygulanması öngörülmüştür. Ancak kalitatif bir yöntem olan Kreiss Testi bazen acılaşmamış yağda da pozitif sonuç verdiğinden hassas bir metot sayılmamaktadır. Bu nedenle acılaşma derecesinin belirlenmesinde TBA sayısının kullanılmasının daha uygun olduğu bildirilmiştir (Gomes ve ark 2003).

Yağlarda peroksit sayısı otooksidasyona uğrayan yağlarda bulunan aktif O_2 miktarının ölçülmesi ile belirlenir.

Mahgoup ve ark (2002) keçi karkasından elde edilen et ve yağ dokularının, derialtı ve böbrek yağlarının yağ asidi bileşimini incelemişlerdir. Kas dokusu içindeki yağların, yağ asidi bileşiminin büyük oranda (yaklaşık % 80) palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0) ve oleik asitten (C18:1) oluştuğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, total yağ asitlerinin yaklaşık % 31,6'sını 16 karbonlu yağ asitlerinin, % 58,5'ini 18 karbonlu yağ asitlerinin, % 1' ini temel yağ asitlerinden C20:2, C20:3, C20:4'ün oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Aynı araştırmada, keçi kas dokusu içindeki yağların yaklaşık % 51,3'ünün doymuş yağ asitlerinden, % 47,3'ünün doymamış yağ asitlerinden, doymamış yağ asitlerinin de % 5' inin çoklu doymamış, % 43,5'inin tekli doymamış yağ asitlerinden meydana geldiği belirlenmiştir. Araştırmada bunlara ilave olarak, böbrek yağlarının deri altı yağ dokusuna göre daha yüksek oranda palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0) ve daha düşük oranda oleik asit (C18:1) ihtiva ettiği ve böbrek yağlarındaki doymuş yağ asitlerinin doymamış yağ asitlerine oranının, deri altı yağlarına oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Wood ve ark (2003) domuz, sığır ve koyun etinin yağ asidi bileşiminin etin kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, çoklu doymamış yağ asitleri yüksek ve n-6 ve n-3 çoklu doymamış yağ asidi oranının 4' den yüksek olan et ürünlerin daha sağlıklı ve besleyici olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada, sığır etinde tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit (C18:1) yüzdesinin domuz ve koyun etine oranla yaklaşık % 4, koyun etinde doymuş yağ asitlerinden stearik asit yüzdesinin sığır ve domuz etine oranla yaklaşık % 5 daha yüksek olduğunu, buna karşın domuz etinde linoleik asit (C18:2) yüzdesinin sığır ve koyun etine oranla yaklaşık % 12 daha yüksek oranda (yaklaşık 7 kat) bulunduğu tespit edilmiştir. Aynı araştırmada n-6/n-3 oranları ise sığır, koyun ve domuz örneklerinin sırasıyla; 2,11; 1,32 ve 7,22 olarak tespit edilmiştir.

Ferreira ve ark (2000) hindi etinden üretilen köfte, hamburger köfte, dumanlanmış göğüs eti, jambon, dumanlanmış jambon, sosis gibi et ürünlerinin yağ asidi kompozisyonlarını ve bu yağ asitlerinin doymuş, tekli ve çoklu doymamış oranlarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, dumanlanmış et ürünlerinde çoklu doymamış yağ asidi oranının daha yüksek, sosis ve köfte numunelerinde ise çoklu doymamış yağ asidi oranlarının diğer et ürünlerine göre daha düşük fakat tekli doymamış yağ asidi oranlarının çok daha yüksek oranda olduğunu tespit etmişlerdir.

Baggio ve Bragagnolo (2006) köfte, hamburger köfte, sucuk ve sosis gibi et ürünlerinin işlenmesi süresince ısı uygulamasının yağ asidi bileşimi üzerine etkisini araştırılmışlar ve sadece çiğ ve pişirilmiş hamburger köftenin yağ asidi bileşimi arasında fark olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmada pişirilmiş hamburger köftenin toplam yağ bileşenlerinin de çiğ değerlerinden daha düşük olduğunu belirlenmiştir.

Yılmaz ve ark (2002) domates suyu ve daha düşük oranda oleik asit, daha yüksek oranda linoleik ve behenik asit içeren ayçiçeği yağı ilaveli sığır ve tavuk etlerinden yedi farklı formulasyonda ürettikleri sosisleri; bileşimsel, besleyicilik ve duyusal nitelikleri yönünden karşılaştırmışlardır. Yapılan araştırmada, elde edilen farklı yağ asidi bileşimine sahip son ürünlerden; sığır eti ve yağı miktarı düşürülerek yapılan sosislerde, buna paralel olarak stearik asit ve oleik asit yüzdesi de düşmekte olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, tavuk etinden üretilen sosislerin yağ asidi bileşiminin ise, sığır etinden üretilen sosislere göre daha düşük oranda stearik asit buna karşın daha yüksek oranda linoleik asit ihtiva ettiği belirlenmiştir.

Visessanguan ve ark (2004) sucuklarda fermentasyon aşamasında, yağ bileşimi ve yağ asidi bileşimindeki değişiklikleri araştırmışlardır. Yapılan analizler sonucunda, yağların % 75' inden fazlasını trigliseritlerin (TG) oluşturduğunu, bunu sırasıyla fosfolipitler (PL), iz miktarda digliseritler (DG) ve serbest yağ asitlerinin (FFA) izlediğini, fermentasyon süresince TG, DG ve PL değerlerinde azalma ve bunun neticesinde de FFA değerlerinde artma olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, bu durumun fermentasyon süresince yağlarda meydana gelen lipolizisin bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan araştırmada, fermentasyon süresince total yağ asitlerinde total ve nonpolar lipit fraksiyonlarının oluşumu şeklinde değişiklikler gözlemlenmiştir. Araştırmada polar ve nonpolar lipit fraksiyonlarından toplam yağ asitlerinin % 90' ını oluşturan; oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2) ve palmitik asit (C16:0) miktarlarında artma, buna karşılık fosfolipitlerin yağ asitlerinde azalma belirlenmiştir. Fermentasyon süresince, TBA değerleri düşerken peroksit değerlerinde artış görülmüştür. Fermentasyon süresince belirlenen oksidasyon reaksiyonlarına rağmen, duyusal niteliklerinden özellikle tat ve kokusunda değişmeler belirlenememiştir.

Meynier ve ark (1998) İtalya'da üretilen kuru fermente sucukların uçucu yağ asitlerini, yağ asitlerinde meydana gelen oksidasyon bileşiklerini ve oksidasyon sonucu meydana gelen tat ve aroma değişikliklerini araştırmışlar ve 80 numuneden 19' unda oksidasyon sonucu meydana gelen kötü koku bileşenlerini tespit etmişlerdir.

Oruç ve ark (2005) piliç etlerinde TBA düzeylerini ve tüketici sağlığı açısından oluşturabileceği riskleri belirlemek amacıyla inceledikleri 55 numunede TBA düzeylerini 0,007-0,850 μgMA/g aralıklarında belirlemişlerdir.

Rhee ve Myers (2003) keçi etinden yapılan et ürünlerinin 0, 3 ve 6 günlük donmuş muhafazasında yağ oksidasyonunu araştırmışlardır. Araştırmacılar, peroksit değerlerini (PV) hammaddede tespit edilen değerlere göre 3. günde yaklaşık % 250, 6. günde ise yaklaşık % 430 artış belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu artışa paralel olarak, hammaddedeki TBARs değerlerinin ise 3. günde yaklaşık % 3200, 6. günde ise yaklaşık % 4200 arttığını tespit etmişlerdir.

Bonoli ve ark (2008) çiğ et ve yemeğe hazır dondurulmuş tavuk köftelerinin üretim teknolojilerinin ürün kalitesi ve yağ asidi bileşimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, tavuk etinden iki farklı şekilde üretilen numunelerde, çiğ materyalde, üretim aşamasında ve son üründe yağlarda meydana gelen hidrolizi ve oksidasyonunu (peroksit değerleri) incelemişlerdir. Araştırmada üretim tekniklerinin ve üretim aşamalarının farklı sıralamalarda yapılmasının, özellikle lipit hidrolizi üzerine önemli ölçüde etki ettiği kaydedilmiştir.

Bonoli ve ark (2007) yemeğe hazır dondurulmuş tavuk köftelerinin kalite ve yağ asidi bileşimi üzerine yağ kaynaklı rasyonla beslemenin etkilerini araştırmışlardır. Yapılan araştırmada, hayvansal kaynaklı ve bitkisel kaynaklı yağlarla iki farklı rasyonla beslenen tavukların etlerinden üretilen yemeğe hazır dondurulmuş köftelerden oluşan iki grup arasında total ve serbest yağ asitleri, lipit hidrolizi ve oksidasyonu ve derecelerinde önemli ölçüde farklılıklar belirlenmiştir. Ayrıca her iki grupta köftelerin üretim aşaması olan kızartma işleminden sonra peroksit değerlerinde önemli ölçüde yükselme görülmüş ve et ürünlerinde ısı uygulamasının lipit oksidasyonu üzerine etkili olduğu belirlenmiştir.

Hoz ve ark (2004) keten tohumu ve zeytin yağı α-tokoferol ile zenginleştirilmiş farklı rasyonlarla gruplarda beslenen domuzların et ve yağlarından, çoklu doymamış yağ asitleri yüksek ve daha sağlıklı kuru fermente sucuklar elde etmişlerdir. Farklı rasyonlarla beslenen domuz etlerinden elde edilen kuru fermente sucukların; pH, rutubet, protein ve yağ oranları gibi kimyasal niteliklerinde ve tat, koku ve tekstür gibi duyusal niteliklerinde farklılıklar olmadığı, sadece keten tohumu ilaveli ve α-tokoferol ile desteklenmeyen grupta TBARs değerlerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Turp ve Serdaroğlu (2008) toplam yağın % 15, % 30 ve % 50'sinin fındık yağından oluştuğu farklı yağ içerikli fermente sucuk üretimiyle, tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve MUFA+PUFA/SFA (doymuş yağ asitleri) yüksek olan son ürün elde etmişlerdir. 12 günlük fermentasyon sonucunda peroksit değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu, ancak farklı oranlarda fındık yağı ilave edilen sucuk numunelerinin lezzet ve tekstüründe kusurlar belirlenmiştir.

Rubio ve ark (2008) kuru fermente sucuklarda; sucuk hamuruna tekli ve çoklu doymamış yağ asidi ilavesiyle zenginleştirmenin, paketleme metotlarının ve depolama süresinin lipit oksidasyonu ve renk stabilitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada doymamış yağ asidi ilavesinin besleyici değer ve renk stabilitesini artırdığı fakat kontrol grubuna göre daha yüksek oranda lipit oksidasyonuna sebep olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, vakum paketleme ve % 20 CO_2 / % 80 N_2 şeklindeki modifiye atmosfer paketleme metotlarının ve 210 günlük soğukta muhafaza süresinin, renk stabilitesi ve lipit oksidasyonu üzerine çok az etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Kouba ve ark (2003) yüksek linolenik asit (C18:3 n:3) ihtiva eden, keten tohumu oranı artırılmış diyetlerle beslenen domuzların m. longissumus dorsi kaslarının yağ asidi kompozisyonlarını inceleyerek, genel olarak etin kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Yapılan araştırmada rasyonda yer alan yüksek orandaki linolenik asite paralel olarak, domuzların etlerinde de linolenik yüzdesi, kontrol grubu hayvanların etlerine göre yüksek oranda belirlenmiş, buna karşın oleik asit ve linoleik asit yüzdeleri kontrol gruplarına göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Aynı araştırmada yağların oksidasyonları karşılaştırıldığında, yüksek linolenik asit içeren rasyonla beslenen grupta TBARs değerleri daha yüksek çıkmasına rağmen, istatistik açıdan önem taşımadığı ($p>0,05$) ve beslenmedeki bu uygulamanın lipit oksidasyonu üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Eim ve ark (2008) kuru fermente sucukların üretiminde havuç ilavesinin fermentasyon süresi ve tekstürel ve kimyasal kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada, havuç ilaveli gruplar ile kontrol grubunun serbest yağ asidi kompozisyonlarının birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir.

Wu ve ark (2000) sığır etinden yapılan ve dondurularak muhafaza edilen yemeğe hazır köftelerin depolanmasında, yenilebilir film ve kaplama maddelerinin ilavesinin, nem kaybı ve lipit oksidasyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada kullanılan; buğday gluteni (WG), soya proteini (SP), karregenan (CA) kaplama ve CA filmlerinin lipit oksidasyonunu engellediği, WG, SP, kitosan (CH) filmlerin lipit oksidasyonu üzerine etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Hammadde olarak kullanılan yemeklik yağların (örn., ayçiçek yağı) yanı sıra, diğer besin maddelerinin yapısında doğal olarak bulunan veya üretim sırasında katılan yağların bileşimlerinin bilinmesi beslenme açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü yağların yapısındaki doymamış yağ asitlerinin miktarı, yağlarda meydana gelen hidrolizasyon ve yağ asitlerinde oluşan oksidasyon bileşikleri insan sağlığı açısından önem arz etmektedir. Günümüzde yağların bileşiminde meydana gelen değişiklikleri tespit etmek için, klasik titrimetrik kalitatif ve/veya kantitatif yöntemlerin yanı sıra genellikle enstrümental yöntemlere başvurulmaktadır.

1.3. Et Ürünleri

Et ürünleri denilince, taze ete kürleme, parçalama, emülsifikasyon, dumanlama, pişirme ve fermentasyon işlemlerinden bir veya birkaçının uygulanmasıyla elde edilen ve özellikleri bakımından taze etten farklı olan gıdalar anlaşılmaktadır (Doğruer 1994, Öztan 1995, Güner 1999). Et işleme uygulamalarının, tuzun ve ısı uygulamasının etin daha uzun süre muhafaza edilmesinde etkili olduğunu öğrenilmesiyle başladığı tahmin edilmektedir. Etin işlenmesiyle ürünlerin bozulmasını geciktirerek daha uzun süre muhafaza edilmesine olanak sağlanmıştır. Bunun yanı sıra aroma artırıcılar ve kürleme tuzlarıyla birlikte yeni modifiye teknolojiler de kullanarak insanların diyetlerine çeşitlilik katacak yeni ürünler üretmişlerdir (Pearson ve Gray 1990, Güner 1999).

Et ürünlerini değişik özelliklerine göre sınıflandırma mümkündür. Genel olarak et ürünleri yapıldıkları et parçalarının büyüklük derecelerine göre iki grup altında toplanmaktadır. Birinci grupta yer alan et ürünleri çok küçük parçalara ayrılmış veya emülsiye edilmiş ve ikinci kalite etlerin kullanıldığı sucuk, salam ve sosis gibi ürünlerdir. Buna karşın ikinci grupta yer alan ürünler genellikle birinci kalite etlerin kullanıldığı ve büyük parça etlerden hazırlanan pastırma benzeri ürünlerdir (Tezcan ve Yurtyeri 1987, Güner 1999).

Et ürünlerini bir diğer sınıflandırma şekli de, işlenmeleri sırasında gördükleri ısı uygulaması dikkate alınarak yapılandır. Bu sınıflandırmaya göre et ürünleri; ısı işlemi görmeyen (örn., fermente sucuk, pastırma), belirli ölçüde ısıl işlemi gören (örn., salam, sosis) ve tamamen pişmiş et ürünleri (kavurma, kutu konserveleri) şeklinde sınıflandırılır (Yıldırım 1985, Güner 1999).

Kırmızı etler, günümüzdeki çok değişik şekillerde işlenerek sucuk, sosis, pastırma gibi uzun süre muhafaza edilebilen ürünlerin yanı sıra çeşitli katkı maddeleri ile muamele edilerek Türk mutfak kültüründe geniş bir yere sahip olan kebap, köfte ve döner gibi farklı yiyecekler de elde edilmektedir (Toygar ve Baysal 1993, Tekinşen ve Doğruer 2000).

1.3.1. Sucuk

Sucuk, resmi ve özel kombina ve mezbahalarda kesilen sağlıklı kasaplık hayvan gövde etleri ve/veya manda etlerinden hazırlanan sucuk hamurunun doğal veya yapay kılıflara doldurulması ve bir süre bekletilerek olgunlaştırılmasıyla elde edilen et ürünüdür (TSE 1983d).

Sucuk Türklere özgü fermente bir üründür. Sucuk Türkiye'de en yaygın olarak üretilen et ürünü olmasına rağmen halen standart üretim tekniği olmayan bir ürün durumundadır. İşletmelerde bilimsel anlamda kalite kontrolü yapılmadığından pek çok problemle karşılaşılmaktadır. Hammadde seçimi ve işleme aşamalarında yapılacak kontrollerin hem tüketici ve hem de üretici açısından çok yararlı olacağı dikkate alınmamaktadır. Birçok ülkede, diğer et ürünleri üretiminde olduğu gibi, fermente et ürünleri teknolojisinde de önemli teknolojik ilerlemeler kaydedilmiştir. Hammadde seçiminden itibaren tüm üretim basamaklarında dikkat edilmesi gereken teknolojik ve hijyenik kurallar detaylıca incelenmiş ve üretim yöntemleri standardize edilmiştir. Buna karşın Türkiye'de sucukların halen önemli bir kısmı değişik ve çoğunlukla uygun olmayan reçetelerle çok düşük kaliteli etlerden küçük işletmelerde iptidai koşullarda üretilmektedir. Teknolojik yetersizlik, sucuğun olgunlaşmasını olumsuz yönde etkileyerek ekonomik açıdan sorun doğurduğu gibi olgunlaşma sırasında çoğu zaman üründe istenilen yapı ve görünüş elde edilememekte, arzu edilen renk, tat ve aroma oluşmamakta, ürün pazara arz edilemeyecek duruma gelmekte veya bu haliyle sunulmaktadır. Hammadde seçiminde önemli olan kriterlere pek önem verilmemesi ve uygulanan reçeteye göre olgunlaşma şartlarının seçilmemesi kusurların meydana gelmesinde en önemli faktörleri oluşturmaktadır (Anonim 2001).

Kaliteli bir ürün elde edilebilmesi için hammadde seçimi ve hazırlanması büyük önem taşımaktadır (Tekinşen ve ark 2000). Sucuk üretiminde et seçimine

hayvan daha canlı iken başlanmalıdır. Sucuk, sağlıklı iyi beslenmiş 3-7 yaş arasındaki büyükbaş hayvan etlerinden yapılmalıdır (Arslan 2002). Sucuk üretiminde hammadde olarak başlıca et ve yağ kullanılır (Tekinşen ve Doğruer 2000). Sucuk, olgunlaşmasını tamamlamış, pH değeri 5,4-5,8 arası, fazla sulu veya ıslak olmayan etlerden yapılmalıdır (Tekinsen ve ark 2000). M.Ö. 500 yılına kadar uzanan bir geçmişi olan sucuk yapımında hammadde olarak sığır, koyun, keçi, manda etleri ve kuyruk yağının yanı sıra katkı ve yardımcı maddeler olarak da nitrat veya nitrit, şeker, baharat ve tuz kullanılır (Dönderici 2005).

Sucuk üretiminde kullanılacak yağların seçimi de çok önemlidir. Hamura katılacak yağın sert kıvamlı ve soğuk hava deposu dışındaki sıcaklık derecelerinde bekletilmemiş olması gerekmektedir. Aksi taktirde sucuğun olgunlaşması ve depolanması sırasında acılaşmaya neden olur. Bu nedenle taze ve donmuş yağ kullanılmalıdır (Tekinşen ve ark 2000).

Sucuk üretiminde kullanılan yağ teknolojik açıdan da önemli rol oynar. Karışımdaki yağ oranı, son ürünün kıvamı üzerinde etkilidir. Ayrıca farklı yağ oranı, olgunlaşma sırasında pH' nın düşüş seyrini ve olgunlaşma sırasındaki su aktivitesi (a_w) değerinin seyrini de etkilemektedir. Yağ karışımı gevşetir ve ürünün iç kısımlarından nemin çıkışını kolaylaştırır. Üründe düzenli nem çıkışı uygun fermentasyon ve aroma oluşumu için gereklidir. Sucuk dilimlendiği zaman içerdiği yağ görülebilir. Taze et ve yağdan oluşan sucuk yaklaşık % 10-20 oranında iç yağ içerir. Bununla beraber ürünün yağ içeriği kuruduktan sonra % 30-40 yükselir (Kayardı ve Gök 2003).

Fermente sucuk, içerdiği yağ miktarına göre normal yağlı ve çok yağlı olarak ikiye ayrılmaktadır (Öztan 2003). Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği'ne göre fermente sucuklarda yağ miktarının en çok % 40 olması gerektiği belirtilmiştir. TS 1070 Türk sucuğu standardına göre ise, 1. sınıf sucuklarda yağ oranı en çok % 30, 2. sınıf sucuklarda yağ oranı en çok % 40, 3. sınıf sucuklarda ise yağ oranı en çok % 50 olmalıdır (Anonim 2000, Doğu ve ark 2002).

Fermente sucuk üretiminde nitrat ve nitritin kullanımı da büyük önem arz etmektedir (Anonim 2001). Eskiden beri nitrat ve nitritlerin sodyum ya da potasyum tuzları et ürünlerinin kürlenmesinde önemli bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır

(Sancak ve ark 2008). Olgunlaştırma (fermentasyon/kurutma) şartları dikkate alınarak nitrit ve/veya nitrat kullanılmalıdır. Bu nedenle hızlı olgunlaştırılan sucuklarda nitrit ($NaNO_2$), yavaş olgunlaştırılan sucuklarda nitrat (KNO_3) kullanılmalıdır. Nitritin tuzla birlikte yani nitritli kürleme tuzu (% 99,5 NaCl + % 0,5 $NaNO_2$) halinde katılması zorunlu hale getirilmelidir. (Anonim 2001). Kürleme yöntemi, renk stabilizörü maddeler diye bilinen nitrat veya nitritlerin potasyum veya sodyum tuzlarını kullanarak et renginin kalıcı et rengine dönüştürülmesi işlemidir. Kürleme işleminde renk oluşumu ve rengin kalıcılığı önemlidir. Renk oluşumu, etin rengini veren myoglobinin katılan kürleme maddeleri ile nitrosomyoglobine dönüşmesidir. Renk kalıcılığı ise, renk oluşumunun etteki tüm renk pigmentlerini kapsaması ve rengin ürünün raf ömrü süresince bozulmadan devam etmesidir (Öztan 2003).

Uzun yıllardan beri nitrat ve nitritlerin sodyum ya da potasyum tuzları et ürünlerinin kürlenmesinde önemli bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Nitrat ve nitritler, et ürünlerinde kırmızı rengin stabilizasyonunu sağlaması, yağların oksidasyonunu önleyerek oksidatif stabiliteye katkıda bulunması ve dolayısıyla tat ve lezzet bozulmasının önüne geçilmesi, *Clostridium botulinum* gibi patojenlerin üzerine inhibitör etki göstererek halk sağlığını koruması gibi değişik nedenlerle et ürünlerine katılmaktadır (Morries ve Tichivangona 1985, Gray ve ark 1981, Göklap ve ark 1987, O'Boyle ve ark 1990).

Fermente sucuk üretiminde kullanılan katkı maddelerinden askorbik asit veya tuzları ise ortam pH'sını düşürmekte, nitritin nitrojen monoksite kadar parçalanmasını sağlamakta, antioksidan etkisiyle renk kalıcılığını desteklemektedir (Öztan 2003).

Sucuk üretim teknolojisi

Sucuk yapımında kullanılacak etler kemiklerinden ayrılıp 2-3 cm büyüklüğünde parçalar haline getirildikten sonra 2-12 saat soğuk hava deposunda bekletilir. Kullanılacak yağlarda küçük parçalara ayrılıp bir gün önceden dondurulmalıdır. Bekleme süresi sonunda etler kıyma makinesinden geçirilerek sucuk hamuru karıştırma makinesine alınır. Burada tuz, baharat ve katkı maddeleri ilave edilerek homojen hale getirilir. Bu işlemler sırasında sucuk hamuru sıcaklığının 4 ºC' yi geçmemesi gerekir. Aksi taktirde sucuk hamuru bağırsaklara ve temas

ettikleri yüzeylere sıvanabilir (Tekinşen ve Doğruer 2000, Tekinşen ve ark 2000). İdeal sucuk formülü Çizelge 1.3.1.1' de görülmektedir (Arslan 2002).

Çizelge 1.3.1.1. İdeal sucuk formülü.

Unsur	Miktar (kg)
Et	90
Yağ	10
Tuz	2
Sodyum nitrit	0,015
Sodyum nitrat	0,030
Sodyum askorbat	0,030
Şeker	0,35
Sarımsak	1,5
Kırmızı biber (acı)	0,7
Kırmızı biber (tatlı)	0,7
Karabiber	0,5
Kimyon	1
Yenibahar	0,3

Sucuk, sucuk hamurunun çeşitli kılıflara doldurularak, farklı biçimde (örn., kangal, parmak) üretilir. Sucuk hamuru 4 ºC'de 24 saat dinlendirildikten sonra dolum makinesiyle daha önceden ıslatılıp hazırlanmış doğal yada yapay kılıflara doldurulur (Tekinşen ve Doğruer 2000, Arslan 2002). Sucuk hamurlarının doldurulmasında titizlikle hazırlanmış hava kurusu sığır ince bağırsakları veya kollajenden yapılmış suni bağırsaklar kullanılmalıdır. Sucukların vakum uygulanarak ambalajlanmasında kullanılacak materyallerin oksijen geçirgenliği muhafaza süresi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle ambalajlamada hedeflenen raf ömrüne uygun oksijen geçirgenlik seviyesine sahip materyaller kullanılmalıdır (Anonim 2001). Sucuk hamurunun doldurulduğu doğal ve yapay kılıflar su ile birkaç kez muamele edilerek ıslatıldıktan yada belirli solüsyonlarda (örn., % 6' lık laktik asit, % 1' lik potasyum sorbat çözeltileri) bekletildikten sonra kullanılır. Tuzlu bağırsakların yıkanarak tuzlarında arındırılması gerekir. Aksi taktirde sucuk yüzeyinde beyaz tuz lekeleri görülebilir. Bağırsaklar suyla yıkanmaları yada özel solüsyonlarla işleme tabi tutulmaları sonucu eski genişliklerini, kayganlıklarını ve elastikiyetlerini tekrar kazanırlar. Islanan bağırsaklar, doldurulmadan önce sıvazlanarak içlerindeki sıvı tamamen alınmalıdır (Tekinşen ve Doğruer 2000).

Doldurma işlemi sırasında bağırsaklarda hava kalmamasına dikkat edilmeli, aşırı derecede sıkı veya gevşek şekilde doldurulmamalıdır. Doldurma işlemi

tamamlandıktan sonra kılıfların uçları bağlanır, üzerine iğneyle delikler açılarak hava boşlukları alınır. Böylece suyun kısmen buharlaşması ve ortamdaki mikroaerofilik bakterilerin daha iyi gelişebilmeleri için elverişli hale getirilmesi sağlanır (Tekinşen ve Doğruer 2000).

Sucuk üretimi, fermente yada ısıl işlem görmüş sucuk olarak iki farklı şekilde gerçekleştirilebilir.

Fermente sucuk üretim teknolojisi

Kılıflara doldurulan sucuklar değişik şekillerde olgunlaştırma işlemine tabi tutulurlar. Bu amaçla işletmenin şartlarına göre doğal, yavaş veya çabuk olgunlaştırma yöntemlerinden biri uygulanır.

Küçük işletmelerde ve evlerde yapılan doğal olgunlaştırma metodu tamamen dış faktörlere bağlı ve yılın belirli (özellikle sonbahar) aylarında, sıcaklık, rutubet ve hava cereyanı uygun olduğu zaman uygulanır. Bu yöntemle bağırsaklara doldurulan sucuklar çardaktaki askılara asılırlar. Havanın kuru olduğu durumlarda günde birkaç kez ıslatılarak nemlendirilirler. Bu yöntemle sucuk 7-15 günde olgunlaşır.

Pratikte en yaygın olarak uygulanan olgunlaştırma yönteminde bağırsaklara doldurulan sucuklar; sıcaklığı, rutubeti ve hava cereyanı ayarlanabilen özel olgunlaştırma odalarına yerleştirilirler. Böylece yılın her mevsiminde üretim yapabilme imkanı doğmaktadır. Olgunlaştırma odasının ilk gün rutubeti % 95, sıcaklığı 18 °C ± 2 °C, hava cereyanı 0,5- 0,8 m/sn, ikinci ve üçüncü gün sıcaklık ve hava cereyanı sabit tutularak rutubet % 90’ a, dördüncü günde % 80’ e düşürülmelidir. Olgunlaştırmanın beşinci ve altıncı günlerinde rutubeti % 80, sıcaklığı 18 °C± 2 °C, hava cereyanı 0,1 m/sn düzeyde tutulmalıdır. Bu şartlara uyulduğu taktirde sucuklar bağırsaklara doldurulduktan altı gün sonra olgunlaşmasını tamamlayarak tüketime hazır hale gelmektedir (Tekinşen ve ark 2000, Tekinşen ve Doğruer 2000, Arslan 2002).

Son yıllarda sucuk üretiminde ısıl işlem uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Bu şekildeki üretim oldukça yüksek miktarlara ulaşmıştır. Fermente Türk sucuğunun üretim oranı düşmektedir. Türkiye’ye özgü olan fermente Türk sucuğunun korunmasına yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir (Anonim 2001).

Isıl işlem görmüş sucuk üretim teknolojisi

Son yıllarda gerek üretim süresini kısaltarak verimliliği artırmak, gerekse mikrobiyolojik kalite yönünden daha sağlıklı ürün elde etmek için sucuklara ısıl işlem uygulanmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000).

Bu yöntemle doğal bağırsaklara doldurulup sucuk arabalarına bağlanan sucuklar, özel pişirme fırınlarına yerleştirilip ilk aşamada 40 °C' de 15 dakika hızlı kurutma işlemine tabi tutulur. Sonraki aşamalarda sucuklar; 50 °C' de, iç sıcaklık 38°C olana kadar yavaş kurutma, 55 °C' de, 20 dakika hızlı kızartma, 63 °C' de, iç sıcaklık 50°C olana kadar yavaş kızartma, 70 °C ve % 70 rutubette, iç sıcaklık 65 °C olana kadar yavaş pişirme işlemlerine tabi tutulur. Bu işlem sonunda sucuklar hızla soğutulur (Arslan 2002). Isıtma işlemi sırasında sucuk kırmızımsı bir renk ve yumuşak bir yapı kazanır. Ancak ısı işlemini takiben uygulanan soğutma işlemi sonucunda yağlar tekrar katılaşarak sucuk sertleşir. Isı işlemi uygulanan bağırsaklar düz bir yapı kazanır (Tekinşen ve Doğruer 2000, Tekinşen ve ark 2000).

Coşkuner ve ark (2010), ısıl işlem (70±2 °C'de 10 dakika) ile ürettikleri sucukların TBA, serbest yağ asidi ve peroksit değerlerinin geleneksel yöntem ile elde ettikleri sucuklarınkinden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Isıl işlem ile üretilen sucuklarda depolamanın serbest yağ asidi üzerine önemli etkisinin olduğunu, TBA üzerine etkisinin olmadığı, geleneksel yöntemde ise serbest yağ asidi değerinin değişmediği, TBA değerinde ise önemli bir artış olduğu gözlenmiştir.

1.3.2. Salam

Salam, büyükbaş ve küçükbaş kasaplık hayvan gövde etlerinin veya bunların karışımlarının kemik, yağ, facia, sinir, kıkırdak ve tendolarından ayrılıp kıyıldıktan sonra gerekli yardımcı maddelerin katılmasıyla hazırlanan et hamurunun kılıflara doldurulması ve tiplerine uygun tarzda dumanlanıp suda pişirilmesiyle yapılan et mamülüdür (TSE 1983c).

Salam, temelde emülsiyon teknolojisi uygulanarak üretilen et ürünüdür (Anonim 2001). Diğer et ürünlerinde olduğu gibi bu tip et ürünlerinde de hammadde seçimi önemli bir aşamadır. Salam üretiminde iyi bir emülsiyon oluşumu için olgunlaşmamış, pH'sı düşmemiş etlere ihtiyaç vardır. Et seçiminde rigormortis

şekillenmemiş, yüksek oranda ATP içeren sıcak etler tercih edilmelidir (Saffle 1968). Hammadde olarak sıcak et kullanma imkanları araştırılmalı ve uygulanmalıdır. Sıcak et ile iyi bir emülsiyon oluşumu sağlanmakla birlikte bu tür et kullanımı henüz ülkemizde yerleşmemiştir (Anonim 2001).

Et sanayinde önemli diğer bir uygulama sıcak parçalamadır. Karkaslar kesimden çok kısa bir süre sonra parçalamaya tabi tutulmakta ve bu işlem sıcak parçalama olarak adlandırılmaktadır. Sıcak et emülsiyon teknolojisi uygulanarak üretilen sosis ve salam gibi et ürünlerinde hammadde olarak kullanıldığında önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu tür uygulama ülkemizde büyük işletmelerde kolaylıkla uygulanabilir (Anonim 2001). Salam üretiminde ayrıca toplam üretimin % 20' sini geçmemek kaydıyla alkali rigor oluşmuş etler (Koyu, sert, kuru, DFD)'de kullanılabilir (Yıldırım 1985).

Salam üretiminde kullanılacak etler parçalandıktan sonra kemiklerinde ayrılır. Lenf bezleri, sinir ve kirişleri ayıklanıp kuşbaşı halinde doğrandıktan sonra bu şekilde saklanır. Gerekirse 3 mm aynalı kıyma makinesinden çekilerek soğuk depoya alınır. Salam üretiminde kullanılacak kıymanın soğuk olması tercih edilmelidir (TSE 1991).

Etlerdeki bağ doku miktarı ve kollajen, emülsiyon kalitesini olumsuz yönde etkilediğinden, haşlanmış ürünlerde bağ dokusu az olan etler tercih edilmelidir (Güner 1999). Kollajen, kuterde parçalanması sırasında önemli miktarda su çeker ancak 60 ºC sıcaklığın üzerinde uzunluğunun 1/3' ü oranında kısalır ve ısı işleminin artmasıyla jelatine dönüşür (Pearson ve Tauber 1984). Böylece emülsiyon oluşumu sırasında yağ küreciklerini saran kollajenin, ısı işleminin etkisine bağlı olarak jelatine dönüşmesi sonucu yağ kürecikleri ayrılarak erir ve birbirleriyle birleşerek ürünün yüzeyinde veya içerisinde yağ ceplerinin oluşmasına yol açar. Bu ceplerin içerisinde jelatin parçalarını görmek mümkündür. Bu olumsuz etkilerden kaçınmak için bağ doku ve yağ oranı düşük iyi kalitede et kullanılmalıdır (Güner 1999).

Salam üretim teknolojisi

Salam üretiminde kullanılacak et, dondurulmuş parçalar halinde veya kıyma makinesinin 3 numaralı aynasından geçirilip nitritli kürleme tuzları (NKT) ile karıştırılıp bir gece -3 ºC de bekletildikten yada kıyma makinesinden çekildikten

sonra hiç bekletilmeden kullanılabilir. İdeal salam formülü Çizelge 1.3.2.1' de verilmektedir.

Çizelge 1.3.2.1. İdeal salam formülü.

Unsur	Miktar (Kg)
Et	90
Yağ	10
Buz	20
Nişasta	4
Tuz	2
Kırmızı biber (tatlı)	0,4
Karabiber	0,4
Sodyum polifosfat	0,3
Şeker	0,2
Sodyum askorbat	0,03
Sodyum nitrat	0,03
Sodyum nitrit	0,015

Yağların tamamının dondurulmuş olarak kullanılması gerekir. Kuterleme öncesinde eğer et önceden kürlenmemiş ise NKT ve kuter yardımcı maddeleri ile birlikte kutere konur. Eğer kürlenmiş ise, et üzerine kuter yardımcı maddeleri konularak kuter bıçakları karıştırma hızında iken kuter tablası 3-4 kez döndürülür. Sonra ilave edilecek buzun yarısı ilave edilir. Buzun hamur içerisinde kaybolmaya başlamasından sonra yağın tamamı katılır. Buzun diğer yarısı da kürlenen hamur sıcaklığının 13-15 ºC' nin üzerine çıkmaması için ilerleyen birkaç seferde hamura yavaş yavaş ilave edilir. Hamurun emülsiyon kıvam ve görünüşü almaya başlamasıyla baharat ve suda erimiş askorbik asit ilave edilir. Bundan sonra stabilizatör (örn., patates nişastası) ilave edilir. Hamur hazır olduktan sonra üründe bulunması arzu edilen tane karabiber, iri parça yağ, Antep fıstığı gibi katkılar ilave edilir ve bunlarla birlikte kuter çalıştırma hızında tekrar çalıştırılır. Bu aşamanın sonunda hamur dolum için hazır hale gelmiştir (Güner 1999).

Değişik yöntemler uygulanarak hazırlanan salam hamuru, basınç veya vakum esasına göre çalışan doldurma makinelerinde doğal veya yapay kılıflara doldurulur. Kuterden doldurma makinesinin haznesine aktarılan salam hamuru, salamın kalibresine uygun genişlikteki dolum hunileriyle, belirtilen uzunluk ve çaptaki doğal veya yapay kılıflara belirli miktarda doldurulur ve bağlanır (TSE 1991, Gökalp ve ark 1994, Güner 1999).

Kılıflara doldurulmuş olan salamlar, paslanmaz malzemeden yapılmış askılara birbirine değmeyecek şekilde asıldıktan sonra, dış yüzeylerine bulaşmış materyalleri temizlemek amacıyla basınçlı su ile yıkanır. Ardından salamlara ön kurutma, dumanlama ve pişirme işlemleri uygulanır. Bu işlemler ayrı ayrı kısımlarda yapılabildiği gibi, bu fonksiyonlara sahip otomatik kontrollü fırınlarda da yapılabilmektedir (Güner 1999).

Salamlar, dumanlama işlemi öncesi yüzey rutubetinin giderilmesi için, 50-60 ºC' lik kuru ısıda 20-25 dakika süreyle ön kurutmaya tabi tutulur (Tezcan ve Yurtyeri 1987, Anonim 1993, Güner 1999). Ön kurutma işlemiyle ayrı salam yüzeyinde hafif kabuk oluşumu sağlanır. Böylece akabinde uygulanacak olan dumanlama (tütsüleme) işleminde, duman bileşenlerinin yüzeyde aşırı derecede birikimi de önlenmiş olur. Salam yüzey rutubeti giderildikten sonra gürgen talaşı gibi veya benzeri vasıfta duman verebilen reçinesiz talaş yakılarak, salamlar kendine has renk alıncaya kadar dumanlanır (TSE 1991). Dumanlama işlemi 65 ºC' de 30-45 dakika süreyle gerçekleştirilir. Dumanlama ile, hoş bir görünüm ve renkte ürün elde edilir, karakteristik duman tat ve aromasını kazandırır. Tütsü bileşenlerinin bakteriyostatik etkili maddelerinde dolayı ürünün raf ömrü uzar, antioksidatif bileşenlerinde dolayı da oksidasyon gecikir (Güner 1999).

Fırındaki duman boşaltılır ve fırına 77 ºC' deki buhar sevk edilir. Salamlar çaplarına bağlı olarak 1-3 saat süreyle pişirilir. Dumanlanmış salamların pişirilmesi 80 ºC sıcaklıkta su bulunan pişirme kazanlarında da yapılabilir. Pişirme ve haşlama ile ürün pastörize olur ve dolayısıyla raf ömrü uzar. Pişirme işlemine salam iç sıcaklığı 72 ºC' ye ulaşıncaya kadar devam edilir (Güner 1999).

Pişirme işleminden sonra salamlar fırınlardan çıkarılarak 10-15 dakika soğuk su ile duşlanarak iç sıcaklığının 35 ºC' nin altına düşmesi sağlanır (TSE 1991, Güner 1999). Soğutma salamdaki osmotik basınca çok yakın olan % 6' lık tuzlu su solüsyonuna batırılarak yada bu solüsyonu üzerine püskürterek daha kısa sürede de yapılabilir (Person ve Tuber 1984). Duşlama işlemi sonrası suyun akması beklenir ve 2-4 ºC sıcaklıktaki soğuk hava depolarına alınır. Soğutulan salamlar su buharı ve gaz geçirgenliği çok düşük olan ambalaj materyalleriyle vakum uygulanarak ambalajlanıp soğuk zincir altında tüketime sunulurlar. Salamlar 1-4 ºC arasında değişen soğuk depolarsa ve buzdolaplarına muhafaza edilir (Güner 1999).

1.3.3. Pastırma

Pastırma; sağlık kontrolünden geçmiş sağlıklı kasaplık büyükbaş hayvan gövde etlerinin, usulüne göre ayrılan parçaların teknolojik işlemlerden geçirilerek izin verilen katkı maddeleri ile hazırlanıp kurutulduktan sonra çemenlenmesi ve yeniden kurutulmasıyla elde edilen kemiksiz et ürünüdür (TSE 1983b).

Pastırma, Türklere özgü bir et ürünü olup, asırlardan beri üretilmektedir. Pastırma ülkemizde parça halinde işlenen en önemli et ürünüdür (Anonim 2001). Lezzeti, iştah açıcı özelliği ve besleyici değeri ile sevilerek tüketilen bir üründür. Pastırma üretiminin Kayseri yöresinde merkezileşmiş olduğu, bu merkezileşmenin yörenin ikliminden, suyunun özelliğinden ve baba mesleğini sürdürme çabasından kaynaklandığı görülmektedir (Özdemir 1981). Ancak günümüzde pastırmacılık Erzurum, Kahramanmaraş, Kars, Kastamonu, Ankara, Sivas, İstanbul, Adapazarı, Gaziantep, Afyon yörelerine de yayılmıştır (Anar 1998). Ülkemize has bir ürün olan pastırmanın üretiminde halen önemli bir teknolojik gelişme sağlanamamıştır (Anonim 2001). Pastırma üretiminde henüz modern teknolojik imkanlardan yararlanılamamaktadır. Pastırma üretimi, Türk örf ve adetleri doğrultusunda ve "çırak-kalfa-usta" esaslarına bağlı kalınarak geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır (Anıl 1988). Bu durumun, pastırma üretiminde kalite ve hijyende sorunlara, standardizasyon eksikliğine, aşırı fiyat yükselmelerine ve belirli ustaların elinde kalması nedeniyle tekelleşmeye de neden olduğu bildirilmektedir (Coşkun 1990, Tekinşen ve Doğruer 1990, Gökalp 1994, Gökalp 1995, Nizamlıoğlu ve ark 1998). Son zamanlarda pastırma üretimindeki bu olumsuz faktörlerin giderilmesi, belli bir standardizasyonun kazanılması ve pastırma üretiminin değişik aşamalarında değişik şartlarda en iyi ürün vermenin yollarını araştırmak amacıyla birçok çalışmalar yapılmıştır (Kök 2003). Pastırma üretimi standardize edilmeli, klimalı tesislere geçilmeli, kürleme yöntemleri (kuru ve/veya yaş kürleme) ve katkı maddeleri, kurutma ve presleme şartları, ambalajlama, ürün çeşidi ve kalitesi konularında çalışmalar yapılıp pratiğe aktarılmalıdır (Anonim 2001).

Pastırma yapımında, genellikle besi durumu iyi, 3-6 yaşlarında inek, tosun ve toksa diye tabir edilen kısırlaştırılmamış erkek manda etleri kullanılır. Düve, et kalitesi yüksek olmasına rağmen randımanın düşüklüğü sebebiyle tercih edilmez. Ayrıca yaşlı ve zayıf öküz ve dişi manda etleri, pastırmanın yapısının sert olmasına

sebep olduğundan üretim için elverişli değildir. Aşırı derecede besili ve yağlanmış hayvan etleri de pastırmanın yağlı olmasına neden olacağından tercih edilmez. Pastırma yapımında kullanılacak hayvanların randımanlarının % 55-60 arasında olması tercih edilir (Tekinşen ve ark 2000, Tekinşen ve Doğruer 2000). Yorgun kesilen hayvanların etleri kanlı olduğundan pastırma yapımında kullanılmaz (Anonim 1993).

Pastırma yapımı için etin hazırlanması, hayvanın kesiminden etin tuzlanmasına kadar olan işlemleri kapsar. Bu aşamada sırasıyla kesim ve yüzüm, parçalama, söküm ve açım (biçim) işlemlerinin ardından etin işlenmesi aşamasına geçilir. Bu aşamada pastırma yapılacak et parçaları çemenleme işlemine kadar biz dizi işleme tabi tutulur. Etin işlenmesi safhasında; tuzlama, yıkama, kurutma ve denkleme işlemleri uygulanır (Tekinşen ve Doğruer 2000).

Pastırma üretiminde en önemli üretim aşamalarında biri tuzlamadır. Tuzlama işlemiyle ete lezzet verildiği gibi mikroorganizmaların gelişmesi de önemli ölçüde engellenmektedir. Pastırmacılıkta, göl tuzuna göre sodyum klorür miktarı daha fazla ihtiva ettiği için ve daha sert yapılı ve geç eridiği için kaya tuzu tercih edilir. Kullanılacak tuz karınca başı veya bulgur tanesi iriliğinde olmalıdır. Daha iri tuz kullanılması halinde pastırmada tuz yanıkları oluşur. Tuzun çok ince olması halinde ise etlerin rengi siyahlaşır, yağlar okside olur ve aşırı tuzlu lezzette karakterize kusurlar meydana gelir (Anonim 1993).

Pastırma yapımında kullanılacak tuz kurallarına uygun işlenip rafine edildikten sonra kullanılmalıdır. Tuz içerisinde kalsiyum, demir, magnezyum, bakır, molibden, kükürt ve diğer minerallerin bulunmaması gerekir. Söz konusu mineraller çeşitli kimyasal reaksiyonlara girerek, özellikle renk kusurlarına neden olurlar. Ayrıca iyot içeren tuzlarda, ortamda bulunan nitratla reaksiyona girerek, nitratın nitrite indirgenmesine engel olduğu için pastırma üretiminde kullanılmamalıdır (Tekinşen ve ark 2000, Tekinşen ve Doğruer 2000).

Etlerin tuzlanmasında kullanılacak tuzun oranı da son derece önemlidir. Etteki tuz oranı % 5-8 oranında olmalıdır. Bu oran % 10'u aşarsa etin su tutma kapasitesi azalır ve fire oranının artmasına sebep olur. Pastırma üretiminde etlerin tuzlanması sırasında kullanılacak tuzun oranı et ağırlığının % 8-10'u olmalıdır.

Tuzlama işleminde yalnızca tuz kullanılması durumunda pastırma sert ve koyu renkli olur. Tuzun bu olumsuz etkilerini önlemek amacıyla nitrat tuzlarıyla birlikte kullanılır. Nitratın et ürünlerinde kullanılmasıyla, üründe arzu edilen rengin ve özel aromanın oluşması, kuvvetli antioksidant olarak oksidatif ransiditenin oluşmasının önlenmesi, ürünün dayanma süresinin uzaması ve et ürünlerinde büyük risk faktörü olan Clostridium botulinum' un gelişmesinin önlenmesi gibi faydalar sağlamaktadır. Nitratın fazla kullanılması halinde kanserojenik etkiye sahip nitrosoaminlerin oluşumuna neden olmaktadır. Bu nedenle Türk Gıda Kodeksi' nde nitrat ve nitritin kullanım miktarları sınırlandırılmış, sodyum nitritin kullanım miktarı 150 mg/kg, sodyum nitratın ise 300 mg/kg olarak belirlenmiştir (Tekinşen ve ark 2000, Tekinşen ve Doğruer 2000).

Pastırma üretiminin son aşaması çemenleme işlemidir. Çemenleme pastırmanın kendine özgü tat, aroma, renk, ve lezzet kazanmasını saglamak amacıyla yapılan bir tür soslama işlemidir (Nizamlıoğlu ve ark 1998). Çemen hamurunun hazırlanmasında tuz kullanılmadığından, tuzlu kuru etle çemen hamuru arasında diffüzyon oluştuğunu ve bu durumun çemenli pastırmada tuz-rutubet dengesini sağladığını ifade edilmektedir (Özeren 1980). Çemenleme işlemiyle sağlanan faydalar birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Bunlar; pastırmayı dış etkenlere karsı koruma, pastırmanın fazla kurumasını önleme, lezzeti arttırma, pastırmanın hava ile temasını önleyerek kokuşma, bozulma ve küflenmeyi önlemek ve içerdiği yüksek orandaki sarımsağın bakterisi etkisinden faydalanmaktır (Berkmen 1940, Kök 1985). Çemen hamuru; buy otu (Trigonella foenum graecum) tohumları ununun, belirli miktarlarda sarımsak ve kırmızı biberle karıştırılıp su ilave edilmesiyle elde edilen sürülebilecek kıvamda bir karışımdır (Kök 1985). Pastırmalarda ortaya çıkan en önemli kusurlar çoğunlukla çemen ve çemenleme işlemine bağlı olarak meydana gelmektedir (Nizamlıoğlu ve ark 1998).

Pastırma üretim teknolojisi

Pastırma üretimi için kesilen ve biçim verilen etlere tuzun ete işlemesini sağlamak ve su kaybını kolaylaştırılmak amacıyla ilk olarak şaklama işlemi yapılır. Etler kalın uçlarından delinip ipleri takıldıktan sonra bıçağın ucu 45 derecelik açıyla tutularak, uygun aralıklarla ve et kalınlığının yarısına kadar delikler açılır. Kesitler

kas liflerine paralel olarak yapılır (Tekinşen ve ark 2000, Tekinşen ve Doğruer 2000).

Ucuna ip geçirilmiş ve üzerine bıçakla kesitler yapılmış etler, tahta sandık veya plastik yada paslanmaz çelik materyalden üretilmiş küvetler içerisinde tuzlanır. Et ağırlığının % 8-10' u oranında karınca başı iriliğinde tuz ve et ağırlığının % 0,1-0,3'ü oranında sodyum nitrat karışımı, ete iyi işlemesi için kesitlerin içerisine parmaklar yardımıyla doldurulur. Et üzerindeki fazla tuzlar silkelenerek döküldükten sonra pastırmalık etler, kesit yapılan yüzeyleri üste gelecek şekilde küvetler içerisinde istiflenir. Bu safhadan sonra et parçalarına pastırmacılıkta tuzlu adı verilir. Tuzlular istifte bu şekilde 24-30 saat bekletilir. Bu sürenin sonunda tuzlular şakların yapıldığı taraf alta gelecek şekilde alt üst edilir. Bu işlemede pastırmacılıkta döndürme adı verilir ve bu şekilde tuzlular 6-12 saat tuzda bekletilir. Bu süre sonunda tuzlular iplerinde tutularak, içi su dolu tenekeler içinde çalkalanarak yıkanır. Bu işlem ikinci bir tenekede tekrarlandıktan sonra tuzlular cereklere asılır. Yıkama işlemiyle etlerdeki fazla tuzlar giderilir (Anonim 1993, Tekinşen ve ark 2000, Tekinşen ve Doğruer 2000).

Cereklere asılan tuzlular pastırma mevsiminde 2-3 gün, soğuk mevsimlerde ise 10-15 gün süreyle kurumaya bırakılır. Bu işleme birinci kurutma denir. Kuruma süresi havanın sıcaklık, rutubet ve rüzgar durumuna, pastırmalık etlerin büyüklüğüne, sık veya seyrek asılmalarına göre değişir (Anonim 1993). Kurutmanın yeterli olup olmadığını anlamak için objektif kriter olmamakla beraber, pastırmalık etin baş ve işaret parmakları arasında sıkıştırılmasıyla anlaşılır. Bu aşamada tuzlularda yumuşak bir kabuk ve kendine özgü bir koku oluşur. Ayrıca kuruma esnasında etin rengi değişerek koyu kırmızı bir renk alır. Bu şeklide kuruyan tuzlular cereklerden indirilerek hidrolik preslere yerleştirilirler ve üzerilerine yaklaşık olarak 0,9-1,0 kg/cm² lik basınç uygulanır. Bu işleme birinci baskılama yada soğuk denkleme denilir. Soğuk denklemeden çıkarılan parçalar ikinci kurutma için açık havada güneş gören ve hava akımı olmayan yerlerde askılara asılır. Bu kurutma genellikle kalın pastırmalık etlere uygulanır. İnce etlere gerek duyulmaz. İkinci kurutma işlemi açık ve güneşli havalarda 1-3 gün, kapalı ve soğuk havalarda ise 8-10 gün sürer. Güneşin etkisiyle et parçalarının yüzeyindeki yağlar erir ve et yüzeyinde yağ damlacıkları şeklinde belirir. Pastırmacılıkta bu olaya terleme denilir. Eriyen

yağların donmaları sonucu etlerin dış yüzeyleri matlaşır ve beyaz buzlu bir görünüm alır. Bu olaya pastırmacılıkta pastırmanın ağarması denir. İkinci defa kurutulan etler tekrar baskılamaya alnır. Pastırmalık etler sıcak ve terli olduklarından bu baskılamaya sıcak denkleme veya terli denkleme adı verilir. Bu baskılama işlemiyle, yağ sızıntıları etin içine doğru nüfuz ederek pastırmanın iyi bir lezzet ve yapı kazanmasını sağlar (Tekinşen ve ark 2000, Tekinşen ve Doğruer 2000). Sıcak denkleme pastırmalık etlere yaklaşık 2-3 saat süreyle uygulanır (Anonim 1993). Sıcak denklemeden çıkarılan pastırmalık etler, güneş almayan ve hava cereyanının olmadığı bir ortamda, boyunduruk adı verilen askılara asılarak dinlendirirler. Pastımalık etler yaz aylarında 3-5 gün, kış aylarında 10-15 gün boyunduruklarda yavaş yavaş kurur ve çemenlemeye hazır duruma gelir. Bu olay pastırmacılıkta pastırmanın yetirmesi olarak adlandırılır (Tekinşen ve ark 2000, Tekinşen ve Doğruer 2000).

Boyunduruktan indirilen parçalar tek tek incelenip, oluşan şekil bozuklukları, çıkıntı ve fazlalıklar bıçakla tıraşlanarak düzeltilir. Düzeltilen etler tekne ya da küvetler içinde, % 22,5 buy otu tohumunun unu, % 15 sarımsak, % 7,5 eşit oranda karıştırılmış acı ve tatlı kırmızı biber, % 55 su formülüyle hazırlanmış olan çemen hamuruna daldırılarak istiflenir. Etlerin üzeri hamurla tamamen kapatılır (Tekinşen ve Doğruer 2000, Arslan 2002). Bu işleme çemende yatırma adı verilir. Pastırmalık etler 1-4 gün süreyle çemen hamurunda bekletilir. Çemenli pastırmalar istiften çıkarılarak her tarafı homojen olacak şekilde elle sıvazlanır. Bu olaya pastırmacılıkta silme adı verilir (Tekinşen ve ark 2000, Tekinşen ve Doğruer 2000). Pastırma üzerindeki çemen tabakasının 1-4 mm (Arslan 2002), ağırlığı da pastırma ağırlığının % 5-15' i arasında olmalıdır. Silme işlemi uygulanan pastırmalar cereklere asılarak kurumaya bırakılırlar (Tekinşen ve ark 2000, Tekinşen ve Doğruer 2000). Çemenli kurutma, sıcak havalarda 1-4 gün, soğuk havalarda 4-7 gün içinde tamamlanır ve satışa hazır duruma gelir (Anonim 1993).

1.3.4. Kavurma

Kavurma, faaliyetine müsaade edilmiş bulunan fenni mezbahalarda kesilen sağlıklı aynı tür kasaplık büyük ve küçükbaş hayvan etlerinin, kemiksiz 7 cm' yi geçmeyen küçük parçalar halinde kuşbaşı büyüklüğünde doğrandıktan sonra, belirli oranlarda tuz ve kavurmaya giren gövdeye ait iç yağlarıyla birlikte çıplak ateş

üzerindeki açık kazanlarda veya özel kazanlar içinde pişirildikten sonra kendi yağlarında (kavurma yağı) veya gerektiğinde kendi yağıyla birlikte etinin türündeki iç yağları içinde gömülü olarak ve üzerleri et kütlesini tamamıyla kaplayacak şekilde (en çok 2 cm kalınlıkta) yağ tabakasıyla örtülecek tarzda yapay veya doğal özel ambalaj malzemelerine yerleştirilerek hazırlanan et mamülleridir (TSE 1983a).

Et ve Balık Kurumu İmalat Dairesi Et Ürünleri İşletme ve İmalat Yönetmeliği' ne göre ise kavurma, sıhhatli kasaplık gövde etlerinden veya kavurma faaliyetine müsaade edilmiş bulunan aynı tür büyük ve küçükbaş hayvan gövde etlerinin küçük parçalar halinde kuşbaşı doğrandıktan sonra, belli oranlarda tuz ve kavurmaya giren gövdeye ait iç yağları ile birlikte kazanlar içerisinde kavrulmak suretiyle pişirildikten sonra, kendi erimiş iç yağlarıyla birlikte ve yağların et kitlelerini tamamıyla kapsayacak şekilde yapay veya doğal özel ambalaj malzemelerine yerleştirilerek hazırlanan et mamülüdür (Anonim 1993).

Kavurma üretimi ve tüketimi ile ülkemize özgü bir üründür. Kavurma üretiminde yerleşmiş belirgin bir teknoloji bulunmamaktadır (Anonim 2001). Kavurma teknoloji bakımından kendine özgü bir et ürünüdür. Kavurma kasaplık büyükbaş hayvan (dana, inek, öküz, boğa) eti kavurması ve kasaplık küçükbaş hayvan (koyun, keçi, kuzu, oğlak) eti kavurması olmak üzere iki çeşittir. Kavurma üretiminde kırsal alanlarda daha çok kasaplık küçükbaş hayvan etlerinden yararlanıldığı halde endüstri bazında genellikle sığır eti kullanılır (Tekinşen ve ark 2000).

Kavurma üretiminde genellikle kısır ineklerin ve yaşlı öküzlerin kullanılması ürünün daha ekonomik olmasını sağlar. Kavurma sağlıklı etlerden yapılabildiği gibi bazı durumlarda da, ısıtma işlemi neticesinde mikroorganizmaların tamamının imha edilmesi söz konusu olan haztalık etkenlerinin (özellikle tüberkulozlu hayvan etleri) ihtiva eden etlerden de yapılabilir (Tekinşen ve ark 2000). TSE' ye göre kavurma eti, olgunlaştırılmış, taze, soğutulmuş veya dondurulmuş kasaplık büyük ve küçükbaş hayvan gövde etlerinin, etten ayrılabilen yağları, tendoları, büyük damar ve sinirleri ile kıkırdak ve kemiklerinden, lenflerinden temizlenmiş olan kısmıdır şeklinde tanımlanmıştır (TSE 1983a).

Kavurma üretiminde hangi çeşit kavurma yapılacaksa, kullanılacak et türüne ait kabuk ve iç yağları kullanılır. Yağın iyi muhafaza edilmiş, temiz ve taze olması gereklidir (Tekinşen ve ark 2000). TSE' ye göre, kavurma üretiminde erimiş veya erimemiş gövde et yağı, erimiş iç yağı, erimiş çöz yağı ve erimiş ilik yağı (özellikle şarta tabi etlerden üretilen kavurmalarda) katılabilir. Bu yağların % 25'ini kuyruk yağı oluşturabilir (Tekinşen ve ark 2000). Kavurma içerdiği yağ miktarına göre; çok yağlı (% 30-35), orta yağlı (% 25-30) ve az yağlı (% 20-25) olmak üzere 3 gruba ayrılır (http://www.gidacilar.net/kavurma-uretim-t425.html, TSE 1983a).

TS 978 nolu standardına göre kavurmanın kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 1.3.4.1' de verilmektedir (TSE 2002).

Çizelge 1.3.4.1. Kavurmanın TS 978 standardına göre kimyasal ve fiziksel özellikleri (TSE 2002).

Özellikler	Değer
Rutubet, %	40-50
Tuz, %	2,5-4,0
Yağın asitlik derecesi, % (oleik asit olarak), en çok	2
Yağın peroksit değeri, mEq O_2/kg, en çok	20
Bağ dokusu, %, en çok	20
pH değeri	4,5-6,4

Kavurma üretim teknolojisi

Etlerin kavurma işlemi, küçük işletmelerde ağzı geniş kazanlarda, büyük işletmelerde ise bu amaç için yapılmış özel otoklav benzeri kazanlarda gerçekleştirilir (Tekinşen ve Doğruer 2000). Kavurma üretiminde hammadde olarak et ve et ağırlığının % 25' i oranında taze et yağı, kuyruk yağı ve iç yağı gibi yağlar kullanılır. Kavurma yapılacak et 3-6 cm boyutlarında kuşbaşı şeklinde doğranarak, kavurmada kullanılacak yağın % 20' siyle birlikte kazana konulur ve ağzı açık olarak bir süre ön ısıtma işlemine tabi tutulur. Kavurmada oluşabilecek liflenme ve ezilme problemlerini önlemek için et bir kevgir vasıtasıyla karıştırılır ve ağzı açık olarak ısıtılır. Kazan içindeki etin sıcaklığı 50-60 ºC' ye ve 3 atm basınca ulaştıktan sonra kalan yağın tamamı ilave edilir ve 105 ºC' de 4-5 atm basınç altında pişirlmeye devam edilir. Pişirme işlemine buhar ceketli kazanlarda 1,5-2 saat, normal kazanlarda 2-2,5 saat devam edilir. Pişirme işlemine; her 15 dakikada bir yapılan duyusal kontroller sonucunda, etlerin elastikiyetlerini kaybedip kesit yüzleri koyu

sincabi renk alınca son verilir. Pişirme işleminin yeterli olup olmadığının diğer bir krriteri de ürün rutubetinin % 40 oranına azalmış olmasıdır. Pişirme işlemi sonrasında etler tercihe göre teneke ambalajlara, sığır yada koyun kör bağırsaklarına veya suni kılıflara doldurulur. Kavurma kılıflarına yada kaplarına et konulmadan önce bir miktar yağ ilave edilir. Yağ konulduktan sonra kavrulmuş et ile 2/3' üne kadar doldurulur ve üzerine et ağırlığının % 25-30' u oranında sıcak süzme yağından ilave edilir (Arslan 2002).

Pişirme, kavurma üretiminin temel işlemidir. Pişme ile etler oksidasyona daha çok maruz kalmaktadır. Kastaki katalaz ve süperoksidaz dismutaz gibi antioksidatif enzimler denatüre olabilir ve aktivitelerini kaybedebilir. Aynı anda demir kapsayan proteinler katalitik demir kaynağı olurlar veya miyoglobin ve hemoglobin gibi kısmen peroksidaz aktiviteli denatüre forma dönüşebilir. Bundan dolayı pişirme işlemi kas lipid oksidasyonunda önemli bir artışa yol açar (Kingston ve ark 1998). Lee ve ark (1996) pişirme, antioksidan enzimlerinin termal denatürasyonuna neden olur ve böylece enzim inaktivasyonunun pişmiş etlerde kısmen lipid oksidasyonuna yol açtığı bilinmektedir.

Yetim ve ark (2006) nitrit ilavesinin ve geleneksel pişirme işleminin kavurmanın otooksidasyon özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada nitritin oksidasyonu ve antimikrobiyel etkiyi sınırlandırmada etkisinin önemli olmasından dolayı kavurma üretim esnasında 100 mg/kg nitrit ilavesinin yararlı olabileceğini kaydetmişlerdir.

Pişirme işlemi kasta lipid oksidasyonunda büyük bir artışa yol açar ve TBARS, peroksit ve serbest yağ asidi değerlerini artırır (Kowale ve ark 1996).

Sığır eti kavurma üretiminde kavurmanın kimyasal özelliklerini etkisini belirlemek için yapılan bir çalışmada (İbik 2007) doğal antioksidan özellik gösteren baharatların kullanımının kavurma üretimi sonrasında TBA, peroksit değeri ve asitlik üzerine bir farklılık yaratmadığı gözlenmiştir. Baharat ilavesiz sığır eti kavurmasında 0.günde 0,25 mg MDA/kg, 1,78 mEq O_2/kg yağ ve % 0,46 asitlik (oleik asit cinsinden) bulunurken baharat ilaveli sığır eti kavurmasında 0,23-0,24 mg MDA/kg, 1,97-2,01 mEq O_2/kg yağ ve % 0,45-0,47 asitlik (oleik asit cinsinden) bildirilmiştir. Depolama süresi uzadıkça TBA değerlerinde de artış bildirilmiştir.

Uzun (2010) yaptığı bir çalışmada kavurmanın üretimi esnasında pH, nem içeriği ve TBARS değerlerinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Tuz, yağ ve pişirme zamanının kavurmanın pH, nem içeriği ve TBARS değerlerini önemli derecede etkilediğini bildirmiştir. Tuz ve yağ miktarındaki artış pH ve nem içeriğinde düşüşe neden olurken pişirme sürecindeki artış ile pH ve TBARS değerlerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Pişirme süreci içerisinde, kavurma numuneleri TBARS değerlerinin 0,14-1,94 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Pişirme sonunda ise en düşük TBARS değeri (0,67 mg MDA/kg) % 2 tuz ve % 25 yağ miktarına sahip olan numunede bulunmuştur.

Aksu (2007) α-tokoferol katkısının, depolama sıcaklığının ve depolama süresinin yüksek yağlı pişmiş et ürünü, dililmlenmiş vakum paketli kavurmanın peroksit değeri, serbest yağ asitleri ve pH değeri üzerine etkisini incelemişlerdir. Kavurma taze sığır eti, erimiş sığır yağı ve tuz kullanılarak üç grup oluşturulmuştur. Kontrol grubu kavurmaya α-tokoferol ilavesi yapılmamış, Diğer gruplara ise sırasıyla 50 mg/kg ve 100 mg/kg α-tokoferol ilavesi yapılmıştır. Kavurma elde edildikten sonra 3-4 cm kalınlığında dilimlenmiş, vakum paketlenmiş ve 90 gün süreyle 4 ve 10^{o}C'de muhafaza edilmiştir. Depolamanın 0., 45. ve 90. günlerinde kavurmalarda peroksit değeri, asit değeri ve pH değeri belirlenmiştir. Kavurma üretiminde antioksidanların kullanımı peroksit değeri, asit değeri ve pH değerinde önemli düzeyde azalmaya yol açmıştır ($p<0,01$). Depolama süresi uzadıkça bu değerlerde artış görülmüş ($p<0,01$), en fazla artışın kontrol grubunda olduğu bildirilmiştir. Depolanma sıcaklığının artması da kavurmalarda peroksit değeri, asit değeri ve pH değerinde artışa yol açmıştır ($p<0,01$). Aksu (2007) α-tokoferol ilavesi yapılmış dilimli vakum paketli kavurmanın 4 veya 10 ^{o}C'de 90 gün muhafaza edilmesinde en yüksek lipid stabilitesi elde edildiğini kaydetmiştir.

Kavurma numuneleri arasında kavurmanın ham maddesi, üretimde kullanılan maddelerin özellikleri, sıcaklık, pH, üretim metodu ve pişirme süresi gibi faktörlere bağlı olarak lipid hidrolizi ve lipid oksidasyonu farklılık göstermektedir. Kavurma gibi yağlı ürünlerde yağ acılaşmasının belirlenmesinde peroksit değeri ve asit değeri çok önemli kriterlerdendir. Ayrıca üretim başlangıcındaki hidroperoksit konsantrasyonu, lipid otooksidasyon ürünleri et ürünlerine ilave edilen antioksidanın etkinliğinide azaltmaktadır (Aksu 2007, Yanishlieva ve Maslarova 2001). Kavurma

üretiminde kullanılan yağ kavurma özelliklerini ve kalitesini etkileyen başlıca faktördür.

Pişirme kasta lipid oksidasyonunu artırmaktadır, lipid oksidasyonu pişme ve üretim süresince potansiyel toksik ürünlerin oluşumuna yol açarak kavurmanın besleyici değeri azalır (Shahidi ve ark 1992). Bununla birlikte tokoferol ilave edilmiş et pişirildiğinde oksidadif stabilitede önemli bir artış gözlenmiştir (Galvin ve ark 2000, Mikova 2001, Aksu ve Kaya 2005). α-tokoferol, oldukça yüksek okside olabilen çoklu doymamış yağ asitlerini peroksidasyondan korumaktadır (McCay ve King 1980). α-tokoferol zincir artması veya parçalanma işlemi ile interfere olarak lipid otoksidasyonunu durdurabilir. Bununla birlikte α-tokoferolun yüksek konsantrasyonlarda ilavesi hidroperoksit parçalanmasını inhibe eder ve hidroperoksit oluşumunu artırır. Antioksidan kullanımı ile hidroperoksit parçalanmasını inhibe etmesi aldehid oluşumundan dolayı acılaşmayı azaltarak gıda kalitesinin korunmasında kritik olabilir. Böylece antioksidan hidroperoksit parçalanmasını geciktirmek ile ilişkilidir (Frankel 1996).

Sığır eti kavurma üretiminde kavurmanın kimyasal özelliklerine etkisini belirlemek için yapılan bir çalışmada (İbik 2007) doğal antioksidan özellik gösteren baharatların kullanımının kavurma üretiminin 0. gününde TBA üzerine bir farklılık yaratmadığı gözlenmiştir. Baharat ilavesiz sığır eti kavurmasında 0.günde 0,25 mg MDA/kg bulunurken baharat ilaveli sığır eti kavurmasında 0,23-0,24 mg MDA/kg olarak bildirilmiştir. Depolama süresi uzadıkça TBA değerlerinde de artış gözlenmiştir (Aksu ve Kaya 2005, İbik 2007). Vural ve Öztan (1989) yaptıkları bir çalışmada katkısız kavurmada TBA değerini 2,10 mg MDA/kg olarak kaydetmişlerdir.

Uzun (2010) kavurma üretiminde pişirme işlemi boyunca TBARS değerinin önemli ölçüde arttığını bildirmiştir. Pişirme işlemi süresince TBARS değeri 0,14-1,94 mg MDA/kg, pişirme işleminin sonunda ise TBARS değerleri 0,67-1,94 mg MDA/kg arasında değişmiştir. Pişirme işlemi ette lipoprotein kompleksinin parçalanmasına yol açıp lipid fraksiyonu açığa çıktığından oksidasyona daha hassas hale gelir. Böylece pişirme işlemi kastaki lipid oksidasyonunu artırdığından TBARS değeri de artmaktadır.

Yetim ve ark (2006) katkısız kavurmada üretim sonrası TBA değerini 1,51 mg MDA/kg, nitrit ilavelide 0,31 mg MDA/kg olarak bildirmişlerdir. Bu azalmanın nitritin antioksidan etkisinden dolayı olduğunu da belirtmişlerdir.

İbik (2007) yaptığı çalışmada baharat ilavesiz sığır eti kavurmasında üretim sonrası peroksit değerini 1,78 mEq O_2/kg yağ, baharat ilaveli kavurmada ise 1,97-2,01 mEq O_2/kg yağ olarak bildirmişlerdir. Sarıgöl (1978) kutu ve halk tipi kavurmalarda peroksit değerlerini sırasıyla 5 ve 9 mEq O_2/kg yağ olarak saptayıp peroksit değerlerinin depolama süresine bağlı olarak arttığını da bildirmiştir. Tiryakioğlu ve Yücel (1995) ise Bursa piyasasından temin ettikleri kavurmaların peroksit değerlerini 61,44 mEq O_2/kg yağ olarak kaydetmişlerdir. Yetim ve ark (2006) katkısız kavurmada üretim sonrası peroksit değerini 4,65 mEq O_2/kg yağ, nitrit ilavelide 3,58 mEq O_2/kg yağ olarak bildirmişlerdir. Aksu (2007) antioksidan katkısız kavurmada 1,59 mEq O_2/kg yağ, antioksidan katkılıda ise 1,19-1,37 mEq O_2/kg yağ olarak tespit etmiştir.

Yağda FFA miktarı lipazların hidrolitik aktivitesine, miktobiyel metabolik işleme ve lipolizisde FFA'yı açığa çıkaran oksidatif reaksiyonlara bağlıdır. Bu reaksiyonlar hem kavurma üretiminde kullanılan materyale hem de üretim yöntemine bağlıdır. Lipidler ve fosfolipidler lipaz ve fosfolipaz ile hidrolize olarak FFA oluşur, FFA'da peroksitlere okside olmaktadır (Toldra 1994). Kowale ve ark (1996) etin pişirilmesi ile FFA miktarında önemli artış olduğunu kaydetmişlerdir.

İbik (2007) yaptığı çalışmada baharat katkısız sığır eti kavurmasında asitliği (oleik asit cinsinden) % 0,46, baharat katkılı sığır eti kavurmalarında ise % 0,45-0,47 olarak kaydetmişlerdir. Yetim ve ark (2006) katkısız kavurmada üretim sonrası asidite değerini 0,81 mg KOH/g yağ, nitrit ilavelide 0,85 mg KOH/g yağ olarak bildirmişlerdir. Aksu (2007) antioksidan katkısız kavurmada asitliği % 0,30 (g oleik asit/100 g yağ), antioksidan katkılıda ise % 0,25-0,27 olarak tespit etmiştir.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Hammaddenin Temin Edilmesi

Araştırmada çeşitli et ürünleri; fermente ve ısıl işlem görmüş sucuk, pastırma, salam ve kavurmanın deneysel üretimi için parça gövde etleri ve yağlar Konya il merkezinde muhtelif marketlerin kasap reyonlarından temin edildi. Et ürünlerinin üretimi, her bir ürün için güvenilirlik ve geçerlik açısından üç tekrar yapıldı. Üretim aşamalarında, analizler için 200'er g ağırlığında olacak şekilde toplam 84 numune vakum ambalajlı paketlenerek soğuk zincir altında laboratuvara getirilerek analizleri yapıldı.

2.1.2. Katkı Maddelerinin Temin Edilmesi

Araştırmada et ürünlerinin deneysel olarak üretimlerinde kullanılan baharatlar ve katkı maddeleri Konya il merkezinden temin edilmiştir.

2.2. Metot

2.2.1. Deneysel Et Ürünlerinin Üretimi

Projede sucuk, salam, pastırma ve kavurmanın üretim teknolojisinde çeşitli aşamalarında uygulanan işlemlerin ürün bileşimindeki et-yağların, bileşimi, kimyasal kompozisyonu üzerine etkileri incelendi. Bu amaçla gerçekleştirilen deneysel üretimler, piyasada yüksek üretim kapasitesine sahip işletmelerde uygulanan üretim teknikleri dikkate alınarak gerçekleştirildi.

Deneysel sucuk üretimi

Deneysel sucuk üretimi, fermente ve ısıl işlemi görmüş sucuk olarak iki farklı şekilde yapıldı. Her iki metotta da hammadde olarak; % 90 oranında, olgunlaşmasını tamamlamış, pH değeri 5.6 olan kaburga ve gerdan bölgesi etleri, % 10 oranında dondurulmuş taze böbrek yağı ve et yağı kullanıldı. Et ve yağ, kıyma makinesinin kuşbaşı aynasından geçirilerek karıştırma kazanına alındı. Üzerine % 2 tuz, % 1,5 sarımsak, % 1 kimyon, % 0,5 karabiber, % 0,7 tatlı kırmızı biber, 0,7 acı kırmızı biber, % 0,3 yenibahar, % 0,35 toz şeker, % 0,015 sodyum nitrit ilave edilerek

homojen hale gelene kadar birkaç kez karıştırıldı. Karışım paslanmaz çelik küvetler içerisinde, 24 saat süreyle 2-4 ºC' deki soğuk hava deposuna ön olgunlaştırmaya alındı. Ön olgunlaştırmadan sonra karışım kıyma makinesinin sıfır numara aynasından geçirilerek tekrar karıştırma kazanına alındı. Karışıma % 0,03 askorbik asit ilave edilip birkaç kez karıştırıldıktan sonra sıcaklığı 4 ºC' yi geçmeden sucuk dolum makinesinin haznesine alındı. Sucuk hamuru dolum makinesinden, sığır ince bağırsağının işlenmesiyle elde edilen doğal kılıflar içerisine kangal şeklinde doldurudu. Dolumda kullanılan doğal barsaklar, kullanımlarından önce % 1' lik potasyum sorbat çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilip tuzlarından arındırıldıktan ve genişlik, kayganlık ve elastikiyetleri tekrar kazandırıldıktan sonra kullanıldı. Doldurma işlemi tamamlandıktan sonra kılıfların uçları bağlanarak sucuk arabalarına asıldı. Kılıf içerisindeki hava boşlukları iğne batırmak suretiyle alındı.

Deneysel fermente sucuk üretimi

Doğal bağırsaklara doldurulup sucuk arabalarına bağlanan sucuklar, sıcaklığı, rutubeti ve hava cereyanı ayarlanabilen sucuk olgunlaştırma odasına yerleştirildi. Olgunlaştırma odasının ilk gün, rutubeti % 95, sıcaklığı 20 °C, hava cereyanı 0,5 m/sn, ikinci ve üçüncü gün, rutubeti % 90, sıcaklığı 20 °C, hava cereyanı 0,5 m/sn, dördüncü gün, rutubeti % 80, sıcaklığı 20 °C, hava cereyanı 0,5 m/sn, beşinci ve altıncı gün, rutubeti % 95, sıcaklığı 18 °C, hava cereyanı 0,1 m/sn'ye ayarlanarak olgunlaştırma gerçekleştirildi. Sucuklar bağırsaklara doldurulduktan altı gün sonra tüketime hazır hale getirildi.

Deneysel ısıl işlem görmüş sucuk üretimi

Doğal bağırsaklara doldurulup sucuk arabalarına bağlanan sucuklar, fırına yerleştirilip ilk aşamada 40 °C' de 15 dakika hızlı kurutma işlemine tabi tutuldu. Sonraki aşamalarda sucuklar; 50 °C' de iç sıcaklık 38 °C olana kadar yavaş kurutma, 55 °C' de 20 dakika hızlı kızartma, 63 °C' de iç sıcaklık 50 °C olana kadar yavaş kızartma, 70 °C ve % 70 rutubette iç sıcaklık 65 °C olana kadar yavaş pişirme işlemlerine tabi tutuldu.

Deneysel pastırma üretimi

Deneysel pastırma üretiminde yağ içeriğinin ve mermerleşmenin fazla olmasından dolayı pirzola et preparatı tercih edildi. Açım işlemiyle şekil verilen etlerin kalın olan ucuna ip geçirildikten sonra söküm işleminin yapıldığı yüzüne 4-10 yerinden 45 derecelik açıyla et kalınlığının ½' sini geçmeyecek şekilde kas liflerine paralel olarak şaklama işlemi yapıldı. Şaklanmış etlere paslanmaz çelik küvetler içerisinde tuzlama işlemi yapıldı. Tuzlama işleminde, et ağırlığının % 10' u oranında karınca başı iriliğinde tuz, % 0,1 oranında sodyum nitrat kullanıldı. Pastırmalık etler, şakların içi parmaklar yardımıyla iyice tuzla doldurulduktan sonra şaklar üste gelecek şekilde paslanmaz çelik küvetler içerisinde 24 saat bekletildi. Bu sürenin sonunda pastırmalık etler döndürülüp şaklar aşağıya gelecek şekilde 12 saat daha bekletildi. Tuzlama sonrasında pastırmalık etler (tuzlular) iplerinden tutularak içi su dolu küvetler içinde çalkalanarak yıkama işlemi gerçekleştirildi. Yıkama işlemi ikinci bir küvet içinde tekrarlandıktan sonra birinci kurutma işlemi için cereklere asıldı. Pastırma yapımı soğuk mevsimde yapıldığı için bu işlem 10 gün sürdü. Bu süre sonunda tuzlulara hidrolik et-pres aletinde 1,0 kg/cm² basınç uygulanarak 10 saat süreyle birinci denklemeye alındı. Pastırmalık etler birinci denklemeden alındıktan sonra 10 gün süreyle ikinci kurutmaya alındı. İkinci defa kurutulan etler 1,5 saat süreyle tekrar denklemeye alındı. İkinci denklemeden sonra pastırmalık etler 5 gün süreyle askılarda üçüncü kez kurutuldu. Çemenleme işlemi için % 22,5 çemen unu (buy otu tohumunun unu), % 15 sarımsak, % 7,5 acı ve tatlı kırmızı biber, % 55 su oranıyla çemen hamuru hazırlandı. Kurutulan etler 2 gün süreyle paslanmaz çelik küvetler içerisinde çemene yatırıldı. Bu süre sonunda etler çemen hamurundan çıkarılıp her tarafının kalınlığı eşit olacak şekilde elle sıvazlandıktan sonra askılara asılarak, doğal hava koşullarında 5 gün süreyle çemenli kurutma işlemi gerçekleştirildi.

Deneysel salam üretimi

Deneysel salam üretiminde hammadde olarak; % 80 oranında kaburga ve gerdan bölgesi etleri, % 20 oranında dondurulmuş taze böbrek yağı ve et yağı kullanıldı. Et küçük parçalar halinde kutere konuldu. İlk aşamada üzerine; % 2 tuz, 0,015 sodyum nitrit, % 0,3 sodyum polifosfat ilave edilip kuter tablası 3-4 kez döndürüldü. Üzerine kullanılacak toplam % 20' lik buzun yarısı ve buzun hamur içinde kaybolmaya başlamasıyla yağın tamamı ilave edildi. Buzun kalan kısmı, emülsiyon sıcaklığının 21 ºC'yi geçmemesi için yavaş yavaş ilave edilirken, baharat karışımı; % 0,4

toz karabiber, % 0,4 kırmızı biber, % 0,2 toz şeker ve % 0,03 suda çözünmüş askorbik asit ilave edildi. Son aşamada stabilizatör olarak % 4 patates nişastası ilave edildikten sonra salam hamuru suni kılıflara doldurulmak üzere dolum makinesinin haznesine alındı. Hamur, kılıflara doldurulup, kılıfların uçları bağlandıktan sonra salam arabasına birbirlerine değmeyecek şekilde asıldı. Asılan salamların dış yüzeylerine bulaşmış materyallerin uzaklaştırılması amacıyla basınçlı suyla yıkandıktan sonra, sıcaklık, rutubet ve hava cereyanı kontrol edilebilen kurutma, haslama ve dumanlama fonksiyonlarına sahip bir cihaza (Fessmann, Wilhelm Fessmann Gmbh. And Co.) yerleştirildi. Fırında salamlara sırasıyla; 55 ºC' de kuru ısıda 20 dk ön kurutma, 45 dk dumanlama, 77 ºC' de iç sıcaklık 72 ºC olana kadar yaklaşık 2 saat süreyle pişirme işlemi uygulandı. Pişirme işleminden sonra salam arabası fırından çıkarılıp salam iç sıcaklığı 32 ºC olana kadar soğuk su ile duşlanarak soğutuldu.

Deneysel kavurma üretimi

Deneysel kavurma üretiminde hammadde olarak, ön çeyrek sığır gövdesindeki kuşbaşılık etler, gövde et yağı, iç yağı ve böbrek yağı kullanıldı. Etler 4-6 cm boyutlarında kuşbaşı şeklinde doğrandıktan sonra kavurmada kullanılacak yağın % 20' siyle beraber pişirme kazanlarına alındı. Kazanın ağzı açık vaziyette et suyunu salamaya başlayana kadar bir süre ısıtıldıktan sonra, et ağırlığının % 2'si kadar mutfak tuzu ilave edildi. Etin sıcaklığı 60 ºC' ye ve basıncı 3 atm' ye ulaştığında kalan yağın hepsi ilave edildi. Pişirme işlemine, 105 ºC' de 4 atm basınç altında yaklaşık 2,5 saat devam edildi. Pişirme işlemi sonunda kazanın içindeki yağ sızdırılarak başka bir kaba alındı. Kavurmanın konulacağı plastik kapların dip kısmına bir miktar sızdırılmış yağ konulduktan sonra üzerine kavrulmuş et ve etin % 25' i kadar daha süzme yağı etin üzerini 2 cm örtecek şekilde ilave edildi. Kavurma yağının donması beklendi ve kabın ağzı kapatılarak paketlendi.

2.2.2. Numunelerin Temin Edilmesi

Araştırmada deneysel olarak üretilen et ürünlerinin Üretim aşamalarında yağ asidi bileşiminde meydana gelen değişiklikleri ve yağlarda meydana gelen oksidasyonu belirlemek amacıyla 200' er g ağırlığında olacak şekilde numuneler temin edildi. Numuneler vakum ambalajlı paketlenerek soğuk zincir altında laboratuvara getirilerek analizleri yapıldı. İncelenen et ürünleri; fermente ve ısıl işlem görmüş sucuk, salam, pastırma ve kavurmanın numune alınan aşamaları şekiller halinde verilmiştir.

Sucuk Üretiminde kullanılan hammaddenin (et ve yağ karışımı) hazırlanması

↓→**1.numune**

Kıyma makinesinin kuşbaşı aynasından çekilmesi

↓

Hamur karıştırma makinesine alınan karışıma

tuz, şeker, baharat karışımı, sarımsak ve

katkı maddeleri (askorbik asit hariç)

ilave edilerek homojen hale getirilmesi

↓→**2.numune**

Sucuk hamuru 2-4 °C'de yaklaşık 24 saat süreyle

ön olgunlaşmaya bırakılması

↓→**3.numune**

Sucuk hamuru kıyma makinesinin

sıfır aynasından (3 mm çaplı) çekilmesi

↓

Karıştırma kazanına alınan karışıma askorbik asit ilave edilip

homojen karışımı sağlanması

↓

Sucuk hamuru kılıflara doldurulması

↓→**4.numune**

Şekil 2.2.2.1. Sucuk üretiminde numune alınan aşamalar.

↓	↓
Klasik olgunlaştırma ve kurutma	Isıl işlem uygulaması (fırında)
1.gün % 95 rutubet, 21 °C' de	40 °C' de
hava cereyanı 0,5 m/sn	15 dakika hızlı kurutma
↓→**5.numune**	↓→**8.numune**
2.gün % 90 rutubet, 20 °C' de	50 °C' de
hava cereyanı 0,5 m/sn	iç sıcaklık 38 °C olana kadar yavaş kurutma
↓	↓→**9.numune**
3.gün % 90 rutubet, 20 °C' de	55 °C' de
hava cereyanı 0,5 m/sn	20 dakika hızlı kızartma
↓→**6.numune**	↓→**10.numune**
4.gün % 80 rutubet, 20 °C' de	63 °C' de
hava cereyanı 0,5 m/sn	iç sıcaklık 50 °C olana kadar yavaş kızartma
↓	↓→**11.numune**
5.gün % 80 rutubet, 18 °C' de	70 °C, %70 rutubette
hava cereyanı 0,1 m/sn	iç sıcaklık 65 °C olana kadar yavaş pişirme
↓	↓→**12.numune**
6.gün % 80 rutubet, 18 °C' de	SUCUK
hava cereyanı 0,1 m/sn	
↓→**7.numune**	
SUCUK	

Şekil 2.2.2.1 (Devam). Sucuk üretiminde numune alınan aşamalar.

Salam üretiminde kullanılan etin kuterde
parçalanması ve yağ ilave edilmesi

↓→**1.numune**

Katkı maddeleri, tuz, şeker, baharatlar
ve buz ilave edilmesi

↓

Kuterde işlenmesi (emülsifikasyon)

↓→**2.numune**

Kılıflara doldurulup yıkanması

↓

Kurutma

↓→**3.numune**

Dumanlama

↓→**4.numune**

Haşlama

↓→**5.numune**

Soğutma

↓→**6.numune**

SALAM

Şekil 2.2.2.2. Salam üretiminde numune alınan aşamalar.

Pastırma Üretiminde Kullanılan Et

↓→**1.numune**

Etlerin şaklanması

↓

Pastırmalık etler tuzlanması, istiflenmesi
24 saat süre ile bekletilmesi

↓

Pastırmalık etlerin döndürülerek,
12 saat bekletilmesi

↓→**2.numune**

Pastırmalık etlerin yıkanması

↓

Birinci kurutma ve soğuk denkleme

↓→**3.numune**

İkinci kurutma ve sıcak denkleme

↓→**4.numune**

Üçüncü kurutma

↓→**5.numune**

Çemenleme ve çemenli pastırmanın
1-7 gün süreyle kurutulması

↓→**6.numune**

PASTIRMA

Şekil 2.2.2.3. Pastırma üretiminde numune alınan aşamalar.

Kavurmada kullanılan yağın % 20'si ve etin

pişirme kazanına konulması

↓→**1. numune**

Pişirme kazanında ağzı açık olarak

bir süre ısıtılması

↓→**2. numune**

Et suyunu salmaya başladığında tuz ilave edilmesi

↓

Etin sıcaklığı 50-60 °C' ye ve 3 atm basınca ulaştığında

yağın geri kalanı ilave edilmesi

ve 105 °C' de ve 4-5 atm basınç altında pişirilmesi

↓

Etin % 35-40 rutubet firesi verene kadar

yaklaşık 2-2,5 saat süreyle pişirilmesi

↓→**3. numune**

Ağırlığın % 25'i kadar

kazandan alınan süzme yağı ilave edilmesi

↓→**4. numune**

KAVURMA

Şekil 2.2.2.4. Kavurma üretiminde numune alınan aşamalar.

2.2.3. Kimyasal Analizler

Deneysel olarak üretilen et ürünlerinden belirli üretim aşamalarında alınan numunelerde yapılan analizler başlıklar halinde aşağıda belirtilmiştir.

Yağ asidi analizi

Et ve et ürünlerinin gaz kromatografi cihazıyla total yağ asidi analizleri belli başlı 3 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Numunelerin homojenizasyonu

Numuneler, dakikada 20.000 devir yapabilen bir bıçağı olan Ultra Turrax yardımıyla kloroform-metanol kullanılarak homojen hale getirildi. Evoperatör yardımıyla çözücü homojen karışımdan uzaklaştırıldı. Böylece numune homojenizasyonu tamamlanıp, yağı ekstrakte edilmiştir (Folch ve ark 1957).

Esterleştirme işleminin yapılması

Homojenize edilmiş yağ örneğinden 0,16–0,20 g alınarak yağ balonlarına konuldu. Üzerine 4 ml % 2' lik metanollü NaOH çözeltisi ilave edildi ve sonra su banyosu üzerinde sabunlaşma oluncaya kadar 10 dakika kaynatıldı. Sabunlaşma sonunda, yağ balonu içine 5 ml % 14' lük BF_3–metanol kompleksi eklenip 5 dakika daha kaynatıldı. Kaynama sonrasında balon sürekli ve yavaş bir şekilde çalkalandıktan sonra üzerine 2 ml n–heptan ilave edildi ve bir dakika daha kaynatıldı. Üzerine 4 ml doymuş NaCl çözeltisinden ilave edildi. Karışım iyice çalkalandıktan sonra ayırma hunisine alınarak, 5–10 dakika kadar fazların ayrılması beklendi. Bu işlemlerin sonunda alttaki sulu faz atılmış ve üstteki açık sarı renkli fazın Na_2SO_4 ile suyu kurutulmuş oldu. Daha sonra 0,45 mm çaplı özel süzgeçlerden geçirilerek viallere konuldu ve analizin yapılacağı zamana kadar derin dondurucuda saklandı (Paquot 1979).

Numunelerin gaz kromatografi cihazına enjekte edilmesi

Yağ asitleri metil esterleri gaz kromatografisi (HP 6890, Agilent, USA) ile HP-88 kolonu kullanarak (100 m x 250 μm x 0.25 μm) (Agilent, USA) analiz edildi. Gaz kromatografi şartları: enjektör sıcaklığı: 250 ^oC, detektör sıcaklığı: 280 ^oC,

taşıyıcı gaz: H_2, split oranı 1/50-1/25, sıcaklık programı: 1 dakika 120 ^oC' de, dakikada 10 ^oC artırarak 175 ^oC' ye ulaşması, 10 dakika 175 ^oC' de, dakikada 5 ^oC artırarak 210 ^oC' ye ulaşması, 15 dakika 210 ^oC' de, dakikada 5 ^oC artırarak 230 ^oC' ye ulaşması, 5 dakika 230 ^oC'de bekletilmesidir. FAMEmix-37 ve FAMEmix-C8-C24 (Supelco, Bellefonte, PA, USA) standartları kullanarak retensiyon zamanları karşılaştırılarak pikler belirlendi. Yağ asitleri miktarı yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi olarak belirlendi.

Yağların oksidasyon derecelerinin belirlenmesi

Et ve et ürünlerinde yağların oksidasyon derecelerini belirlemek için yaygın olarak iki farklı metot kullanıldı.

TBA analizi

Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonun ölçümü en yaygın olarak TBA (tiyobarbitürik asit) analizi, MA ve TBA' nın reaksiyonun maksimum 530 nm dalga boyunda TBA-MA kompleksini meydana getirmesi prensibine dayanır. Alınan numunelerdeki yağın oksidasyon derecesi Tiyobarbitürik asit testi ile Pikul ve ark (1989)' nın belirttiği asit ekstraksiyon metodu uygulanarak gerçekleştirildi. Bu analiz için, et ürünlerinin üretim aşamalarında alınan numunelerden 10' ar g alınarak her bir numune üzerine 34,25 ml % 4' lük perklorik asit ve 1 ml bütillendirilmiş hidroksi toluen (butylated hydroxy toluen, BHT) solüsyonu ilave edilip, dakikada 20.000 devir yapabilen bir bıçağı olan Ultra Turrax kullanılarak homojenize edildi. Homojenizasyondan sonra 4000 devirde 4 ^oC' de iki dakika santrifüj edilerek numune, 50 ml' lik balon jojeye filtre kağıtları vasıtasıyla süzüldü. Süzme işlemi sonrasında süzgeç kağıtları 5 ml distile su ile balon joje içine yıkandı ve balon joje % 4' lük perklorik asit ile 50 ml' ye tamamlandı. Ağzı kapatılarak iyice karıştırıldıktan sonra buradan ağzı kapalı deney tüpüne 5' er ml konuldu ve üzerine 0,02 M tiyobarbitürik asit çözeltisinden konulup karıştırıldı. Tüpler kaynar su banyosunda bir saat bekletildikten sonra hızla soğutuldu. Numuneler spektrofotometrede 532 nm dalga boyunda blanke karşı okundu. Uygulamada perklorik asit çözeltisi ekstraksiyon solüsyonu olarak, BHT ise deneysel işlemler sırasında meydana gelebilecek oksidasyonları önlemek amacıyla kullanıldı.

Peroksit sayısı tayini

Et ve et ürünlerinde peroksit sayısı tayini, deney koşullarında potasyum iyodürü oksitleyen miliekivalant cinsinden peroksit miktarının edilmesi prensibine dayanır. Numunelerin homojenizasyonu ve ekstraksiyonu sonucu elde edilen yağlardan 5,00±0,05' er g 250 ml' lik erlen mayer içerisine alındı. Üzerine 3 birim asetik asit-2 kısım kloroform şeklinde hazırlanmış asetik asit-kloroform çözeltisinden 30 ml ilave edilerek iyice karıştırıldı. Sıcak suda doymuş KI (potasyum iyodür) çözeltisinden çözünmüş örnek üzerine ilave edilip kaynatıldı ve 1 dakika bekletildi. Üzerine 30 ml saf su ilave edildikten sonra, çözeltinin sarı rengi tamamen kaybolana kadar 0,01 N $Na_2S_2O_3$ (Sodyum tiyosülfat) çözeltisi ile titre edildi. Karışıma % l' lik 0,5 ml nişasta çözeltisi ilave edildi ve mavi renk kaybolana kadar titrasyona devam edildi. Harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (V2) belirlendi. Deneye paralel olarak numune kullanmaksızın, deneyde kullanılan reaktiflerden aynı miktarlar kullanılarak ve aynı işlemler uygulamalar tekrar yapıldı ve harcanan soydum tiyosülfat çözeltisi hacmi (V1) belirlendi. Elde edilen değerler formül üzerine yerleştirilerek peroksit sayıları belirlendi (AOCS 1949).

Asitlik tayini (Asit sayısı)

Et ve et ürünlerinde asitlik derecesi, 100 g yağda bulunan serbest yağ asitlerini nötrleştirmek için harcanan normal alkalinin ml sayısıdır. Numunelerin homojenizasyonu ve ekstraksiyonu sonucu elde edilen yağlardan yaklaşık 5 g tartılarak 250 ml' lik bir erlen mayer içerisine alındı. Üzerine yarı yarıya karıştırılmış ve nötrleştirilmiş alkol-eter karışımından 25-30 ml alınarak kuvvetlice çalkalandı ve yağın erimesi sağlandı. Üzerine 0,1 ml fenolftalein ilave edilerek 0,1 N NaOH ile titre edildi. Kalıcı pembe renk oluşunca titrasyona son verildi ve harcanan NaOH çözeltisinin hacmi formül üzerinde yerine konarak numunelerin serbest yağ asitliği % oleik asit cinsinden belirlendi (TSE 1997). Harcanan her bir ml 0,1 N NaOH 0,028 g oleik aside eşdeğerdir.

Serbest yağ asidi (%) = (Harcanan NaOH (ml) x N x F x 28,2) / (Numune ağırlığı (g))
N = NaOH'ın normalitesi
F = NaOH'ın faktörü

2.2.4. İstatistik Analizler

Veriler SPSS paket programında analiz edildi. Verilerde zaman içinde değişim tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Genel linear model analizi, Greenhouse-Geisser düzeltmesi ile) kullanılarak incelendi. Zaman içinde anlamlı bir değişim ($p<0,05$) saptandığı durumda işlem sonrası alınan veriler ilk veri ile karşılaştırıldı. Zaman içinde değişim anlamlı olmasına rağmen ilk veri ile arasında farklılık yoksa bir önceki ölçüm ve son ölçüm ile farklılık test edildi (Hayran ve Hayran 2011). Veriler ortalama ve standart sapma olarak verildi.

3. BULGULAR

3.1. Sucuk Üretim Aşamalarında Yağ Asitleri Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler

Fermente sucuk üretim aşamalarında yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi ve istatistik değerlendirmeler Çizelge 3.1.1' de, ısıl işlem görmüş sucuk üretimindeki değerlendirmeler ise Çizelge 3.1.2' de verilmektedir. Sucuk hamurundan fermente sucuk üretimine kadarki işlemler toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinde artışa (p=0,008) yol açmıştır. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla artış C17:0 (p=0,038) yağ asitinde olmuştur. Toplam doymamış yağ asitleri (p=0,008), tekli doymamış yağ asitleri (p=0,042) ve çoklu doymamış yağ asitleri (p=0,022) yüzdelerinde fermente sucuk üretiminde istatistik açıdan önemli derecede azalma görülmüştür. Doymamış yağ asitleri içerisinde istatistik açıdan önemli azalma C18:2n6t (p=0,038) ve C18:3n6 (p=0,040) yağ asitlerinde gözlenmiştir. Fermente sucuk üretiminde görüldüğü şekilde sucuk hamurundan ısıl işlem görmüş sucuk üretimine kadar olan işlemler de toplam doymuş yağ asitlerinde artışa (p=0,011), toplam doymamış yağ asitleri (p=0,011), tekli doymamış yağ asitleri (p=0,002) ve çoklu doymamış yağ asitleri (p=0,018) yüzdelerinde önemli azalmaya neden olmuştur. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla artış C12:0 (p=0,033), C16:0 (p=0,015) ve C18:0 (p=0,030) yağ asitlerinde görülmüştür. Doymamış yağ asitleri içerisinde önemli azalma ise C16:1 (p=0,020), C18:1n9c, C18:1n9t, C18:2n6c, C18:3n3, C18:3n6 ve C20:5n3 yağ asitlerinde olmuştur.

Sucuk hamuru üretimine kadar çeşitli aşamalarda TBARS (mg MDA/kg), peroksit değeri (PD, mEq O_2/kg yağ) ve asitlik değerindeki (g oleik asit/kg yağ) değişimler ve istatistik değerlendirmeler Çizelge 3.1.3' de, sucuk hamurundan fermente sucuk üretimine kadar olan aşamalardaki değerlendirmeler Çizelge 3.1.4' de ve ısıl işlem görmüş sucuk üretimine kadar olan aşamalardaki değerlendirmeler ise Çizelge 3.1.5' de gösterilmektedir. Sucuk hamuru üretimine kadarki çeşitli aşamalarda TBARS, peroksit değeri ve asitlik değerleri bakımından farklılık gözlenmemiştir. Sucuk hamur üretiminden gerek fermente sucuk üretimi ve gerekse ısıl işlem görmüş sucuk üretimine kadar olan aşamalarda ise TBARS, peroksit değeri ve asitlik değerleri bakımından istatistik açıdan önemli farklılıklar (p<0,001) bulunmuştur.

Çizelge 3.1.1. Sucuk hamurundan fermente sucuk üretimine kadar olan aşamalarda yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Fermente sucuk üretim aşaması						Aşamalar arası
	4	5	6	7	F	p	önemlilik
10:0	0,05 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,02	0,18	0,7210	
12:0	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01	5,71	0,1165	
14:1	0,82 ± 0,07	0,79 ± 0,04	0,80 ± 0,05	0,79 ± 0,04	2,63	0,2439	
14:0	2,57 ± 0,19	2,62 ± 0,14	2,68 ± 0,16	2,69 ± 0,19	3,21	0,1972	
15:0	0,65 ± 0,10	0,69 ± 0,08	0,73 ± 0,06	0,76 ± 0,06	5,42	0,0878	
16:1	2,70 ± 0,14	2,62 ± 0,25	2,61 ± 0,15	2,47 ± 0,15	6,37	0,0933	
16:0	23,13 ± 0,20	23,28 ± 0,35	23,38 ± 0,29	23,57 ± 0,32	8,23	0,0662	
17:1	0,33 ± 0,07	0,33 ± 0,07	0,32 ± 0,07	0,30 ± 0,08	2,31	0,2579	
17:0	1,13 ± 0,22	1,12 ± 0,19	1,16 ± 0,21	1,21 ± 0,20	12,25	0,0383	4-5, 5-6, 5-7
18:2n6t	1,62 ± 0,22	1,54 ± 0,27	1,49 ± 0,27	1,44 ± 0,22	10,42	0,0304	4-7, 5-7, 6-7
18:0	20,75 ± 0,30	21,00 ± 0,12	21,06 ± 0,14	21,20 ± 0,23	3,12	0,2176	
18:1n9c	40,95 ± 0,29	40,86 ± 0,36	40,73 ± 0,29	40,78 ± 0,29	15,62	0,0524	
18:1n9t	0,17 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,15 ± 0,02	0,15 ± 0,03	2,76	0,2278	
18:2n6c	2,37 ± 0,14	2,30 ± 0,13	2,25 ± 0,09	2,12 ± 0,10	11,17	0,0550	
18:3n3	0,68 ± 0,07	0,59 ± 0,09	0,57 ± 0,06	0,53 ± 0,03	4,67	0,1435	
18:3n6	0,58 ± 0,03	0,55 ± 0,05	0,52 ± 0,03	0,45 ± 0,05	12,32	0,0401	4-6, 5-6, 4-7, 5-7
20:1	0,11 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	3,16	0,2046	
20:0	0,85 ± 0,10	0,86 ± 0,07	0,91 ± 0,06	0,97 ± 0,03	4,29	0,1510	
20:3n6	0,34 ± 0,03	0,33 ± 0,03	0,29 ± 0,01	0,24 ± 0,04	5,82	0,1360	
20:5n3	0,14 ± 0,02	0,13 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	6,18	0,1140	
22:6n3	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,00	1,0000	

Çizelge 3.1.1. (Devam) Sucuk hamurundan fermente sucuk üretimine kadar olan aşamalarda yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Fermente sucuk üretim aşaması						Aşamalar arası
	4	5	6	7	F	p	önemlilik
SFA	49,17 ± 0,52	49,67 ± 0,38	50,04 ± 0,32	50,51 ± 0,29	63,92	0,0084	4-5, 4-6, 4-7
UFA	50,83 ± 0,52	50,33 ± 0,38	49,96 ± 0,32	49,49 ± 0,29	63,92	0,0084	4-5, 4-6, 4-7
MUFA	45,08 ± 0,42	44,86 ± 0,63	44,70 ± 0,44	44,56 ± 0,43	10,87	0,0418	4-6, 5-6, 4-7, 5-7
PUFA	5,75 ± 0,36	5,47 ± 0,50	5,26 ± 0,37	4,93 ± 0,27	19,40	0,0221	4-6, 5-6, 4-7, 5-7
UFA/SFA	1,03 ± 0,02	1,01 ± 0,02	1,00 ± 0,01	0,98 ± 0,01	56,50	0,011	4-5, 4-6, 4-7
MUFA/SFA	0,92 ± 0,02	0,90 ± 0,02	0,89 ± 0,01	0,88 ± 0,01	42,24	0,006	4-5, 4-6, 4-7
PUFA/SFA	0,12 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,10 ± 0,01	22,65	0,013	4-6, 4-7
n6/n3	5,82 ± 0,34	6,30 ± 0,55	6,45 ± 0,39	6,32 ± 0,19	1,20	0,389	

Çizelge 3.1.2. Sucuk hamurundan ısıl işlem görmüş sucuk üretimine kadar olan aşamalarda yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Isıl işlem görmüş sucuk üretim aşaması								Aşamalar arası
	4	8	9	10	11	12	F	p	önemlilik
10:0	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	1,600	0,3303	
12:0	0,04 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,01	12,217	0,0330	4-8, 4-11, 4-12
14:1	0,82 ± 0,07	0,79 ± 0,05	0,84 ± 0,06	0,82 ± 0,07	0,82 ± 0,07	0,81 ± 0,05	6,747	0,0551	
14:0	2,57 ± 0,19	2,73 ± 0,16	2,77 ± 0,15	2,87 ± 0,08	2,87 ± 0,08	2,92 ± 0,06	9,816	0,0588	
15:0	0,65 ± 0,10	0,67 ± 0,06	0,70 ± 0,10	0,78 ± 0,08	0,83 ± 0,03	0,82 ± 0,03	10,318	0,0791	
16:1	2,70 ± 0,14	2,58 ± 0,08	2,50 ± 0,10	2,47 ± 0,12	2,33 ± 0,15	2,30 ± 0,10	21,935	0,0196	4-11, 4-12
16:0	23,13 ± 0,20	23,48 ± 0,25	23,83 ± 0,15	23,93 ± 0,15	23,97 ± 0,25	24,07 ± 0,31	17,691	0,0150	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
17:1	0,33 ± 0,07	0,31 ± 0,07	0,30 ± 0,06	0,31 ± 0,07	0,30 ± 0,07	0,30 ± 0,07	3,276	0,2007	
17:0	1,13 ± 0,22	1,19 ± 0,22	1,30 ± 0,37	1,38 ± 0,47	1,38 ± 0,46	1,42 ± 0,33	2,115	0,2719	
18:2n6t	1,62 ± 0,22	1,55 ± 0,22	1,45 ± 0,15	1,42 ± 0,09	1,39 ± 0,08	1,43 ± 0,10	5,891	0,1281	
18:0	20,75 ± 0,30	21,02 ± 0,16	21,30 ± 0,20	21,30 ± 0,10	21,43 ± 0,12	21,40 ± 0,10	10,387	0,0297	4-9
18:1n9c	40,95 ± 0,29	40,73 ± 0,37	40,40 ± 0,44	40,31 ± 0,46	40,39 ± 0,46	40,27 ± 0,44	36,885	0,0122	4-9, 4-10, 4-11, 4-12
18:1n9t	0,17 ± 0,02	0,15 ± 0,02	0,13 ± 0,02	0,14 ± 0,02	0,13 ± 0,01	0,13 ± 0,01	13,128	0,0224	4-8, 4-10, 4-11, 4-12
18:2n6c	2,37 ± 0,14	2,25 ± 0,13	2,10 ± 0,10	1,95 ± 0,05	1,87 ± 0,13	1,88 ± 0,10	59,690	0,0017	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
18:3n3	0,68 ± 0,07	0,58 ± 0,08	0,47 ± 0,08	0,43 ± 0,06	0,40 ± 0,05	0,37 ± 0,03	36,440	0,0087	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
18:3n6	0,58 ± 0,03	0,48 ± 0,03	0,41 ± 0,01	0,44 ± 0,05	0,41 ± 0,04	0,39 ± 0,04	22,787	0,0115	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
20:1	0,11 ± 0,02	0,10 ± 0,01	0,09 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,10 ± 0,02	0,09 ± 0,01	4,789	0,1197	
20:0	0,85 ± 0,10	0,85 ± 0,10	0,93 ± 0,04	0,91 ± 0,06	0,92 ± 0,05	0,94 ± 0,04	5,330	0,1408	
20:3n6	0,34 ± 0,03	0,27 ± 0,02	0,24 ± 0,04	0,22 ± 0,03	0,23 ± 0,03	0,21 ± 0,03	13,313	0,0598	
20:5n3	0,14 ± 0,02	0,12 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	17,556	0,0236	4-8, 4-9, 4-10, 4-11
22:6n3	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	1,366	0,3610	

Çizelge 3.1.2. (Devam) Sucuk hamurundan ısıl işlem görmüş sucuk üretimine kadar olan aşamalarda yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Isıl işlem görmüş sucuk üretim aşaması								Aşamalar arası
	4	8	9	10	11	12	F	p	önemlilik
SFA	49,17 ± 0,52	50,06 ± 0,46	50,95 ± 0,56	51,29 ± 0,56	51,53 ± 0,69	51,70 ± 0,61	71,294	0,0109	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
UFA	50,83 ± 0,52	49,94 ± 0,46	49,05 ± 0,56	48,71 ± 0,56	48,47 ± 0,69	48,30 ± 0,61	71,294	0,0109	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
MUFA	45,08 ± 0,42	44,66 ± 0,43	44,26 ± 0,53	44,13 ± 0,52	44,07 ± 0,55	43,90 ± 0,51	83,859	0,002	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
PUFA	5,75 ± 0,36	5,28 ± 0,29	4,80 ± 0,14	4,58 ± 0,18	4,40 ± 0,16	4,40 ± 0,15	48,914	0,0175	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
UFA/SFA	1,03 ± 0,02	1,00 ± 0,02	0,96 ± 0,02	0,95 ± 0,02	0,94 ± 0,03	0,93 ± 0,02	76,65	0,010	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
MUFA/SFA	0,92 ± 0,02	0,89 ± 0,02	0,87 ± 0,02	0,86 ± 0,02	0,86 ± 0,02	0,85 ± 0,02	88,72	0,006	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
PUFA/SFA	0,12 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	52,32	0,017	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
n6/n3	5,82 ± 0,34	6,30 ± 0,41	7,06 ± 0,77	7,45 ± 0,82	7,71 ± 0,38	7,98 ± 0,05	15,81	0,014	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12

Çizelge 3.1.3. Sucuk hamuru üretimine kadar çeşitli aşamalarda TBARS (mg MDA/kg), peroksit değeri (PD, meq O_2/kg yağ) ve asitlik değerindeki (g oleik asit/kg yağ) değişimler ve istatistik değerlendirmeler (ortalama±standart sapma).

	Sucuk hamuru üretimine kadar çeşitli aşamalar					
	1	2	3	4	F	p
TBARS	0,15 ± 0,03	0,16 ± 0,03	0,18 ± 0,03	0,18 ± 0,02	1,20	0,391
Peroksit değeri	0,61 ± 0,07	0,58 ± 0,03	0,54 ± 0,05	0,55 ± 0,02	4,10	0,164
Asitlik değeri	0,11 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,18 ± 0,02	0,23 ± 0,06	13,65	0,060

Çizelge 3.1.4. Sucuk hamurundan fermente sucuk üretimine kadar çeşitli aşamalarda TBARS (mg MDA/kg), peroksit değeri (PD, meq O_2/kg yağ) ve asitlik değerindeki (g oleik asit/kg yağ) değişimler değişimler ve istatistik değerlendirmeler (ortalama±standart sapma).

	Sucuk hamurundan fermente sucuk üretimi aşamaları						Aşamalar arası
	4	5	6	7	F	p	önemlilik
TBARS	0,18 ± 0,02	0,25 ± 0,02	0,44 ± 0,04	0,60 ± 0,03	845,02	<0,001	4-5, 4-6, 4-7
Peroksit değeri	0,55 ± 0,02	0,95 ± 0,08	3,59 ± 0,14	7,81 ± 0,25	1210,58	<0,001	4-5, 4-6, 4-7
Asitlik değeri	0,23 ± 0,06	0,41 ± 0,02	1,29 ± 0,08	3,13 ± 0,09	3199,37	<0,001	4-5, 4-6, 4-7

Çizelge 3.1.5. Sucuk hamurundan ısıl işlem görmüş sucuk üretimine kadar çeşitli aşamalarda TBARS (mg mda/kg), peroksit değeri (PD, meq O_2/kg yağ) ve asitlik değerindeki (g oleik asit/kg yağ) değişimler değişimler ve istatistik değerlendirmeler (ortalama±standart sapma).

	Sucuk hamurundan ısıl işlem görmüş sucuk üretimi aşamaları								Aşamalar arası
	4	8	9	10	11	12	F	p	önemlilik
TBARS	0,18 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,56 ± 0,03	0,74 ± 0,05	0,87 ± 0,05	1,13 ± 0,09	470,57	<0,001	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
Peroksit değeri	0,55 ± 0,02	0,96 ± 0,12	2,05 ± 0,26	2,99 ± 0,10	4,17 ± 0,16	5,98 ± 0,19	601,59	<0,001	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12
Asitlik değeri	0,23± 0,06	0,39 ± 0,02	0,92 ± 0,04	1,34 ± 0,08	1,63 ± 0,08	2,12 ± 0,09	469,56	<0,001	4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12

3.2. Salam Üretim Aşamalarında Yağ Asitleri Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler

Salam üretim aşamalarında yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi ve istatistik değerlendirmeler Çizelge 3.2.1' de verilmiştir. Salam üretiminde dumanlama ve ısıl işlemlerden sonra toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinde artış ($p=0,003$) görülmüştür. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla artış C14:0 ($p=0,013$) ve C16:0 ($p=0,001$) yağ asitlerinde olmuştur. Toplam doymamış ($p=0,003$), toplam tekli doymamış ($p=0,011$) ve toplam çoklu doymamış ($p=0,004$) yağ asitleri yüzdeleri de dumanlama ve ısıl işlemlerden sonra istatistik açıdan önemli derecede azalma göstermiştir. Doymamış yağ asitleri içinde istatistik açıdan önemli azalma C18:1n9c ($p=0,015$), C18:2n6c ($p=0,010$), C18:3n3 ($p=0,013$), 20:3n6 ($p=0,009$) ve 20:5n3 ($p=0,043$) yağ asitlerinde gözlenmiştir.

Salam üretim aşamalarında TBARS, peroksit değeri ve asitlik değeri ortalamaları ve istatistik değerlendirmeler Çizelge 3.2.2' de gösterilmiştir. Salam üretiminde yapılan işlemler sonucu TBARS ($p<0,008$), peroksit değeri ($p=0,001$) ve asitlik değeri ($p<0,001$) önemli derecede artmıştır.

Çizelge 3.2.1. Salam üretim aşamalarında yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Salam üretim aşaması								Aşamalar arası
	1	2	3	4	5	6	F	p	önemlilik
10:0	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,02	0,06 ± 0,02	3,108	0,199	
12:0	0,05 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,01	4,785	0,125	
14:0	2,32 ± 0,11	2,36 ± 0,08	2,35 ± 0,13	2,21 ± 0,09	2,92 ± 0,10	2,92 ± 0,08	41,686	0,013	1-5, 1-6
14:1	0,88 ± 0,06	0,84 ± 0,06	0,86 ± 0,04	0,85 ± 0,06	0,73 ± 0,03	0,76 ± 0,02	5,459	0,108	
15:0	0,53 ± 0,08	0,43 ± 0,08	0,45 ± 0,13	0,44 ± 0,15	0,67 ± 0,07	0,68 ± 0,06	4,200	0,137	
16:0	22,70 ± 0,15	22,72 ± 0,23	22,67 ± 0,12	22,67 ± 0,31	25,03 ± 0,21	25,30 ± 0,40	99,508	0,001	1-5, 1-6
16:1	2,69 ± 0,19	2,73 ± 0,08	2,58 ± 0,13	2,64 ± 0,09	2,50 ± 0,05	2,56 ± 0,08	5,879	0,081	
17:0	1,01 ± 0,09	1,07 ± 0,10	1,05 ± 0,11	1,08 ± 0,07	1,16 ± 0,06 ±	1,19 ± 0,06	1,847	0,301	
17:1	0,32 ± 0,03	0,32 ± 0,03	0,35 ± 0,03	0,34 ± 0,03	0,28 ± 0,06	0,28 ± 0,03	3,416	0,188	
18:2n6t	1,34 ± 0,11	1,37 ± 0,12	1,43 ± 0,06	1,41 ± 0,08	1,39 ± 0,07	1,41 ± 0,07	0,553	0,541	
18:0	21,87 ± 0,25	21,65 ± 0,23	21,83 ± 0,12	21,56 ± 0,07	21,90 ± 0,30	21,90 ± 0,17	1,223	0,386	
18:1n9c	41,09 ± 0,31	41,37 ± 0,28	41,22 ± 0,32	41,56 ± 0,46	39,58 ± 0,45	39,19 ± 0,25	28,248	0,015	1-3, 1-6
18:1n9t	0,18 ± 0,02	0,17 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,19 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,14 ± 0,02	3,526	0,159	
18:2n6c	2,33 ± 0,07	2,32 ± 0,13	2,38 ± 0,05	2,37 ± 0,07	1,40 ± 0,13	1,41 ± 0,21	47,861	0,010	1-5, 1-6
18:3n3	0,61 ± 0,06	0,59 ± 0,07	0,60 ± 0,09	0,58 ± 0,09	0,40 ± 0,07	0,40 ± 0,02	35,619	0,013	1-5, 1-6
18:3n6	0,58 ± 0,04	0,56 ± 0,05	0,55 ± 0,04	0,55 ± 0,05	0,46 ± 0,04	0,44 ± 0,03	9,279	0,082	
20:0	0,80 ± 0,06	0,80 ± 0,02	0,82 ± 0,06	0,80 ± 0,09	0,87 ± 0,06	0,87 ± 0,03	3,665	0,158	
20:1	0,14 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,03	0,11 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,10 ± 0,02	1,782	0,284	
20:3n6	0,36 ± 0,03	0,37 ± 0,02	0,34 ± 0,04	0,36 ± 0,01	0,23 ± 0,04	0,20 ± 0,02	24,067	0,009	1-5, 1-6
20:5n3	0,13 ± 0,02	0,13 ± 0,02	0,13 ± 0,03	0,14 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	9,192	0,043	2-6, 4-6
22:6n3	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	1,568	0,319	

Çizelge 3.2.1. (Devam) Salam üretim aşamalarında yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Salam üretim aşaması								Aşamalar arası
	1	2	3	4	5	6	F	p	önemlilik
SFA	49,33 ± 0,54	49,10 ± 0,13	49,26 ± 0,33	48,86 ± 0,32	52,69 ± 0,34	53,00 ± 0,46	94,107	0,003	1-5, 1-6
UFA	50,67 ± 0,54	50,90 ± 0,13	50,74 ± 0,33	51,14 ± 0,32	47,31 ± 0,34	47,00 ± 0,46	94,107	0,003	1-5, 1-6
MUFA	45,30 ± 0,57	45,54 ± 0,27	45,27 ± 0,51	45,69 ± 0,52	43,31 ± 0,31	43,02 ± 0,29	33,373	0,011	1-6
PUFA	5,38 ± 0,11	5,37 ± 0,15	5,47 ± 0,18	5,45 ± 0,25	3,99 ± 0,13	3,98 ± 0,20	56,935	0,004	1-5, 1-6
UFA/SFA	1,03 ± 0,02	1,04 ± 0,01	1,03 ± 0,01	1,05 ± 0,01	0,90 ± 0,01	0,89 ± 0,02	93,452	0,003	1-5, 1-6
MUFA/SFA	0,92 ± 0,02	0,93 ± 0,01	0,92 ± 0,02	0,94 ± 0,02	0,82 ± 0,01	0,81 ± 0,01	58,817	0,005	1-5, 1-6
PUFA/SFA	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	82,149	0,002	1-5, 1-6
n6/n3	6,04 ± 0,52	6,18 ± 0,50	6,20 ± 0,79	6,22 ± 0,62	6,84 ± 0,82	6,72 ± 0,62	7,695	0,046	1-6

Çizelge 3.2.2. Salamın üretim aşamalarında TBARS (mg MDA/kg), peroksit değeri (PD, meq O_2/kg yağ) ve asitlik değerindeki (g oleik asit/kg yağ) değişimler (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Salam üretim aşaması								Aşamalar arası
	1	2	3	4	5	6	F	p	önemlilik
TBARS	0,13 ± 0,02	0,11 ± 0,01	0,25 ± 0,03	0,23 ± 0,03	0,20 ± 0,02	0,22 ± 0,02	26,09	0,008	3-1, 4-1
Peroksit değeri	0,48 ± 0,03	0,45 ± 0,04	0,81 ± 0,03	0,60 ± 0,02	1,19 ± 0,03	1,13 ± 0,08	298,46	0,001	3-1, 4-1, 5-1, 6-1
Asitlik değeri	0,20 ± 0,04	0,28 ± 0,04	1,21 ± 0,11	1,13 ± 0,10	1,52 ± 0,03	1,48 ± 0,06	315,00	<0,001	3-1, 4-1, 5-1, 6-2

3.3. Pastırma Üretim Aşamalarında Yağ Asitleri Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler

Pastırmanın üretim aşamalarında yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi ortalamaları ve istatistik değerlendirmeler Çizelge 3.3.1' de verilmiştir. Üçüncü kurutma işleminden sonra toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinde artış ($p=0,0028$) görülmüştür. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla artış C18:0 ($p=0,005$) yağ asitinde olmuştur. Toplam doymamış ($p=0,028$), toplam tekli doymamış ($p=0,047$) ve toplam çoklu doymamış ($p=0,011$) yağ asitleri yüzdeleri de üçüncü kurutma işleminden sonra istatistik açıdan önemli derecede azalma göstermiştir. Doymamış yağ asitleri içinde istatistik açıdan önemli azalma C18:2n6c yağ asidinde ($p=0,019$) gözlenmiştir.

Pastırma üretim aşamalarında TBARS, peroksit değeri, ve asitlik değeri ortalamaları ve istatistik değerlendirmeler Çizelge 3.3.2' de gösterilmiştir. Kurutma ve denkleme işlemlerinden sonra TBARS ($p<0,001$), peroksit değeri ($p<0,001$) ve asitlik değeri ($p<0,001$) önemli derecede artmıştır.

Çizelge 3.3.1. Pastırmanın üretim aşamalarında yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Pastırma üretim aşaması								Aşamalar arası
	1	2	3	4	5	6	F	p	önemlilik
10:0	0,07 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,56	0,562	
12:0	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,03	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,02	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,02	0,90	0,457	
14:1	0,96 ± 0,14	0,92 ± 0,08	0,90 ± 0,02	0,97 ± 0,09	0,93 ± 0,04	0,85 ± 0,05	1,07	0,414	
14:0	2,92 ± 0,18	2,96 ± 0,23	2,97 ± 0,15	2,96 ± 0,06	3,02 ± 0,10	3,14 ± 0,20	0,90	0,448	
15:0	0,18 ± 0,05	0,15 ± 0,05	0,15 ± 0,05	0,18 ± 0,05	0,19 ± 0,05	0,19 ± 0,05	5,65	0,131	
16:1	3,25 ± 0,18	3,18 ± 0,20	3,23 ± 0,10	3,23 ± 0,09	3,09 ± 0,04	2,99 ± 0,04	2,83	0,184	
16:0	26,33 ± 0,40	26,00 ± 0,20	25,99 ± 0,49	26,05 ± 0,74	26,80 ± 0,36	27,00 ± 0,20	3,86	0,163	
17:1	0,20 ± 0,04	0,17 ± 0,02	0,19 ± 0,02	0,19 ± 0,01	0,18 ± 0,02	0,16 ± 0,03	1,07	0,415	
17:0	1,20 ± 0,21	1,13 ± 0,16	1,14 ± 0,12	1,27 ± 0,17	1,41 ± 0,04	1,46 ± 0,04	7,79	0,098	
18:2n6t	1,76 ± 0,05	1,79 ± 0,10	1,80 ± 0,05	1,80 ± 0,02	1,75 ± 0,03	1,73 ± 0,05	0,81	0,471	
18:0	19,14 ± 0,24	19,18 ± 0,23	19,25 ± 0,22	19,42 ± 0,39	20,31 ± 0,35	20,28 ± 0,45	31,52	0,005	1-3, 1-5, 1-6
18:1n9c	38,42 ± 0,51	38,84 ± 0,33	38,62 ± 0,43	38,33 ± 0,52	37,11 ± 0,57	37,06 ± 0,23	8,68	0,091	
18:1n9t	0,54 ± 0,08	0,52 ± 0,08	0,54 ± 0,09	0,53 ± 0,06	0,45 ± 0,06	0,38 ± 0,10	5,60	0,129	
18:2n6c	2,59 ± 0,14	2,55 ± 0,18	2,60 ± 0,14	2,52 ± 0,13	2,32 ± 0,13	2,33 ± 0,10	24,84	0,019	1-4, 1-5, 1-6
18:3n3	0,55 ± 0,06	0,53 ± 0,05	0,57 ± 0,08	0,55 ± 0,05	0,53 ± 0,03	0,47 ± 0,04	4,23	0,121	
18:3n6	0,36 ± 0,05	0,32 ± 0,03	0,38 ± 0,03	0,35 ± 0,03	0,32 ± 0,03	0,33 ± 0,04	1,45	0,349	
20:1	0,10 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,10 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,06 ± 0,02	3,10	0,185	
20:0	0,96 ± 0,08	1,08 ± 0,15	1,00 ± 0,09	1,05 ± 0,13	0,99 ± 0,18	1,10 ± 0,10	1,51	0,342	
20:3n6	0,24 ± 0,02	0,23 ± 0,04	0,26 ± 0,03	0,22 ± 0,02	0,22 ± 0,03	0,19 ± 0,02	4,12	0,146	
20:5n3	0,11 ± 0,02	0,12 ± 0,03	0,10 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	2,72	0,211	
22:6n3	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,56	0,590	

Çizelge 3.3.1. (Devam) Pastırmanın üretim aşamalarında yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Pastırma üretim aşaması								Aşamalar arası
	1	2	3	4	5	6	F	p	önemlilik
SFA	50,89 ± 0,29	50,68 ± 0,23	50,67 ± 0,49	51,08 ± 0,56	52,90 ± 0,51	53,34 ± 0,27	24,18	0,028	1-5, 1-6
UFA	49,11 ± 0,29	49,32 ± 0,23	49,33 ± 0,49	48,92 ± 0,56	47,10 ± 0,51	46,66 ± 0,27	24,18	0,028	1-5, 1-6
MUFA	43,46 ± 0,23	43,74 ± 0,14	43,58 ± 0,36	43,33 ± 0,43	41,84 ± 0,61	41,50 ± 0,37	15,90	0,047	1-5, 1-6
PUFA	5,65 ± 0,15	5,59 ± 0,12	5,75 ± 0,18	5,58 ± 0,16	5,26 ± 0,14	5,16 ± 0,10	44,61	0,011	1-5, 1-6
UFA/SFA	0,97 ± 0,01	0,97 ± 0,01	0,97 ± 0,02	0,96 ± 0,02	0,89 ± 0,02	0,87 ± 0,01	23,945	0,027	1-5, 1-6
MUFA/SFA	0,85 ± 0,01	0,86 ± 0,01	0,86 ± 0,02	0,85 ± 0,02	0,79 ± 0,02	0,78 ± 0,01	19,442	0,036	1-6
PUFA/SFA	0,11 ± 0,00	0,11 ± 0,00	0,11 ± 0,00	0,11 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00	58,598	0,001	1-5, 1-6
n6/n3	7,17 ± 0,76	7,19 ± 1,07	7,12 ± 0,96	7,09 ± 0,73	7,11 ± 0,46	7,91 ± 0,62	1,875	0,294	

Çizelge 3.3.2. Pastırmanın üretim aşamalarında TBARS (mg MDA/kg), peroksit değeri (PD, meq O_2/kg yağ) ve asitlik değerindeki (g oleik asit/kg yağ) değişimler (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Pastırma üretim aşaması						F	p	Aşamalar arası önemlilik
	1	2	3	4	5	6			
TBARS	0,10 ± 0,02	0,17 ± 0,03	0,35 ± 0,04	0,71 ± 0,04	0,81 ± 0,04	1,50 ± 0,10	530,74	<0,001	1-3, 1-4, 1-5, 1-6
Peroksit değeri	0,40 ± 0,03	0,45 ± 0,04	0,87 ± 0,05	1,20 ± 0,03	1,88 ± 0,08	4,15 ± 0,07	3342,20	<0,001	1-3, 1-4, 1-5, 1-6
Asitlik değeri	0,14 ± 0,03	0,33 ± 0,04	0,67 ± 0,05	0,92 ± 0,06	1,25 ± 0,11	1,50 ± 0,10	145,65	<0,001	1-3, 1-4, 1-5, 1-6

3.4. Kavurma Üretim Aşamalarında Yağ Asitleri Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler

Kavurmanın üretim aşamalarında yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi ortalamaları ve istatistik değerlendirmeler Çizelge 3.4.1' de verilmiştir. Pişirme işlemi ile toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinde artış ($p=0,0005$) görülmüştür. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla artış C16:0 ($p=0,0486$) ve C18:0 ($p=0,0003$) yağ asitlerinde olmuştur. Toplam doymamış yağ asitleri yüzdesi ($p=0,0005$) ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri yüzdesi ($p=0,0017$) ise pişirme ile istatistik açıdan önemli derecede azalma göstermiştir. Doymamış yağ asitleri içinde istatistik açıdan önemli azalma C16:1 ($p=0,0153$), C18:2n6t ($p=0,0056$), C18:1n9c ($p=0,0078$), C18:2n6c ($p=0,0295$), C20:1 ($p=0,0064$), C20:3n6 ($p=0,0120$) yağ asitlerinde gözlenmiştir.

Kavurma üretim aşamalarında TBARS, peroksit değeri ve asitlik değeri ortalamaları ve istatistik değerlendirmeler Çizelge 3.4.2' de gösterilmiştir. Pişirme işlemi ile TBARS ($p=0,001$), peroksit değeri ($p<0,001$) ve asitlik değeri ($p=0,02$) önemli derecede artmıştır.

Çizelge 3.4.1. Kavurmanın üretim aşamalarında yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Kavurma üretim aşaması						Aşamalar arası
	1	2	3	4	F	p	önemlilik
10:0	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,02	0,06 ± 0,01	2,06	0,2750	
12:0	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,02	0,07 ± 0,01	0,47	0,6548	
14:1	0,74 ± 0,08	0,68 ± 0,09	0,74 ± 0,08	0,75 ± 0,06	0,57	0,5901	
14:0	2,43 ± 0,08	2,47 ± 0,10	2,58 ± 0,16	2,54 ± 0,23	0,46	0,5728	
15:0	0,58 ± 0,11	0,58 ± 0,11	0,48 ± 0,06	0,42 ± 0,03	3,06	0,2083	
16:1	3,70 ± 0,12	3,60 ± 0,28	3,22 ± 0,23	3,17 ± 0,15	15,41	0,0153	1-3, 1-4
16:0	23,47 ± 0,46	23,40 ± 0,52	24,23 ± 0,71	24,74 ± 0,80	15,40	0,0486	2-4
17:1	0,36 ± 0,07	0,35 ± 0,03	0,34 ± 0,04	0,33 ± 0,08	0,20	0,7035	
17:0	1,03 ± 0,16	0,97 ± 0,21	1,08 ± 0,19	1,09 ± 0,17	1,99	0,2891	
18:2n6t	1,92 ± 0,05	2,01 ± 0,04	1,33 ± 0,06	1,22 ± 0,14	116,92	0,0056	1-3, 1-4
18:0	21,37 ± 0,58	21,30 ± 0,58	24,15 ± 0,84	24,60 ± 0,64	171,64	0,0003	1-3, 1-4
18:1n9c	38,69 ± 0,92	38,94 ± 0,97	37,28 ± 1,27	36,77 ± 0,76	28,07	0,0078	1-2, 1-3, 1-4
18:1n9t	0,19 ± 0,01	0,21 ± 0,02	0,15 ± 0,03	0,13 ± 0,02	9,03	0,0874	
18:2n6c	2,61 ± 0,25	2,58 ± 0,23	1,78 ± 0,05	1,74 ± 0,09	27,27	0,0295	1-3, 1-4
18:3n3	0,77 ± 0,04	0,79 ± 0,04	0,69 ± 0,09	0,61 ± 0,05	16,23	0,0525	
18:3n6	0,61 ± 0,04	0,64 ± 0,05	0,48 ± 0,08	0,42 ± 0,10	12,92	0,0530	
20:1	0,11 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,09 ± 0,02	0,08 ± 0,02	27,48	0,0064	1-2, 1-4
20:0	0,71 ± 0,06	0,61 ± 0,14	0,74 ± 0,06	0,78 ± 0,09	1,53	0,3407	
20:3n6	0,40 ± 0,02	0,41 ± 0,01	0,33 ± 0,03	0,32 ± 0,02	71,55	0,0120	1-3, 1-4
20:5n3	0,15 ± 0,01	0,15 ± 0,02	0,13 ± 0,02	0,13 ± 0,01	8,42	0,0559	
22:6n3	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01	1,00	0,4306	

Çizelge 3.4.1. (Devam) Kavurmanın üretim aşamalarında yağ asitlerinin toplam metil esterleri yüzdesi (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Kavurma üretim aşaması						Aşamalar arası
	1	2	3	4	F	p	önemlilik
SFA	49,72 ± 1,26	49,46 ± 1,53	53,40 ± 1,80	54,30 ± 1,22	100,11	0,0005	1-3, 1-4
UFA	50,28 ± 1,26	50,54 ± 1,53	46,60 ± 1,80	45,70 ± 1,22	100,11	0,0005	1-3, 1-4
MUFA	43,80 ± 0,87	43,91 ± 1,24	41,82 ± 1,59	41,22 ± 1,03	24,11	0,0062	
PUFA	6,48 ± 0,40	6,63 ± 0,31	4,78 ± 0,22	4,48 ± 0,23	436,97	0,0017	1-3, 1-4
UFA/SFA	1,01 ± 0,05	1,02 ± 0,06	0,87 ± 0,06	0,84 ± 0,04	100,345	0,001	1-3, 1-4
MUFA/SFA	0,88 ± 0,04	0,89 ± 0,05	0,78 ± 0,06	0,76 ± 0,04	53,002	0,002	1-3, 1-4
PUFA/SFA	0,13 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	334,237	0,002	1-3, 1-4
n6/n3	5,85 ± 0,11	5,76 ± 0,06	4,59 ± 0,41	4,73 ± 0,12	30,782	0,024	1-3, 1-4

Çizelge 3.4.2. Kavurmanın üretim aşamalarında TBARS (mg MDA/kg), peroksit değeri (PD, meq O_2/kg yağ) ve asitlik değerindeki (g oleik asit/kg yağ) değişimler (ortalama±standart sapma) ve istatistik değerlendirmeler.

	Kavurma üretim aşaması						Aşamalar arası
	1	2	3	4	F	p	önemlilik
TBARS	0,15 ± 0,04	0,18 ± 0,03	0,70 ± 0,08	0,70 ± 0,04	625,22	0,001	3-1, 4-1
Peroksit değeri	0,55 ± 0,03	0,54 ± 0,03	1,18 ± 0,14	1,17 ± 0,07	106,91	<0,001	3-1, 4-1
Asitlik değeri	0,11 ± 0,02	0,10 ± 0,03	0,27 ± 0,03	0,29 ± 0,04	36,43	0,02	3-1, 4-1

4. TARTIŞMA

Lipid peroksidasyonu et ve et ürünlerindeki kalite bozukluğunun başlıca nedenlerinden biri olup insan sağlığı için zararlı ürünlerin oluşumuna yol açar. Kesimden sonra kasın ete dönüşümü prooksidatif ve antioksidatif faktörler arasındaki dengeyi bozduğundan lipid peroksidasyonunun başlamasına ve ilerlemesine neden olur. Etteki lipid peroksidasyon oranı etin endojen ve ekzojen faktörleri arasındaki dengeye bağlıdır. Endojen faktörler; toplam lipid içeriği, yağın yağ asidi bileşimi, mevcut demirin miktarı ve bulunuş şekli, indirgeyici bileşikler (askorbik asit gibi), doğal antioksidanlar (karnosin, anserin ve α-tokoferol) ve antioksidan enzimler (katalaz, superoksit dismutaz gibi), ekzojen faktörler; oksijen, ısıtma, tuz ilavesi ve uzun süreli depolama gibi faktörlerdir.

4.1. Sucuk Üretim Aşamalarında Yağ Asitleri ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler

Sucuk üretimi süresince lipidler, etin yapısında bulunan lipolitik enzimler ve mikrobiyel lipazların etkisi ile parçalanarak yağ asitlerini oluşturmaktadır.

Yapılan bu araştırmada sucuk hamurundan fermente sucuk üretimine ve ısıl işlem görmüş sucuk üretimine kadar olan işlemler toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinde artışa, toplam doymamış yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri yüzdelerinde ise önemli derecede azalma görülmüştür. Fermente sucuk üretiminde doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla artış margarik asitte (C17:0) ($p=0,038$), doymamış yağ asitleri içerisinde ise önemli azalma linoelaidik asitte (C18:2n6t) ($p=0.038$) ve gama linolenik asitte (C18:3n6) ($p=0,040$) gözlenmiştir. Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde ise doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla artış laurik asit (C12:0) ($p=0,033$), palmitik asit (C16:0) ($p=0,015$) ve stearik asitte (C18:0) ($p=0,030$), doymamış yağ asitleri içerisinde önemli azalma ise palmitoleik asit (C16:1) ($p=0,020$), oleik asit (C18:1n9c), elaidik asit (C18:1n9t), linoleik asit (C18:2n6c), linolenik asit (C18:3n3), gama linolenik asit (C18:3n6) ve eikosapentaenoik asitte (C20:5n3) olmuştur. Dalmış (2007) yaptığı bir araştırmada geleneksel olarak üretilen sucuklarda üretim süresince doymuş yağ asitlerinden miristik asit, palmitik asit ve araşidik asit miktarında artış, doymamış yağ asitlerinden miristoleik, palmitoleik, oleik, linoleik ve linolenik asit miktarında azalma olduğunu ($p<0,01$) kaydetmiştir. Çoklu doymamışlık gösteren linoleik ve

linolenik asit miktarındaki azalmanın diğerlerinden daha fazla olduğu kaydedilmiştir. Isıl işlem uygulanan sucuk örneklerinde doymuş yağ asitlerinden stearik asit ve araşidik asit miktarlarının artış gösterdiği belirlenmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinden miristoleik asit ve palmitoleik asit ve çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit ve linolenik asit miktarlarında, tekli doymamış yağ asidi, çoklu doymamış yağ asidi miktarında ısıl işlem uygulaması ile azalma gözlenmiştir.

Yapılan bu araştırmaya benzer olarak Ercoşkun (2006) sucuk üretiminde ısıl işlem uygulamasının doymuş yağ asitlerinin miktarında artışa, doymamış yağ asitlerinin miktarında ise azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan bu araştırmada sucuk hamuru üretimine kadar olan çeşitli aşamalarda TBARS, peroksit değeri ve asitlik değerleri bakımından farklılık gözlenmemiştir. Ancak sucuk hamur üretiminden gerek fermente sucuk üretimi ve gerekse ısıl işlem görmüş sucuk üretimine kadar olan aşamalarda ise TBARS, peroksit değeri ve asitlik değerleri bakımından istatistik açıdan önemli farklılıklar ($p<0,001$) saptanmıştır.

Sucuk ile yapılan araştırmalarda olgunlaştırma süresi (Kurt 2006, Gençcelep ve ark 2007, Kaban ve Kaya 2009, Çakır 2010) ve ısıl işlemin (Çakır 2010, Ercoşkun ve ark 2010) lipid oksidasyonu üzerinde çok önemli etkilerinin olduğu bildirilmiştir.

Yapılan bu araştırmada sucuk hamurunda TBARS değeri 0,18 mg MDA/kg iken üretilen fermente sucukta 0,60 mg MDA/kg, ısıl işlem sonucu üretilen sucukta ise 1,13 mg MDA/kg olarak saptanmıştır.

Çakır (2010) geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda TBARS değerini kılıflara doldurulmadan önce ortalama 7,61 μmol MDA/g, ısıl işlem görmüş sucuklarda 8,12 μmol MDA/g olarak, olgunlaştırmanın 1., 2., 3., 4., 5. ve 7. günlerde sırasıyla ortalama geleneksel olarak üretilen sucuklarda 8,62; 10,69; 13,57; 11,75; 13,12; 15,70; ısıl işlem görmüş sucuklarda ise sırasıyla 10,57; 12,82; 13,96; 14,34; 15,64; 17,51 μmol MDA/g olarak bildirmiştir. Yapılan araştırmaya benzer olarak Çakır (2010) ısıl işlem uygulamasının sucuğun TBARS değerinde artışa yol açtığını kaydetmiştir. Çakır (2010) geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda olgunlaştırma süresince TBARS değerlerinin daha düşük olduğunu bildirirlerken Kurt (2006) fermentasyon süresinin artışı ile TBA değerinin artış gösterdiği, ısıl işlem sıcaklığının bu değer üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Dalmış

(2007) geleneksel sucuk üretiminde TBA değerini kılıflara doldurulmadan önce, 2., 4., 7. ve 9. günlerde sırasıyla ortalama 0,41; 0,45; 0,52; 0,62 ve 0,64 mg MDA/kg olarak, ısıl işlem görmüş sucuklarda ise kılıflara doldurulmadan önce, 2., 4. ve 5. günde sırasıyla ortalama 0,48; 0,52; 0,61 ve 0,78 mg MDA/kg olarak bildirmişlerdir. Üretim süresince TBA değeri artmıştır. Isıl işlem uygulaması serbest yağ asitlerinin önemli ölçüde oksidasyonuna ve dolayısıyla yüksek TBA değerine neden olmuştur. Ercoşkun (2006) geleneksel olarak ürettiği sucuklarda TBA değerini 0,43 mg MDA/kg, 60 ^{o}C'de 10 dakika süreyle ısıl işlem uyguladığı sucuklarda ise 0,575 mg MDA/kg olarak tespit etmiştir. Coşkuner (2002), TBA değerini sucuk hamurunda 0,096 mg MDA/kg, geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda 0,379 mg MDA/kg, ısıl işlem uygulayarak ürettikleri sucuklarda ise 0,409 mg MDA/kg olarak bulmuşlardır. Soyer (2005) olgunlaşma sıcaklığı 20-22 ^{o}C kullanıldığında olgunlaşma başlangıcında 0,25 mg MDA/kg iken 9 günlük işlemden sonra çok az artış göstererek 0,59 mg MDA/kg'a ulaştığını, 24-26 ^{o}C' de ise daha yüksek TBA değerlerine ulaşıldığını bildirmişlerdir. Toptancı (2007) sucuklarda ısıl işlem öncesi TBA değerinin 0,34 mg MDA/kg olarak saptandığı, 60 ^{o}C' de ısıl işlem uygulanan sucuklarda 0,62 mg MDA/kg, 65 ^{o}C' de ısıl işlem uygulanan sucuklarda 0,63 mg MDA/kg, 70 ^{o}C' de ısıl işlem uygulanan sucuklarda 0,65 mg MDA/kg olarak saptanmıştır. Sucuk üretiminde ısıl işlem uygulanması TBA değerlerinin önemli derecede artmasına ($p<0,01$) neden olmuştur. Geleneksel yöntemle üretilen sucukların TBA değeri (0,40 mg MDA/kg), ısıl işlem uygulanan sucukların TBA değerlerinden düşük olarak saptanmıştır ($p<0,01$). Coşkuner ve ark (2010) TBA değerini hamur yapmadan önce sucuk karışımında 0,10 mg MDA/kg iken ısıl işlem görmüş sucukta 0,41 mg MDA/kg, geleneksel işlem görmüş sucukta ise 0,38 mg MDA/kg olarak bulunmuştur. İki yöntem arasında farklılık olmadığını da bildirmişlerdir. Gök (2006) farklı antioksidan katkılı sucukların üretim aşamalarında TBA değerleri üzerine etkilerini belirlemek için yaptığı çalışmada TBA değerlerinin olgunlaşmanın başında 0,452-0,567 mg MDA/kg arasında bulunmuş iken üretim peryodu süresince arttığı ($p<0,01$), 2. gün 0,492-0,847 mg MDA/kg, 7. gün 0,715-1,322 mg MDA/kg, 12. gün ise 1,042-1,740 mg MDA/kg düzeyine ulaştığını bildirmiştir.

Yapılan bu araştırmada sucuk hamurunda SYA değeri 0,23 g oleik asit/kg yağ iken üretilen fermente sucukta 3,13 g oleik asit/kg yağ, ısıl işlem sonucu üretilen sucukta ise 2,12 g oleik asit/kg yağ olarak saptanmıştır.

Dalmış (2007) geleneksel sucuk üretiminde SYA (% oleik asit cinsinden) kılıflara doldurulmadan önce, 2., 4., 7. ve 9. günlerde sırasıyla ortalama 1,40; 2,65; 3,89; 6,15 ve 9,81 olarak, ısıl işlem görmüş sucuklarda ise kılıflara doldurulmadan önce, 2., 4. ve 5. günde sırasıyla ortalama 1,43; 2,68; 3,85 ve 4,99 olarak bildirmişlerdir. Dalmış (2007) geleneksel sucuk üretiminde fermentasyon ve kurutma süresince SYA miktarlarında artış olduğunu kaydetmiştir. Sucuk hamurunda % 1,40 olan SYA miktarlarının üretimin başından itibaren önemli düzeyde artarak 9. günde % 9,81' e ulaştığını rapor etmişlerdir. Dalmış (2007) ısıl işlem uygulaması ile elde edilen sucuklarda mirobiyel yükte ve enzimatik aktivitede görülen azalma ve oksidasyonla görülen artışa bağlı olarak geleneksel üretime göre ısıl işlem uygulanan sucuklarda daha düşük SYA değerleri elde edildiğini rapor etmiştir. Soyer (2005) sucuk üretiminde olgunlaşma başlangıcında toplam SYA miktarını (oleik asit cinsinden) yağ miktarına bağlı olarak % 0,25-0,96 arasında değiştiğini, 9. günde son üründe % 2,7-5,2' ye yükseldiğini bildirmiştir. Coşkuner ve ark (2010) geleneksel metotla üretilen sucukta (% 10) ısıl işlem görmüşe (% 2,5) kıyasla daha yüksek SYA (% oleik asit cinsinden) olduğunu tesbit etmiştir. Gök (2006) farklı antioksidan katkılı sucukların üretim aşamalarında titrasyon asitlik değerleri üzerine etkilerini belirlemek için yaptığı çalışmada titrasyon asitliği değerlerinin (% laktik asit cinsinden) olgunlaşmanın başında % 0,148-0,165 arasında bulunmuş iken üretim peryodu süresince arttığı ($p<0,01$), 2. gün % 0,453-0,473; 7. gün % 0,735-0,750; 12. gün ise % 0,961-0,986' a ulaştığını bildirmiştir. Bazı araştırıcılar (Lois ve ark 1987, Johansson ve ark 1994, Coşkuner ve ark 2010) geleneksel yöntemle sucuk üretiminde SYA miktarında artış gözlendiğini, Molly ve ark (1997) ise ısıl işlemin mikrobiyel ve enzimatik inhibisyona ve düşük SYA miktarına yol açtığını kaydetmişlerdir. Bilge (2010) yaptığı bir çalışmada starter kültür ilave edilmemiş sucuk üretim sıcaklığı 20-22 ^{o}C olduğunda titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden) 0.günde 0,47; 1. günde 0,39; 2. günde 0,40; 3. günde 0,51; 5. günde 0,74 ve 7. günde 0,88 olarak bildirmiştir. Toptancı (2007) sucuklarda titrasyon asitliğini (% laktik asit cinsinden) ısıl işlem öncesi % 0,72; farklı derecelerde ısıl işlem uygulaması yapılan sucuklarda da % 0,72 olarak bildirmiş ve ısıl işlemin titrasyon asitliği miktarına

etkisinin önemli olmadığını rapor etmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen sucukların titrasyon asitliği miktarı ısıl işlem uygulanan sucukların titrasyon asitliğinden yüksek olarak saptanmış ve aradaki farkta önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Ercoşkun (2006) sucuk üretiminde ısıl işlem uygulaması ile SYA değerinin düştüğünü bildirmiştir. Bu düşüşün serbest yağ asitlerinin ısıl işlem uygulaması ile okside olmasından kaynaklanabileceği gösterilmiştir (Zanardi ve ark 2000, Zanardi ve ark 2002, Ercoşkun 2006). Coşkuner (2002) sucuk hamurunda SYA miktarını % 1,93; Ercoşkun (2006) % 6,88; Gök (2006) ise % 0,82-0,96 olarak belirlemiştir. Molly ve ark (1996) ve Kenneally ve ark (1998) fermente sucuklarda lipolizisin başlıca kas veya adipoz dokudaki endojen enzimlerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ayrıca Soyer (2005) endojen lipazların yüksek olgunlaşma sıcaklığında daha aktif olduğunu vurgulamıştır.

Yapılan bu araştırmada sucuk hamurunda peroksit değeri 0,55 mEq O_2/kg yağ iken üretilen fermente sucukta 7,81 mEq O_2/kg yağ, ısıl işlem sonucu üretilen sucukta ise 5,98 mEq O_2/kg yağ olarak saptanmıştır.

Yapılan bu araştırmaya benzer olarak Coşkuner (2002) ısıl işlem uygulamasının sucuklarda peroksit değerini artırdığı bildirilmektedir. Coşkuner ve ark (2010) geleneksel yöntemle elde edilen sucukta peroksit değerini 9,8 mEq O_2/kg yağ, ısıl işlem görmüş sucukta ise 7,1 mEq O_2/kg yağ değerini elde etmişlerdir. İşleme metodunun peroksit değeri üzerine önemli etkisinin ($p<0,01$) olduğu bildirilmiştir. Isıl işlemde işleme süresinin kısa olması düşük peroksit değerine yol açmaktadır.

Çalışmalar arasındaki farklılık kullanılan hammadde farklılıklarından kaynaklanabilir. Etin başlangıç pH'sının yüksek olması son üründe asitlik düzeyinin de düşük olmasına yol açmaktadır (Bilge 2010).

4.2. Salam Üretim Aşamalarında Yağ Asitleri ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler

Salam üretiminde dumanlama ve ısıl işlemlerden sonra toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinde artış ($p=0,003$), toplam doymamış ($p=0,003$), toplam tekli doymamış ($p=0,011$) ve toplam çoklu doymamış ($p=0,004$) yağ asitleri yüzdelerinde ise önemli derecede azalma görülmüştür. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla artış

miristik asit (C14:0) (p=0,013) ve palmitik asitte (C16:0) (p=0,001) olmuştur. Doymamış yağ asitleri içinde istatistik açıdan önemli azalma oleik asit (C18:1n9c) (p=0,015), linoleik asit (C18:2n6c) (p=0,010), linolenik asit (C18:3n3) (p=0,013), dihomo-gama linolenik asit (20:3n6) (p=0,009) ve EPA (20:5n3) (p=0,043) yağ asitlerinde gözlenmiştir.

Yapılan bu araştırmada salam üretiminde yapılan işlemler sonucu TBARS (p<0,008), peroksit değeri (p=0,001) ve asitlik değeri (p<0,001) önemli derecede artmıştır.

Salam içerdiği yüksek düzeydeki yağdan dolayı hassas et ürünlerindendir. Ette oksidatif reaksiyonlar lezzet, yapı, besin değeri ve renkte oluşacak kalite kayıplarında en önemli faktörlerdir. Lipid oksidasyonu malondialdehit ve kolesterol oksidasyon ürünleri gibi toksik bileşiklerin üretilmesine yol açar (Sun ve ark 2002). Lipid oksidasyonunun aterogenesis ve karsinogenesis olaylarında önemli rol oynadığı da yıllardır bilinmektedir (Li ve ark 2010). Okafor ve ark (2007) taze sığır eti 6-8 saat havaya maruz kalsa bile MDA konsantrasyonunun belirlenemeyecek kadar az olduğunu kaydetmişlerdir. Lovecka salamında MDA değerleri 0,360-0,740 mg/kg et, Malokarpatska salamında 0,430-0,880 mg/kg et olarak bildirilmiştir (Anetta ve ark 2013).

4.3. Pastırma Üretim Aşamalarında Yağ Asitleri ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler

Pastırmanın üretiminde üçüncü kurutma işleminden sonra toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinde artış (p=0,0028), toplam doymamış (p=0,028), toplam tekli doymamış (p=0,047) ve toplam çoklu doymamış (p=0,011) yağ asitleri yüzdelerinde ise istatistik açıdan önemli derecede azalma görülmüştür. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla artış C18:0 (p=0,005) yağ asitinde, doymamış yağ asitleri içinde önemli azalma C18:2n6c yağ asidinde (p=0,019) gözlenmiştir.

Aksu ve Kaya (2002) yaptıkları bir araştırmada çemenlemeden önce % 30,77-44,71 arasında olan doymamış yağ asidi miktarının pastırmalarda % 51,07-55,48 arasında tespit etmişlerdir. Yılmaz ve Geçgel (2009) Tekirdağ piyasasında satışa sunulan 3 pastırma örneğinde toplam doymuş yağ asidi miktarının (% 56,44; % 61,27 ve % 53,85) toplam doymamış yağ asidi miktarından (% 43,56; % 38,73 ve

% 46,15) yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Askar ve ark (1993) ürettikleri pastırmalarda toplam doymamış yağ asidi miktarının % 49,17-50,16 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çakıcı (2012) ise sırt pastırma çeşitlerinde toplam doymamış yağ asidi miktarını % 46,87-64,56; kuşgömü pastırma çeşidinde % 42,78-56,21; şekerpare pastırma çeşidinde % 44,74-63,80; bohça pastırma çeşidinde % 41,41-64,08 olarak belirlemiştir. Her bir pastırma çeşidine ait örnekler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Genel olarak pastırmalarda ortalama doymamış yağ asidi miktarının ortalama doymuş yağ asidi miktarından daha yüksek olmasına rağmen her pastırma çeşidinde de doymuş yağ asidinin yüksek olduğu örnekler bulunmuştur. Bu durumun pastırma üretiminmde kullanılan hammadde (et) farklılığından, çemen bileşiminden ve çemenin hazırlanmasında kullanılan yağdan kaynaklanabileceği vurgulanmıştır.

Kurutma ve denkleme işlemlerinden sonra TBARS ($p<0,001$), peroksit değeri ($p<0,001$) ve asitlik değeri ($p<0,001$) önemli derecede artmıştır.

Aksu ve Kaya (2001) starter kültürlü ve starter kültürsüz üretilen pastırmalarda TBARS değerlerinin 0,95-2,46 mg malondialdehit/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir.

4.4. Kavurma Üretim Aşamalarında Yağ Asitleri Bileşimi ve Yağların Oksidasyon Derecelerindeki Değişimler

Pişirme işlemi ile toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinde artış ($p=0,0005$) görülmüştür. Doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla artış C16:0 ($p=0,0486$) ve C18:0 ($p=0,0003$) yağ asitlerinde olmuştur. Toplam doymamış yağ asitleri yüzdesi ($p=0,0005$) ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri yüzdesi ($p=0,0017$) ise pişirme ile istatistik açıdan önemli derecede azalma göstermiştir. Doymamış yağ asitleri içinde istatistik açıdan önemli azalma C16:1 ($p=0,0153$), C18:2n6t ($p=0,0056$), C18:1n9c ($p=0,0078$), C18:2n6c ($p=0,0295$), C20:1 ($p=0,0064$), C20:3n6 ($p=0,0120$) yağ asitlerinde gözlenmiştir. Aksu (2009) ürettikleri kavurma örneklerinde başlıca doymuş yağ asitlerinin palmitik asit ve stearik asitin olduğunu bildirmiştir.

Kavurma gibi yağlı ürünlerde yağ acılaşmasının belirlenmesinde TBARS, peroksit değeri ve asit değeri önemli kriterlerdendir. Yapılan bu çalışmada TBARS değeri kavurma üretimi başlangıcında, işlem görmemiş et ve yağ karışımında 0,15

mg MDA/kg iken pişirme işlemi sonunda üretilen kavurmada 0,70 mg MDA/kg olarak tesbit edilmiştir. Peroksit değeri ise başlangıçta 0,55 mEq O_2/kg yağ iken üretim sonunda 1,17 mEq O_2/kg yağ düzeyine ulaşmıştır. Asidite değeri ise üretim başlangıcında 0,11 g oleik asit/100 g yağ iken pişirme işlemi sonunda kavurma 0,29 g oleik asit/100 g yağ olarak belirlenmiştir. Karışımın 105 ^oC' de 2,5 saat pişirildikten sonra lipid oksidasyon düzeylerinin arttığı görülmektedir. Fakat bu artış kavurmanın kalitesini olumsuz düzeyde etkileyecek kadar yüksek değildir.

TS 978 standardında kavurmada peroksit değerinin en çok 20 mEq O_2/kg yağ, asitliğin ise en çok % 2 olması gerektiği kaydedilmiştir (TSE 2002). Yapılan çalışmada tespit edilen peroksit ve asitlik değerleri bu bildirilen maksimum düzeylerin çok altındadır. Bunun nedenleri arasında hammaddelerin üretime uygun şekilde ve taze alınması, üretimin ideal şartlarda yapılması ve ürünün üretildiği an depolamadan önce analiz edilmesi gibi faktörler sayılabilir.

Pişirme kasta lipid oksidasyonunu artırmaktadır. Lipid oksidasyonu, pişme ve üretim süresince potansiyel toksik ürünlerin oluşumuna yol açarak kavurmanın besleyici değeri azaltır (Shahidi ve ark 1992).

Sığır eti kavurma üretiminde kavurmanın kimyasal özelliklerine etkisini belirlemek için yapılan bir çalışmada (İbik 2007) baharat ilavesiz sığır eti kavurmasında üretildiği gün 0,25 mg MDA/kg bulunurken baharat ilaveli sığır eti kavurmasında 0,23-0,24 mg MDA/kg olarak bildirilmiştir. İbik (2007)' nin belirttiği değerler yapılan çalışmada elde edilen değerlerden düşüktür. Bazı araştırıcılar (Vural ve Öztan 1989, Yetim ve ark 2006) ise yaptıkları çalışmalarda katkısız kavurmada TBA değerini yapılan bu çalışmadan daha yüksek bulmuşlardır.

Uzun (2010) kavurma üretiminde pişirme işlemi boyunca TBARS değerinin önemli ölçüde arttığını, pişirme işlemi süresince TBARS değerinin 0,14-1,94 mg MDA/kg, pişirme işleminin sonunda ise TBARS değerlerinin 0,67-1,94 mg MDA/kg arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada elde edilen değerler Uzun (2010)' un bildirdiği değerlerle uyuşmaktadır. Uzun (2010) pişirme işleminin ette lipoprotein kompleksinin parçalanmasına yol açıp lipid fraksiyonunu açığa çıkardığından ürünün oksidasyona daha hassas hale geldiğini bundan dolayı pişirme

işleminin kastaki lipid oksidasyonunu artırdığından TBARS değerinin de arttığını vurgulamıştır.

Yapılan çalışmadan farklı olarak katkısız sığır eti kavurmasında üretim sonrası peroksit değerini İbik (2007) 1,78 mEq O_2/kg yağ, Yetim ve ark (2006) 4,65 mEq O_2/kg yağ, Aksu (2007) 1,59 mEq O_2/kg yağ olarak bildirmişlerdir.

Yağda asidite düzeyi lipazların hidrolitik aktivitesine, mikrobiyel metabolik işleme ve lipolizisde serbest yağ asitlerini açığa çıkaran oksidatif reaksiyonlara bağlıdır. Bu reaksiyonlar hem kavurma üretiminde kullanılan materyale hem de üretim yöntemine bağlıdır. Lipidler ve fosfolipidler lipaz ve fosfolipaz ile hidrolize olarak serbest yağ asitleri oluşur. Bu oluşan serbest yağ asitleri de peroksitlere okside olmaktadır (Toldra 1994). Kowale ve ark (1996) etin pişirilmesi ile serbest yağ asitleri miktarında önemli artış olduğunu kaydetmişlerdir.

Yapılan çalışmaya benzer olarak Aksu (2007) katkısız kavurmada asitliği % 0,30 (g oleik asit/100 g yağ) olarak tespit etmiştir. Buna karşılık İbik (2007) yaptığı çalışmada katkısız sığır eti kavurmasında asitliği (oleik asit cinsinden) % 0,46 olarak kaydetmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçların bazı çalışmalardan farklı çıkması; kavurma üretiminde kullanılan et ve yağın kalitesi, üretim yöntemi, pişirme sıcaklığı ve süresi gibi faktörlerin kavurmanın özelliklerini ve kalitesini etkilemesi ile açıklanabilir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Lipid oksidasyonu, et ürünlerinin kalitesini ve tüketici tarafından kabul edilebilirliğini etkileyen önemli bir faktördür.

Et ürünlerindeki yağ asitleri bileşimi ve yağ oksidasyonu öncelikle kullanılan hammaddelerin kalitesine bir diğer deyişle et ve yağın kalitesine, üretim esnasında yapılan ilavelere, üretim işlemlerine, üretim esnasında uygulanan sıcaklığa ve süresine bağlıdır. Ayrıca et ürünlerinin üretiminden sonra da muhafaza koşulları önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışmada et ürünlerinden sucuk, salam, pastırma ve kavurmanın üretimine kadar olan aşamalar incelenmiştir.

Çalışmada sucuk, salam, pastırma ve kavurma üretiminde, son üründe doymuş yağ asitleri düzeyi, TBARS, peroksit değeri ve asitlik değerinde artışlar gözlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada üretimde kullanılan hammaddeler özenle seçildiğinden elde edilen et ürünlerinde kalitede olumsuzluklar gözlenmemiştir. Farklı kalitelerde et ve yağ karışımları kullanılarak üretilecek et ürünlerinde bu çalışmaların yapılması önemli olacaktır.

6. ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Çeşitli Et Ürünlerinde Üretim Aşamalarının Yağ Asidi Bileşimi ve Yağ Oksidasyonu Üzerine Etkisi

İsmail Erim KÖSEOĞLU

Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Suzan YALÇIN

DOKTORA TEZİ/KONYA-2014

Bu çalışma çeşitli et ürünlerinde üretim aşamalarının yağ asidi bileşimi ve yağ oksidasyonu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmada et ürünleri olarak sucuk, pastırma, salam ve kavurma üretimi yapıldı. Üretimin çeşitli aşamalarında alınan örneklerde yağ asitleri metil esterleri yüzdesi, TBARS (mg MDA/kg), peroksit değeri (PD, mEq O_2/kg yağ) ve asitlik değerleri (g oleik asit/kg yağ) belirlenmiştir.

Sucuk hamur üretiminden fermente sucuk ve ısıl işlem görmüş sucuk üretimine kadar toplam doymuş yağ asitleri yüzdesinde artış, toplam doymamış yağ asitleri, tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinde azalma gözlenmiştir. Sucuk hamuru üretimine kadar TBARS, peroksit değeri ve asitlik değerinde farklılık gözlenmemiştir. Fakat sucuk hamurundan gerek fermente sucuk üretimi ve gerekse ısıl sucuk üretiminde TBARS, peroksit değeri ve asitlik değerinde artış saptanmıştır.

Salam, pastırma ve kavurma üretiminde uygulanan işlemler, sıcaklık sonucu toplam doymuş yağ asitleri, TBARS, peroksit değeri ve asitlik değerinde artış saptanmıştır.

Sonuç olarak sucuk, salam, pastırma ve kavurma üretiminde, son üründe doymuş yağ asitleri düzeyi, TBARS, peroksit değeri ve asitlik değerinde artışlar gözlenmiştir. Lipid oksidasyonunda gözlenen bu artışlar ürün açısından olumsuzluk oluşturmayıp tüketilene kadar uygun depolama koşullarında muhafaza edilmelidir.

Anahtar Sözcükler: Et ürünleri, oksidasyon, yağ asidi.

7. SUMMARY

SELÇUK UNIVERSITY

HEALTHY SCIENCE INSTITUTE

Effect of Manufacturing Processes on Fatty Acid Composition and Lipid Oxidation of Various Meat Products

İsmail Erim KÖSEOĞLU

Food Hygiene and Technology Department

Advisor

Prof.Dr. Suzan YALÇIN

PhD THESIS/KONYA-2014

This study was carried out to determine the effects of manufacturing processes on fatty acid composition and lipid oxidation of various meat products.

In this study sausages, pastirami, salami and kavurma as meat products were manufactured. The percentage of methyl esterified total fatty acids, TBARS (mg MDA/kg), peroxide value (PV, mEq O_2/kg fat) and acidity value (g oleic acid/kg fat) were determined.

The percentages of total saturated fatty acids were increased, the percentages of total unsaturated fatty acids, mono unsaturated fatty acids and poly unsaturated fatty acids were decreased in fermented sausage and heat treated sausage production from raw sausage. The values for TBARS, peroxide value and aciditiy value were not different from raw materials upto raw sausage production. However TBARS, peroxide value and aciditiy value were increased in fermented sausage and heat treated sausage.

Processing methods during manufacturing of salami, pastirami and kavurma increased the values of total saturated fatty acids, TBARS, peroxide value and aciditiy value.

As a result the values of total saturated fatty acids, TBARS, peroxide value and aciditiy value were increased in final meat products after the manufacturing of sausages, salami, pastirami and kavurma. These increments in lipid oxidation don't create any negative effect on the quality of meat products and therefore it was concluded that these meat products must be stored in proper storage conditions.

Key Words: Fatty acid, meat products, oxidation.

8. KAYNAKLAR

1. Aksu Mİ. The effect of α-tocopherol, storage time and storage temperature on peroxide value, free fatty acids and pH of kavurma, a cooked meat product. Journal of Muscle Foods. 2007; 18: 370-379.

2. Aksu Mİ, Kaya M. Effect of commercial starter cultures on the fatty acid composition of pastırma. Journal of Food Science. 2002; 67: 2342-2345.

3. Aksu Mİ, Kaya M. The effect of α-tocopherol and butylated hydroxyanisole on the colour properties and lipid oxidation of kavurma, cooked meat product. Meat Science. 2005; 71: 277-283.

4. Aksu Mİ, Kaya M: Pastırma üretiminde starter kültür kullanımının son ürün özellikleri üzerine etkisi. Turk J. Vet. Anim. Sci. 2001; 25: 847-854.

5. Anar Ş. Geleneksel fermente et ürünlerimizden pastırma. Gıda. 1998; Şubat: 51-53.

6. Anetta L, E6.va T, Jozef G. Concentration of malondialdehyde (MDA) in meat products during production. RFFCH Gödöllö. 2013; 1-5.

7. Anıl, N. Türk pastırması; modern yapım tekniğinin geliştirilmesi ve vakumla paketlenerek saklanması. Selçuk Üniv. Vet. Fak. Derg. 1988; 4 (1): 363–375.

8. Anonim. Kavurma üretim. Erişim yeri; www.gidacilar.net/kavurma-uretim-t425.html. Erişim tarihi: 2009.

9. Anonim. "Et ve Balık Kurumu. İmalat Dairesi Et Ürünleri İşletme ve İmalat Yönetmeliği". Yönetmelik sıra no:204, Et ve Balık Kurumu Genel Müdürlüğü. Ankara 1993; 12.

10. Anonim. Resmi Gazate. 23960 sayılı "Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği". 10 Şubat 2000.

11. Anonim 2001. Devlet Planlama Teşkilatı. Gıda Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu Et ve Et Ürünleri Sanayi Alt Komisyonu Raporu, Sekizinci Beş Yıllık Çizelge Kalkınma Planı Gıda Sanayi ÖİK Raporu, Et ve Et Ürünleri Sanayi Alt Komisyon Raporu. Ankara, 2001.

12. AOCS. Peroxide Value of Oils and Fats Titration Mathod Final Action. Journaly American Oil Chemists Society. Method Cd 8-53. 1949; 26: 345.

13. Arslan A. Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. Birinci baskı. Elazığ, Medipres Yayıncılık, 2002, 330-358, 370-372.

14. Asghar A, Gray Jİ, Buckley DJ, Pearson AM, Booren, AM. Perspectives in warmed–over flavour. Food Technol. 1988; 42 (6): 102-110.

15. Askar A, El-Samahy SK, Shehata HA, Tawfik M. Pasterma and beef bouillon. Fleischwirtsch, 1993; 73: 289-292.

16. Baggio SR, Bragagnolo N. The effect of heat treatment on the cholesterol oxides, cholesterol, total lipid and fatty acid contents of processed meat products. Food Chemistry. 2006; 95:611-619.

17. Belitz HD, Grosch W. Food Chemistry. Second edition. Newyork, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1999; 152-215.

18. Berkmen L. Türkiye'de ette, et müstehzaratında ve bilhassa pastırmada hastalık amillerinin mevcudiyetiyle, dayanma müddetleri üzerinde arastırmalar. TC Ziraat Vekaleti, Y. Zir. Ens. Çalıs., 1940; 72.

19. Bilge G. Sucukta üretim sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişmelere üretim sıcaklığının ve starter kültürün etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 2010; 118.

20. Bonoli M, Caboni MF, Estrada MTR, Lercker G. Effect of feeding fat sources on the quality and composition of lipids of precooked chicken patties. Food Chemistry. 2007; 101: 1327-1337.

21. Bonoli M, Caboni MF, Estrada MTR, Lercker G. Effect of processing technology on the quality and composition of lipids of precooked chicken patties. International Journal of Food Science and Technology. 2008; 43: 296-308.

22. Buckley DJ, Morissey PA, Gray JI. Influence of dietary vitamin e on the oxidative stability and quality of pig meat. J. Anim. Sci. 1995; 73: 3122-3130.

23. Burton GW, Foster B, Perly B, Slater TF, Smith ICP, Ingold KU. Biological antioxidants. Philos. Tran. R. Soc. Lond. Ser. B. Biol. Sci. 1985; 311:565-570.

24. Champe PC, Harvey RA. Biyokimya, Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti., 1997.

25. Chapman C, Morgan LM, Murphy MC. Maternal and early dietary fatty acid ıntake: changes in lipid metabolism and liver enzymes in adult rats. J. Nutr. 2000; 130,146-151.

26. Coşkun M. Pastırmanın serüveni. Et ve Balık Kurumu Derg. 1990; Temmuz-Eylül (62):19-20.

27. Coşkuner Ö. Türk sucuğunda lipit oksidasyonuna ve serbest yağ asitleri oluşumuna ısıl işlem sıcaklığının etkisi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 2002; 47.

28. Coşkuner Ö, Ertaş AH, Soyer A. The effect of processing method and storage time on constituents of Turkish sausages (sucuk). Journal of Food Processing and Preservation. , 2010; 34: 125-135.

29. Crackel RL, Gray Jİ, Booren AM, Pearson AM, Buckley DJ. Effect of antioxidants on lipid stability of estructured beef steak. J. Food Sci. 1988; 53: 656-670.

30. Çakıcı N. Sırt, bohça, şekerpare ve kuşgömü pastırma çeşitlerinin kalite özellikleri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Erzurum, 2012; 88.

31. Çakır MA. Isıl işlem uygulamasının sucuğun uçucu bileşikleri ve diğer kalitatif özelliklerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Erzurum, 2010;55.

32. Dalmış Ü. Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Ankara, 2007; 157.

33. Demirci M. Beslenme. Birinci baskı. Tekirdağ, Rebel Yayıncılık, 2002; 79-90.

34. Demirci M. Gıda Kimyası. Birinci baskı. Tekirdağ, Onur Grafik, 2001; 41-54.

35. Doğruer Y. Et ürünleri (hayvansal besinler) Ders Notları. Selçuk Üniversitesi Mesleki Eğitim Fakültesi Yaşatma ve Geliştirme Vakfı Yayın No:3. Konya, 1994.

36. Doğu M, Çon AH, Gökalp HY. Afyon ilindeki yüksek kapasiteli et işletmelerinde üretilen sucukların bazıkalite özelliklerinin periyodik olarak belirlenmesi. Türk J. Vet. Anim. Science, 2002; 26: 1-9.

37. Dönderici ZS. Penicillium cincine ait bazı küflerin türk tipi fermente sucuk üretiminde koruyucu kültür olarak kullanım olanaklarının araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Adana, 2005.

38. Dönmez M, Tatar O. Fleto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşağı alabalığının (Oncorhynchus mykiss W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişimlerin araştırılması. Ege.Üniv. Su Ürünleri Derg. 2001; 18, 125-134.

39. Dufrasne I, Marche C, Clinquart A, Hornick JL. Effects of dietary vitamin E supplementation on performance and meat characteristics in fattening bulls from the Belgian Blue breed. Livestock Produc. Sci. 2000; 65:197-201.

40. Dunford HB. Free radicals iron-containing systems. Free Radical Biol. And Med. 1987; 3:405-410.

41. Eim VS, Simal S, Rossello C, Femenia A. Effect of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage. Meat Science. 2008; 80: 173-182.

42. Enser M, Hallett K, Hewitt B, Fursey GA, Wood JD. Fatty acid content and consumption of English beef, lamb and pork at retail. Meat Sci. 1996; 42:443–456.

43. Enser M, Hallett K, Hewett B, Fursey GAJ, Wood JD, Harrıngton G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle relation to production system and implications for human nutrition. Meat Sci. 1998; 49: 329-341.

44. Ercoşkun H. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucukların bazı kalite özelliklerine fermentasyon süresinin etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Ankara, 2006; 122.

45. Ercoşkun H, Tağı S, Ertaş AH. The effect of different fermentation intervals on the quality characteristics of heat-treated and traditional sucuks. Meat Science. 85(1):174-81. 2010.

46. Erdoğan S. Beslenme ve Besin Teknolojisi. Birinci baskı. Ankara, Detay Yayıncılık, 2005; 67-71.

47. Ferreira MMC, Morgano MA, de Queiroz SCN, Mantovani DMB. Relationships of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products. Food Chemistry. 2000; 69: 259-265.

48. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. A simple method of the isolation and purification of total lipids from animal tissues. The Journal of Biological Chemistry. 1957; 226: 497-509.

49. Frankel EN. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. Food Chemistry, 1996; 57: 51-55.

50. Galvin K, Lynch AM, Kerry JP, Morrissey PA, Buckley DJ. Effect of dietary vitamin E supplementation on cholesterol oxidation in vacuum packaged cooked beef steak. Meat Science. 2000; 55: 7-11.

51. Garces R, Mancha M. One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. Analytical Biochemistry. 1993; 211: 139.

52. Gençcelep H, Kaban G, Kaya M. Effects of starter cultures and nitrite levels on formation of biogenic amines in sucuk. Meat Science. 2007; 77:424-430.

53. Gomes HA, Silva EN, Nascimento MRL, Fukuma HT. Evaluation of the 2- thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. Food Chemistry. 2003; 80: 433–437.

54. Gök V. Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi. Ankara. 2006; 136.

55. Gökalp HY, Kaya M, Zorba Ö. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayın No:786, Ziraat Fakültesi Yayın No:320, Ders Kitapları Serisi No:70, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum, 1994.

56. Gökalp HY, Yetim H, Kaya M. İnsan bünyesine alınan nitrat nitrit miktarları ve kaynakları aminler ve çeşitli gıdaların amin içerikleri. Et Balık Endüstrisi Dergisi. 1987; 8(49):12-18.

57. Gökalp HY. Fermente et ürünleri. Standart Dergisi 1995; Özel Sayısı (Ağustos) 34.

58. Gray JI, McDonald B, Pearson MA, Marton ID. Role of nitrite in cured meat flavor: A Rewiev J. Food Prot. 1981; 44(4): 302-312.

59. Gray JI, Gomaa EA, Buckley DJ. Oxidative quality and shelf life of mets. Meat Sci. 1996; 43: 111-123.

60. Gray JI, Pearson AM. Rancidity and warmed-over flavour. Adv. Meat Res. 1987; 3: 221-227.

61. Gutteridge JMC, Halliwell B. Inhibition of iron-catalysed formation of hidroxyl radicals from superoxide and of lipid peroxidation by desferrixoamine. Biochem. J. 1990; 184:469-480.

62. Güner A. Karregenan kullanımının yağ oranı azaltılmış salamın bazı kalite nitelikleri üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Konya, 1999.

63. Halliwell B, Gutteridge JMC. Oxygen freeradicals and iron in relation to biology and medicine some problems and concepts. Arch. Biochem. Biophys. 1986; 246: 501-510.

64. Harel S, Kanner T. Muscle membranal lipid peroxidation initiated by Hidrogen peroxideactivated metmyoglobin. J. Agric. Food Chem. 1993; 33:1188-1195.

65. Hayran M, Hayran M. Sağlık Araştırmaları İçin Temel İstatistik. Ankara, Art Ofset Matbaacılık Yayıncılık Organizasyon Ltd Şti. 2011; 421.

66. Heimann W. Fundamentals of Food Chemistry. USA, Ellis Horwood Limited, 1980; 73-85, 109-115.

67. Hoz L, Arrigo MD, Cambero I, Ordonez JA. Development of an n-3 fatty acid and α-tocopherol enriched dry fermented sausage. Meat Science. 2004; 67: 485-495.

68. İbik R. Sığır ve tavuk etlerinden baharatlı kavurma üretimi üzerine bir araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans Tezi. Konya, 2007; 56.

69. Jensen C, Lauridsen C, Bertelsen G. Dietary vitamin E: Quality and storage of pork and poultry. J. Food Sci. Technol. 1998; 9: 62-72.

70. Johansson G, Berdague JL, Larsson M, Tran N, Borch E. Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with Pediococcus pentosaceus and Staphylococcus xylosus as starter cultures. Meat Science. 1994; 38: 203-218.

71. Judge MD, Eberle ED, Forrest JC, Hedrick HB, Merkel RA. Principle of Meat Science. Iowa, Kendal/Hunt Publishing Company, 1989.

72. Kaban G ve Kaya M. Effects of Lactobacillus plantarum and Staphylococcus xylosus on the quality characteristics of dry fermented sausage "sucuk". Food Science. 2009; 79: 58-63.

73. Kayaardı S, Gök V. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of turkish soudjouk (sucuk). Meat Science. 2003; 66: 249-257.

74. Kayahan M. Lipidler, In: Saldamlı İ, Editör. Gıda Kimyası. Ankara, Hacettepe Üniversitesi Yayınları. 1998; 107-181.

75. Kenneally PM, Schwarz G, Fransen NG, Arendt EK. Lipolytic starter culture effects on production of free fatty acid in fermented sausage. J. Food Science. 1998; 63: 538-543.

76. Kingston ER, Monahan FJ, Buckley DJ, Lynch PB. Lipid oxidation in cooked pork as affected by vitamin E, cooking and storage conditions. Journal of Food Science, 1998; 63: 386-389.

77. Kohen R, Yamamoto Y, Lundy KC, Ames BN. Antioxidant activity of carnosine, homocarnosine and anserine present in muscle and brain. Proc. Natl. Acad. Sci. 1988; 85: 3175-3180.

78. Konyalıoğlu S. Et kalitesi üzerine diyetle alınan E vitamininin etkileri. Zootekni Derneği Org.Dergi. Hayvansal Üretim, 2001; 42 (2): 25-36.

79. Kouba M, Enser M, Whittington FM, Nute GR, Wood JD. Effect of a high linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition and meat quality in the growing pig. Journal Animal Science. 2003; 81: 1967-1979.

80. Kowale BN, Kesava RV, Pedda BN, Nagendra S, Girdhar SB. Lipid oxidation and cholesterol oxidation in mutton during cooking and storage. Meat Science, 1996; 43: 195-202.

81. Kök F. Pastırma üretim teknolojisini geliştirme çabaları. Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med. 22. 2003; 1-2-3: 109-114.

82. Kök I. Pastırmanın imalatında kullanılan çemen (Trigonella foenum graceum) hamurunun geliştirilmesi, standardizasyonu üzerinde araştırmalar. Doğu Bilim Derg. 1985; D1, 9 (3): 241-248.

83. Kurt Ş. The effects of fermentation time, nitrite level and heat treatment on biogenic amine formation and some properties of sucuk. Yüzüncü Yıl University. Ph. D. Thesis. Van, 2006.

84. Lee SK, Mei L, Decker EA. Lipid oxidation in cooked turkey as affected by added enzymes. Journal of Food Science. 1996; 61: 726-728.

85. Li CT, Wick M, Marriott NG. Evaluation of lipid oxidation in animal fat. Extension Research. Research and Reviews: Meat. Special Circular. 1992; 172: 99.

86. Li Z, Henning SM, Zhang Y, Zerlin A, Li L, Gao K. Antioxidant-rich spice added to hamburger meat during cooking, results in reduced meat, plasma and urine malondialdehde concentrations. The American Journal of Clinical Nutrition. 2010; 91: 1180.

87. Liu Q, Lanari MC, Schaefer DM. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. J. Anim. Sci. 1995; 73: 3131-3150.

88. Lois AL, Gıtierrez LM, Zumalacarregul JM, Lopez A. Changes in several constituents during the ripening of Chorizo.-A Spanish dry sausage. Meat Science. 1987; 19: 169-177.

89. Mahgoub O, Khan AJ, Al-Maqbaly RS, Al-Sabahi JN, Annamalai K, Al-Sakry NM. Fatty acid composition of muscleand fat tissue of omani jebel akhdar goats of different sexes and weights. Meat Science. 2002; 61: 381-387.

90. McCay PB, King MM. Biochemical function, section I, vitamin E: Its role as a biologic free radical scavenger and its relationship on the microsomal mixed-function oxydase system. In Vitamin E: A Comprehensive Treatise (L. Machlin, ed.) New York, NY, Marcel Dekker. 1980; 289.

91. Meynier A, Novelli E, Chizzolini R, Zanardi E, Gandemer G. Volatile compounds of commercial milano salami, Meat Science. 1998; 51: 175-183.

92. Mikova K. The regulation of antioxidants in food. Chapter 11. In Antioxidants in Foods (J Pokorny, N Yanishlieva, M Gordon, eds.) CRC Press, Boca Raton. FL. 2001.

93. Miller DD. Food Chemistry A Laboratory Manual. Newyork, A Wiley-Interscience Publication. 1998; 57-68.

94. Molly K, Demeyer D, Civera T, Verplaetse A. Lipolysis in a Belgian sausage: Relative importance of endogenous and bacterial enzymes. Meat Science. 1996; 43: 235-244.

95. Molly K, Demeyer D, Johansson G, Reamakers M, Ghistelinck A, Geenen I. The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausages. Food Chemistry. 1997; 59: 539-545.

96. Morrissey PA, Tchivangana JZ. The antioxidant activities of nitrite and nitrosylmyoglobin in cooked meats. Meat Sci. 1985; 14: 175-183.

97. Murray RK, Mayes PA, Granner DK, Rodwell VW. Harper'ın Biyokimyası, Barış Kitabevi. Çevirenler: Dikmen N, Özgünen T. 1996; 937.

98. Nizamlıoğlu M, Doğruer Y, Gürbüz Ü. Çesitli çemen karısımlarının pastırma kalitesine etkisi ı: kimyasal ve duyusal nitelikler. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences. 1998; 22: 299–308.

99. Nizamlıoğlu M. Lipidler, In: Kalaycıoğlu L, Serpek B, Nizamlıoğlu M, Başpınar N, Tiftik AM, editörler. Biyokimya. Birinci baskı. Konya, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi. 1998; 220-247.

100. O'Boyle AR, Rubin LJ, Diosady LL, Aladin-Kassam N, Comer F, Brightwell W. A Nitrite-free curing system and its application to the production of wieners. Food Technology. 1990; Mayıs: 88-104.

101. Okafor PN, Nwosu O, Chukwu J, Agbayi J, Maduagwu E. Ocvcurrence of malondialdehyde and N-nitrosamines and their precursors in some Nigerian ice cremas, yogurts, meat and fish species. African Journal of Biochemistry Research. 2007; 1:1-5.

102. Oruç HH, Cengiz M, Kalkanlı Ö. Piliç etlerinde lipid oksidasyonu sonucu oluşan monoaldehit (MA) konsantrasyonları. Uludağ Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi. 2005; 24: 1-2-3-4, 7-9.

103. Özdemir M. Kayseri'nin Pastırmacılık Sanatı. Kayseri, Emek Matbaacılık. 1981.

104. Özeren T. Pastırmanın olgunlaşması sırasında mikroflora ve bazı kimyasal niteliklerinde meydana gelen değişiklikler üzerine incelemeler. Ankara Üniv. Veteriner Fakültesi. Uzmanlık Tezi. Ankara, 1980.

105. Öztan A. Et Bilimi ve Teknolojisi. Ankara, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları. 1995;19.

106. Öztan A. Et bilimi ve teknolojisi. Gıda Mühendisleri Odası Yayınları. Kitaplar Serisi. 2003; 1.

107. Öztürkcan O, Demir E, Görgülü M. Çiftlik Hayvanlarında Yağlanma. Adana, Ç. Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 136, Yardımcı Ders Kitabı Yayın No: 12. 1996.

108. Paquot C. Standart Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives. Altıncı baskı. Pergamont Pres, Paris. 1979.

109. Pearson AM, Gray JI. New methods of preservation and/or reducing the fat content of meat and poultry products. Meat and Health Advances In Meat Research. Volume 6. Ed by AM Pearson and TR Dutson, 517-542. Newyork, Elsevier Sci Publishing Co. Inc. 1990.

110. Pearson AM, Tauber FW. Processed Meats. Second Edition. AVI Yayınevi Co Inc, Wesport, Connecticut. 1984.

111. Pikul J, Leszczynski DE, Bechtel PJ, Kummerow FA. Effects of frozen storage and cooking on lipid oxidation in chicken meat. Journal of Food Science. 1984; 49 (3) 838–843.

112. Pikul J, Dennis FL, Kummorow A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. Journaly Agric. Food Chemistry. 1989; 37: 1309-1303.

113. Rhee KS, Myers CE. Sensory properties and lipid oxidation in aerobically refrigerated cooked ground goat meat. Meat Science. 2003; 66: 189-194.

114. Rhee KS. Fatty Acids In Meats and Meat Products. In "Fatty Acids in Foods and Their Health Implications". C.K. Chow, ed. Marcel Dekker, New York. 1992; 65–93.

115. Rubio B, Martinez B, Cachan MDG, Rovira J, Jaime I. Effect of the packaging method and the storage time on lipid oxidation and colour stability on dry fermented sausage salchichon manufactured with raw material with a high level of mono and polyunsaturated fatty acids. Meat Science. 2008; 80: 1182-1187.

116. Rule DC, Beitz DC. Fatty acids of adipose tissue, plasma, muscle and duodenal ingesta of steers fed extruded soybeans. J. Am. Oil Chem. Soc. 1986; 63:1429–1435.

117. Saffle RL. Meat Emulsions. In "Advances in Food Research" Academic Press, Newyork. 1968.

118. Sahoo J, Verma SP. Oxidative problems in meat and meat products and use of antioxidant vitamins. J. Food Sci. Technol. 1999; 36 (6): 487-499.

119. Sancak YC, Ekici K, İşleyici Ö. Fermente Türk sucuğu ve pastırmalarda kalıntı nitrat ve nitrit düzeyleri. Y.Y.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi. 2008; 19(1): 41-45.

120. Sarıgöl C. Technological, microbiological and chemical inverstigations of home and industrial types Kavurma obtained from Elazig vicinity (Turkey). Fırat Üniversitesi. Coll. Vet. Med. Elazığ, 1978.

121. Sato K, Hegarty GR. Warmed-over flavour in cooked meats. J. Food Sci. 1971; 56: 356-360.

122. Shahidi F, Janitha PK, Wanasundara PD. Phenolic antioxidants. Critical Review Food Science and Nutrition. 1992; 32: 67-103.

123. Simopoulos AP. Essential fatty acids in health and chronic disease. American Journal of Clinical Nutrition. 1999; 70: 560-569.

124. Soyer A. Effect of fat level and ripening temperature on biochemical and sensory characteristics of naturally fermented Turkish sausages (sucuk). Eur Food Res Technol. 2005; 221, 412-415.

125. Sun Q, Senecal A, Chinachoti P, Faustman C. Effects of water activity on lipid oxidation and protein solubility in freze dried beef during storage. Journal of Food Science. 2002; 67: 2512-2516.

126. Tayar M, Korkmaz NH. Beslenme ve Sağlıklı Yaşam. Bursa, Akmat, 2004; 45.

127. Tekinşen OC, Doğruer Y, Güner A. Et ve Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi. Birinci baskı. Konya, Selçuk Üniversitesi Basımevi. 2000; 99-171.

128. Tekinşen OC, Doğruer Y. Her Yönüyle Pastırma. Birinci baskı. Konya, Selçuk Üniversitesi Basımevi. 2000; 1-87.

129. Tekinşen OC, Doğruer Y. Pastırmacılığın problemleri. Tarım Teknolojisi Dergisi, Agro-Teknik. 1990; Ekim-Kasım : 1(5).

130. Tezcan İ, Yurtyeri A. Et Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 1987; Teksir No: 87/4.

131. Tiryakioğlu O, Yücel A. Determination of chemical and microbiological quality of kavurma marketed in Bursa (Turkey). J. Uludağ Üniversitesi Agric. Fac. 1995; 11: 29-39.

132. Toldra F. Proteolysis and lipolysis in flavor development or dry-cured meat products. Meat Science. 1994; 49: 101-110.

133. Toptancı İ. Sucuğun renk ve tekstürüne farklı ısıl işlem sıcaklıklarının etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 2007; 96.

134. Toygar K, Baysal A. Türk Yemek Kültüründe Değişmeler, Beslenme ve Sağlık Yönünden Değerlendirme, Türk Mutfak Kültürü Üzerine Araştırmalar. Türk Kültürünü Araştırma ve Tanıtma Vakfı. Ankara, 1993; 3: 12-20.

135. TSE. Bitkisel ve Hayvansal Yağlar- Asit Sayısı ve Asitlik Tayini. TS 1605. Türk Standartları Enstitüsü. Bakanlıklar, Ankara, 1997.

136. TSE. Kavurma. TS 978. TSE. Ankara, 1983a.

137. TSE. Kavurma TS 978. Türk Standartları Enstitüsü. Bakanlıklar, Ankara. 2002.

138. TSE. Pastırma. TS 1071. Türk Standartları Enstitüsü. Bakanlıklar, Ankara, 1983b.

139. TSE. Salam Yapım Kuralları. TS 9269. Türk Standartları Enstitüsü. Bakanlıklar, Ankara, 1991.

140. TSE. Salam. TS 979. Türk Standartları Enstitüsü. Bakanlıklar, Ankara, 1983c.

141. TSE. Sucuk. TS 1070. Türk Standartları Enstitüsü. Bakanlıklar, Ankara, 1983d.

142. Turp GY, Serdaroğlu M. Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk- a Turkish fermented sausage. Meat Science. 2008; 78: 447-454.

143. Uzun A. An investigation of changes in physical and chemical properties of kavurma during processing. University of Gaziantep Graduate School Of Natural And Applied Sciences. M. Sc. Thesis. Gaziantep, 2010; 90.

144. Visessanguan W, Benjakul S, Riebroy S, Yarchai M, Tapingkae W. Changes in lipid compositon and fatty acid profile of nham, a thai fermented pork sausage during fermentation. Food Chemistry. 2004; 94: 580-588.

145. Vural H, Öztan A. Traditional meat product kavurma. Meat and fish Ind. J. 1989; 58 (9): 22-28.

146. Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Science. 2003; 63: 21-32.

147. Wu Y, Rhim JW, Weller CL, Hamouz F, Cuppett S, Schnepf M. Moisture loss and lipid oxidation for precooked beef patties stored in edible coating and films. Journal of Food Science. 2000; 65,2:300-304.

148. Yanishlieva-Maslarova NV. Inhibiting Oxidation. Chapter 1/3. In "Antioxidants in Food Practical Applications" (J Pokorny, N Yanishlieva, M Gordon, eds) CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2001.

149. Yetim H, Kayacier A, Kesmen Z, Sagdic O. The effects of nitrite on the survival of Clostridium sporogenes and the autoxidation properties of the Kavurma. Meat Science. 2006; 206-210.

150. Yıldırım Y. Et Endüstrisi. Yaylacık Matbaası, Bursa, 1985.

151. Yılmaz I, Geçgel Ü. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids in meat products. Food Science and Biotechnology. 2009; 18: 350-355.

152. Zanardi E, Dorigoni V, Badiani A, Chizzolini R. Lipit and colour stability of Milano-Type sausages: Effect of packing condition. Meat Science. 2002; 61:7-14.

153. Zanardi E, Earola S, Hartikainen K, Rizzo A, Dorigoni V, Badiani A, Chizzolini R. Characterisation of Mediterranean and North Europe fermented products: Chemistryand oxidative stability aspects. Proceeding of İnternational Congress of Meat Science and Technology: 300-301, 2000, Buenos Aires.

9. ÖZGEÇMİŞ

Veteriner Hekim İsmail Erim KÖSEOĞLU 13.10.1980 yılında Kastamonu' da doğdu. İlköğrenimi 1986-1994 yılları arasında Kastamonu Gazipaşa İlköğretim Okulu ve Kastamonu Merkez İlköğretim Okulu' nda, Ortaöğrenimini 1994-1998 tarihleri arasında Kastamonu Kuzeykent Lisesi' nde tamamladı. 1999-2004 yılları arasında Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde lisans eğitimini tamamlayan İsmail Erim KÖSEOĞLU, 12.01.2005 tarihinde Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü' ne bağlı olarak Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi' nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2005 yılı güz döneminde doktora programına da başlayan İsmail Erim KÖSEOĞLU, 2009 yılı Kasım ayında Et ve Süt Kurumu Sincan Et Sanayi İşletmesi ve Tavuk Kombinası Müdürlüğü' ne Veteriner Hekim olarak tayin oldu. Et ve Süt Kurumu Sincan Et Sanayi İşletmesi ve Tavuk Kombinası Müdürlüğü' nde Veteriner Hekimlik, Mamüller (Üretim) Şefliği, Müdür Yardımcılığı görevlerinin ardından Kombina Müdür Vekili olarak görevine devam etmektedir. Veteriner Hekim İsmail Erim KÖSEOĞLU evli ve 1 çocuk babasıdır.