



**PASTIRMA ÜRETİM AŞAMALARINDA
FOSFOLİPİT FRAKSİYONUNDAKİ YAĞ
ASİDİ KOMPOZİSYONUNUN BELİRLENMESİ**

Mehmet DOĞAN

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Muhammet İrfan AKSU
2016
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PASTIRMA ÜRETİM AŞAMALARINDA FOSFOLİPİT
FRAKSİYONUNDAKİ YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONUNUN
BELİRLENMESİ**

Mehmet DOĞAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2016**

Her hakkı saklıdır



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TEZ ONAY FORMU

**PASTIRMA ÜRETİM AŞAMALARINDA FOSFOLİPİT FRAKSİYONUNDAKİ YAĞ
ASİDİ KOMPOZİSYONUN BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Muhammet İrfan AKSU danışmanlığında, Mehmet DOĞAN tarafından hazırlanan bu çalışma 29/02/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği (3/0)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. M. İrfan AKSU

İmza:

Üye: Prof. Dr. İsmail YILMAZ

İmza:

Üye: Prof. Dr. Güzin KABAN

İmza:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 03/03/2016 tarih ve 10/29
nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM
Enstitü Müdürü

Bu araştırma BAP 2014/111 nolu proje ile desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PASTIRMA ÜRETİM AŞAMALARINDA FOSFOLİPİT FRAKSİYONUNDAKİ YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONUNUN BELİRLENMESİ

Mehmet DOĞAN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muhammet İrfan AKSU

Araştırmada, sığır *M. Longissimus dorsi* kasları kullanılarak pastırma üretimi yapılmış, üretimin farklı aşamalarında (hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün) toplam lipit, nötral lipit ve fosfolipit miktarları, fosfolipit fraksiyonunun yağ asidi kompozisyonu ve nem içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca hammadde ve son ürün (pastırma) pH ve renk (L^* , a^* ve b^*) özellikleri bakımından da analiz edilmiştir.

Pastırma üretim aşamalarının toplam lipit, nötral lipit ve fosfolipit miktarları üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkileri tespit edilmiş, en yüksek toplam lipit, nötral lipit ve fosfolipit miktarı son ürün (pastırma) belirlenmiştir. Pastırmada nötral lipit oranı $\%79,33\pm2,06$, fosfolipit oranı ise $\%20,67\pm2,06$ olarak belirlenmiştir. Fosfolipit miktarı oransal olarak pastırmada hammaddeden daha düşüktür. Pastırma üretim aşamalarının fosfolipit fraksiyonundaki pentadekanoik (15:1) ($p<0,01$), linoleik (18:2n-6) ($p<0,05$), γ -linolenik (18:3n-6) ($p<0,05$), erüsik (22:1n-9) ($p<0,05$), dokosapentaenoik (22:5n-6) ($p<0,05$), toplam doymamış yağ asidi ($\sum$ USFA) ($p<0,05$) ve toplam doymuş yağ asidi ($\sum$ SFA) ($p<0,05$) miktarları ile nem miktarı ($p<0,01$) üzerine etkileri olmuştur. Pastırma prosesi pH ve renk (L^* , a^* ve b^*) değerlerini de etkilemiş ($p<0,01$), pastırmada hammadedeye göre daha yüksek değerler belirlenmiştir.

2016, 63 sayfa

Anahtar Kelimeler: Pastırma, fosfolipit fraksiyonu yağ asidi kompozisyonu, PUFA n-6/n-3, $\sum$ PUFA/ $\sum$ SFA, nem, pH, renk (L^* , a^* ve b^*)

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION FATTY ACID COMPOSITION OF PHOSPHOLIPIDS IN PRODUCTION STAGES OF PASTIRMA

Mehmet DOĞAN

Ataturk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Muhammet İrfan AKSU

In this study, *M. Longissimus dorsi* muscle was used for pastırma production, and the amount of total lipid, neutral lipid, phospholipid, fatty acid composition of the phospholipid fraction and moisture content was determined to production of stages pastırma (raw material, end of salting, end of second drying and final product). In raw material and final product stages of pastırma, the pH and color (L^* , a^* and b^*) values also was determined.

The production stages had a significant effects ($p<0.01$) on the total lipids, neutral lipids and phospholipids, the highest values were found in the final products (pastırma). Ration of neutral lipids $79.33\pm2.06\%$, while ration of phospholipids as $20.67\pm2.06\%$ was determined in the final product. The significant differences were determined the amount of the fractions phospholipid on production stage of pastırma in pentadecanoic (15:1) ($p<0.01$), linoleic (18:2n-6) ($p<0.05$), γ -linolenic (18:3n-6) ($p<0.05$), erusic (22:1n-9) ($p<0.05$), docosapentaenoic (22:5n-6) ($p<0.05$), total unsaturated fatty acids ($\sum$ USFA) ($p<0.05$) and total saturated fatty acids ($\sum$ SFA) ($p<0.05$) with impact on the amount of moisture. In the process of pastırma has also effected pH and color values ($p<0.01$), higher values were determined according to raw metarial in final product (pastırma).

2016, 63 pages

Keywords: Pastırma, the fatty acid composition of the phospholipids fraction, PUFA n-6/n-3, $\sum$ PUFA/ $\sum$ SFA, moisture, pH, color (L^* , a^* and b^*)

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın planlanmasında ve yürütülmesinde bilgi, öneri ve yardımlarını benden esirgemeyen ve bu çalışmanın tamamında büyük emeği olan, yanında çalışmaktan her zaman onur duyduğum ve bu mesleği bana sevdiren Sayın Prof. Dr. Muhammet İrfan AKSU'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimdeki yağ asiti analizlerinin yapılmasındaki katkılarından dolayı hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet Necdet SİRKECİOĞLU'na ve Doç. Dr. Fatih ÖZ'e ayrıca laboratuarda çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Sayın Arş. Gör. Ebru ERDEMİR'e, teşekkürlerimi sunarım.

Projeye maddi destek veren Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi yöneticilerine teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, canım aileme ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Mehmet DOĞAN

Şubat, 2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETİ.....	10
3. MATERYAL ve METOT	19
3.1. Materyal	19
3.2. Metot	19
3.2.1. Pastırma üretimi	19
3.2.2. Kimyasal analizler	20
3.2.2.a. pH analizi.....	21
3.2.2.b. Renk yoğunluğunun ölçülmesi	21
3.2.2.c. Nem analizi.....	21
3.2.2.d. Örneklerden yağın alınması, nötral ve fosfolipit fraksiyonunun ayrılması ve miktarlarının hesaplanması.....	21
3.2.2.e. Fosfolipit fraksiyonunun yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi	24
3.2.3. İstatistiki analizler	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	25
4.1. Nem	25
4.2. pH.....	26
4.3. L* değeri.....	28
4.4. a* değeri	30
4.5. b* değeri	31
4.6. Toplam yağ, nötral lipit ve fosfolipit miktarları.....	33
4.6.1. Fosfolipit fraksiyonunun doymuş yağ asiti kompozisyonu.....	37
4.6.2. Fosfolipit fraksiyonunun doymamış yağ asiti kompozisyonu.....	41

5. SONUÇ	55
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	64



SİMGELER DİZİNİ

°C	: Santigrat derece
g	: Gram
kg	: Kilogram
L	: Litre
ml	: Mililitre
BHT	: Bütilen hidroksi toluen
MgCl ₂	: Magnezyum klorür
KO	: Kareler ortalaması
SD	: Standart sapma
SFA	: Toplam doymuş yağ asidi
USFA	: Toplam doymamış yağ asidi
MUFA	: Tekli doymamış yağ asidi
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asidi
Σ	: Toplam
α	: Alfa
γ	: Gama
N-6/N-3	: Omega 6 /Omega 3
N-3/N-6	: Omega 3 /Omega 6

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Lipitlerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması	2
Şekil 1.2. Fosfolipitlerin yapısal olarak sınıflandırılması	3
Şekil 1.3. Fosfolipitlerin kimyasal yapıları	4
Şekil 3.1. Folch ekstraksiyon yöntemi ile yağ ekstraksiyonu	23



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Pastırma üretim aşamalarında tespit edilen nem değerleri (%)	25
Çizelge 4.2. Pastırma üretim aşamalarında belirlenen nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.3. Pastırma üretim aşamalarında tespit edilen nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$)	26
Çizelge 4.4. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen pH değerleri	27
Çizelge 4.5. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	27
Çizelge 4.6. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$)	27
Çizelge 4.7. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen L^* değerleri	28
Çizelge 4.8. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen L^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.9. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen L^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$)	30
Çizelge 4.10. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen a^* değerleri	30
Çizelge 4.11. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen a^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.12. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen a^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$)	31
Çizelge 4.13. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen b^* değerleri	32

Çizelge 4.14. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.15. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$)	33
Çizelge 4.16. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen toplam yağ, nötral lipid, ve fosfolipit miktarları (g yağ/100 g pastırma) ve % oranları	35
Çizelge 4.17. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen toplam yağ, nötral lipid ve fosfolipit miktarları ve % oranlarına ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.18. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen toplam yağ, nötral lipid ve fosfolipit miktarları ve % oranlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$).....	37
Çizelge 4.19. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymuş yağ asitleri (%).....	39
Çizelge 4.20. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymuş yağ asitlerine ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.21. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymuş yağ asitlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$).....	41
Çizelge 4.22. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymamış yağ asitleri (%).....	45

Çizelge 4.23. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymamış yağ asitlerine ait varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.24. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymamış yağ asitlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$) (%)	50
Çizelge 4.25. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen $\sum N6$ PUFA, $\sum N3$ PUFA, $\sum N6/\sum N3$ ve $\sum N3/\sum N6$ değerleri.....	52
Çizelge 4.26. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen $\sum N6$ PUFA, $\sum N3$ PUFA, $\sum N6/\sum N3$ ve $\sum N3/\sum N6$ değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.27. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen $\sum N6$ PUFA, $\sum N3$ PUFA, $\sum N6/\sum N3$ ve $\sum N3/\sum N6$ değerlerine ait ortalamalar (%)	53

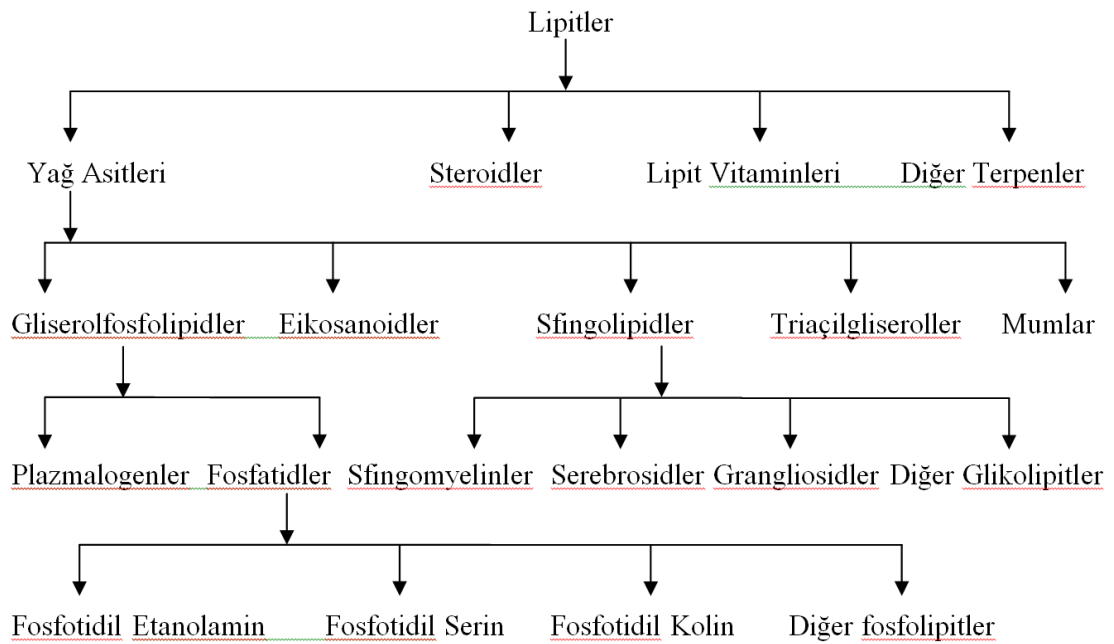
1. GİRİŞ

Ülkemizde parça halinde işlenen tek çiğ et ürünü olan pastırma, sağlık kontrolünden geçirilmiş olan sığır ve manda karkaslarının belirli bölgelerinden sökümü ve standardizasyonundan sonra elde edilen parça etlerin özel yöntemler kullanılarak kürlenip/tuzlanıp kurutulması, baskılanması, tekrar kurutulması, baskılandıktan sonra çemenlenip tekrar kurutulması ile elde edilen geleneksel bir et ürünüdür (Kolsarıcı ve Atıcı 1995; Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2010a).

Pastırma üretiminde kullanılacak etler %55-62 randımanlı inek, tosun ve toksa gibi hayvanlardan elde edilmektedir. Bu hayvanların kesiminden sonra elde edilen karkaslar 24 saat dinlendirildikten sonra boyun ve omuz, göğüs ve karın, sırt ve sağrı-bud diye parçalara ayrılmaktadır. Daha sonra bu parçalardan pastırmalık etler elde edilmekte, parçaların yüzeyinde bulunan tendon, fascia, lenf yumruları, yağ ve benzeri fazlalıklar uzaklaştırılmaktadır. Bu işlemlerden sonra elde edilen pastırmalık etlere şaklama işlemi uygulanmakta ve tuzlama veya kürleme işlemine alınmaktadır. Tuzlama/kürleme işleminin tamamlandığı etlere 1. kurutma işlemi uygulanmaktadır. Birinci kurutma işlemi sonrasında etler 1. baskılama (soğuk denkleme) işlemine tabi tutulmaktadır. Soğuk denkleme işleminden sonra etler 2. kurutma işlemine alınmaktadır. 2. kurutma işlemi sonrası 2. baskılama (sıcak denkleme) işlemi uygulanmaktadır. Baskılama işlemi sonrası etlere çemenleme işlemi yapılmakta ve tekrar kurutmaya alınmakta ve ürün istenilen nem seviyesine kadar kurutulmaktadır (Aksu 1999; Tekinşen ve Doğruer 2000; Aksu *et al.* 2005a; Öztan 2005; Gökalp vd 2010a).

Pastırma kalitesini etkileyen birçok faktör mevcuttur. Bunlar hammadde kalitesi, kürleme yöntem ve sıcaklığı, kurutma, baskılama, çemen kalitesi ve çemenleme ile üretim süresince ette oluşan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerdir. Kimyasal bileşimi bakımından zengin bir et ürünü alan pastırmanın protein, yağ ve bunların nem değerlerinde ve yapılarında oluşan değişimlerde kaliteyi etkilemektedir. Pastırma bileşiminde su dışında en fazla bulunan bileşen proteinler olup bunları yağlar takip etmektedir. Üretildiği kas çeşidine bağlı olmakla birlikte genel olarak pastırmanın

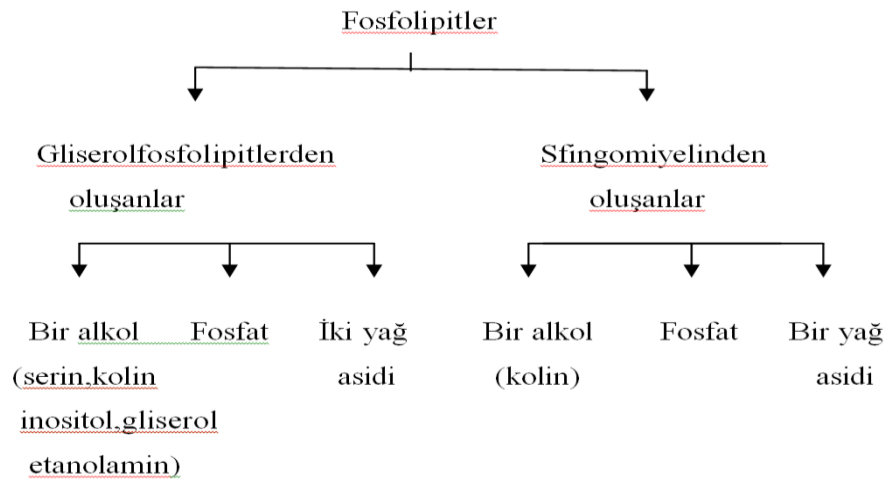
yağ seviyesi %1,14 ile %53,14 arasında değişmektedir (Tekinşen ve Doğruer 2000). Günümüzde yaygın olarak üretilen sırt, bohça-eğrice, kuşgözü ve şekerpare gibi 1. kalite pastırmalarda ise yağ oranı sırayla %2,61-22,85, %1,40-14,47, %2,24-24,67 ve %1,41-13,49 arasındadır (Çakıcı *et al.* 2015). Pastırma üretiminde bütün halde kas veya kaslar kullanıldığı için özellikle düşük yağlı pastırmalarda yağın büyük bir kısmı hatta tamamına yakını intramuskular yani kas içi yağlanma şeklindedir. Bu nedenle düşük yağlı pastırmalarda fosfolipit miktarları daha yüksektir. Genel olarak etin yapısında bulunan nötral yağlar (trigliseritler) ve fosfolipitlerin toplam miktarı %1,5-13,0 arasında değişmektedir (Gerrand and Grant 2003). Fosfolipit miktarı ise %0,5-1 seviyesindedir (Dugan 1971; Ertaş 1998). Et ve et ürünlerinin önemli yapısal bileşenleri olan lipidlerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması Şekil 1.1’de verilmiştir (Gökalp vd 1996).



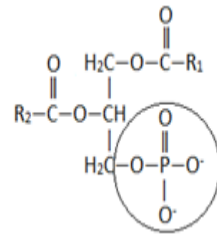
Şekil 1.1. Lipitlerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması (Gökalp vd 1996)

Nötral yağlar olarak adlandırılan trigliseritler, gliserinin 3 molekül yağ asidi ile sentezlenmesi sonucunda oluşmaktadır. Fosfolipitler ise trigliseritlerden farklı yapıya sahiptirler ve gliserinin bir hidroksil grubunun fosfat içeren moleküllerle esterleşmesi sonucu oluşmaktadır. Yani fosfolipitler, gliserolün birinci ve ikinci karbon atomuna

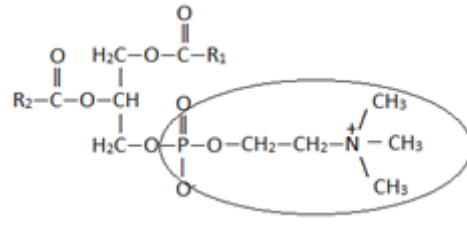
bağlı iki yağ asidi ve üçüncü karbona fosfodiester bağıyla bağlanmış güçlü polar veya yüklü bir grup içeren zar lipidleridir (Gravel *et al.* 1995). Diğer bir ifadeyle fosfolipitler bir fosfodiester bağı ile diasilgliserol (fosfatidilkolin veya fosfatidiletanolamin oluşturarak) veya sfingozine bağlı bir alkolden oluşan (kolin veya etanolamin) polar iyonik bileşiklerdir (Harvey *et al.* 2007). Fosfolipitler Şekil 1.2’de verildiği gibi yapısal olarak iki grupta sınıflandırılmıştır (Harvey *et al.* 2007). Gliserolfosfolipitler temel yapısı fosfatidik asit yapısından olup bunla birlikte fosfat grubuna kolin, etanolamin, serin, inositol yada gliserol bağlanması ile oluşmaktadır. Gliserolfosfolipitlerin di-asetil formları ağırlıklı olarak bulunurken, plasmalogen miktarı az olarak bulunmaktadır. Kolin ve etanolaminplasmalogenleri, serin plasmalogenine göre daha yaygın olarak bulunmaktadır. Fosfolipitlerin ikinci büyük sınıfı olan sfingomyelinler uzun zincirli yağ asidi, bir fosfat grubu ve bir alkolden meydana gelmektedir. Yapısında hidrofilik (suyu seven) bir fosfatidilkolin içeren grup ve iki uzun hidrofobik (suyu sevmeyen) hidrokarbon zinciri bulundurmaktadır (Erickson 2002). Gliserolfosfolipit yapısında fosfatidikasid (FA), fosfatidilkolin (Lesitin), fosfatidiletanolamin (Sefalin), fosfatidilserin, fosfatidilinositol, fosfatidilgliserol, difosfatidilgliserol (Kardiolipin), plasmalogen, fosfonolipit olarak tanımlanan fosfolipitler, diğer grupta ise sfingomiyelin bulunmaktadır. Fosfolipitlerin açık kimyasal formülleri Şekil 1.3’de verilmiştir (Erickson 2002).



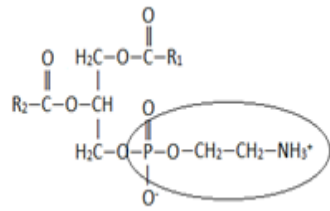
Şekil 1.2. Fosfolipitlerin yapısal olarak sınıflandırılması (Harvey *et al.* 2007)



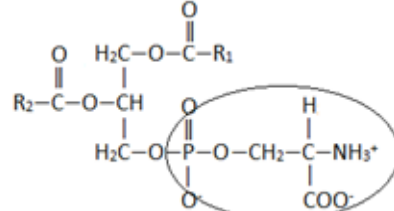
Fosfatidilasilid (PA)



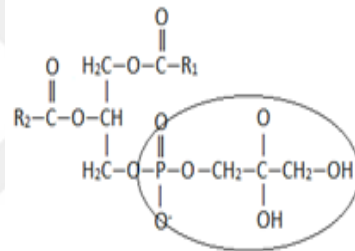
Fosfatidilkolin(PC)



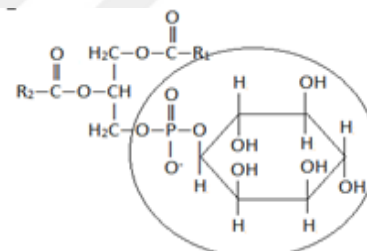
Fosfatidiletanolamin (PE)



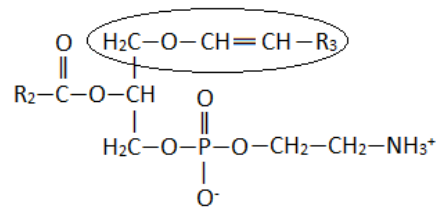
Fosfatidilserin (PS)



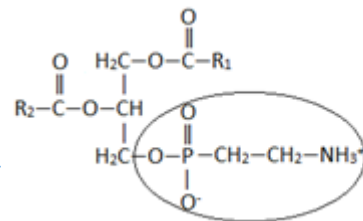
Fosfatidilgliserol (PG)



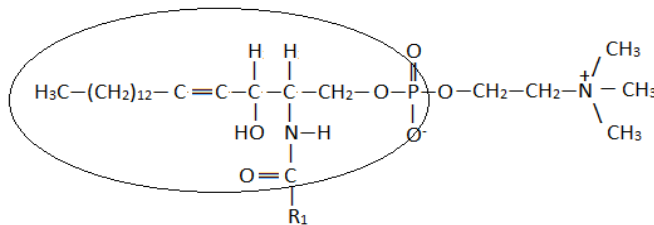
Fosfatidilinositol (PI)



Plazmalogen



Fosfonolipit



Sfingomiyelin

Şekil 1.3. Fosfolipitlerin kimyasal yapıları (Erickson 2002)

Fosfatidikasid (FA), diğer birçok fosfogliseridin öncül maddesi olup gliserolün 1. ve 2. karbon atomuna bağlı iki yağ asidinin ve 3. karbon atomuna ise fosforik asidin esterleşmesi ile oluşmuştur (Harvey *et al.* 2007). Bu fosfolipit membranlarda çok az bulunmakla birlikte diğer fosfolipitlerin biyosentezinde önemli ara bileşiktir (Gökalp vd 1996). Fosfatidilkolin (lesitin), hayvansal hücre zarlarının başlıca önemli bileşenlerinden birisini teşkil etmektedir. Fosfatidilkolinin yapısında iki mol yağ asidi, bir mol fosforik asit bir mol de kolin bulundurmaktadır. Yapısında yer alan yağ asitlerinden R_1 'e doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit bağlanırken R_2 'ye ise doymamış yağ asitlerinden oleik, linoleik, linolenik ve araşidonik asit bağlanmaktadır. Fosfatidiletanolamin (sefalin) yapısında iki mol yağ asidi, bir mol fosforik asit bir mol de etanolamin ihtiva etmektedir. Yapısında yer alan yağ asitlerinden R_1 'e doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit bağlanırken R_2 'ye ise doymamış yağ asitleri bağlanmaktadır. Fosfatidil serin yapısında iki mol yağ asidi, bir mol fosforik asit bir mol de serin bulunmaktadır. Bu fosfolipitin oluşumunda R_1 'e doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit, R_2 'ye ise doymamış yağ asitleri bağlanmaktadır. Fosfatidilinositol, yapısında iki mol yağ asidi, bir mol fosforik asit bir mol de polihidroksi alkol bulunduran fosfolipittir. Yapısında yer alan yağ asitlerinden R_1 'e palmitik asit, R_2 'ye araşidonik asit bağlanmaktadır (Aurand *et al.* 1987). Fosfatidilinositol, beyinde, kaslarda, kalp kasında ve soya fasulyesinde bulunmaktadır. Fosfatidilinositol (PI) membranda araşidonik asit deposu olarak bilinmektedir (Harvey *et al.* 2007). Fosfatidilgliserol, bir mol gliserol ile bir mol fosfatidik asitin birleşmesi ile oluşmaktadır. Yapısında yer alan R_1 ve R_2 'ye çoklu doymamış yağ asitleri bağlanmaktadır (Aurand *et al.* 1987). Difosfatidilgliserol (Kardiolipin), bir mol gliserol aracılığı ile birleşen iki mol fosfatidik asitten oluşmaktadır (Bingöl 1976).

Sfingomiyelin, gliserolden oluşmayan bunun yerine yapılarında temel madde olarak bir amino alkol olan sfingosin veya bunun indirgenmiş şekli olan dihidrosifingosin bulunduran fosfolipittir (Bingöl 1976). Sfingomiyelinlerin yapısında yağ asitleri ile amid, fosforik asit türevleri ile ester, şeker türevleri ile glikozit oluşan bileşiklerdir. Yapısındaki zincir uzunluğu C_{16} - C_{26} arasında değişen yağ asitlerini içerirler. Beyin

kasında bulunan sfingomiyelinin yapısında %46 stearik asit ve %34 nervonik asit bulunmaktadır (Saldamlı 1998).

Fosfolipitler hücre membranlarındaki baskın lipitlerdir ve sarkoplazmik retikulumda bulunan lipitlerin yaklaşık %80'ini oluşturmaktadırlar. Sarkoplazmik retikulumda hakim fosfolipit ise fosfatidiletanolamindir. Miktar olarak bu fosfolipiti sırasıyla fosfatidilinositol, fosfatidilserin, sfingomyelin ve kardiolipin (difosfatidilgliserol) takip etmektedir (Pearson *et al.* 1989; Lawrie 1998).

Fosfolipitlerin yapısında bulunan R₁ ve R₂ pozisyonlarına bağlı alkoller ve yağ asidi kompozisyonu farklılık göstermektedir. Doymuş yağ asitleri (SFA) R₁ pozisyonunda, R₂'ye doymamış yağ asitlerinden oleik, linoleik, linolenik ve araşidonik asitler bağlanmaktadır (Aurand *et al.* 1987; Muriel *et al.* 2005). Bu özelliklerinden dolayı fosfolipitler et teknolojisi açısından büyük önem taşımaktadır. Fosfolipitler yapısal olarak hidrofilik ve hidrofobik gruplara sahip olduklarından emülsiyon oluşumunda fonksiyoneldirler. Fosfolipitler yağ/su emülsiyonunda amfipatik özelliğinden dolayı yüzey gerilimin düşürülmesine katkıda bulunan ve karışımın stabilizasyonunu sağlayan emülgatör görevi görmektedirler (Erickson 2002).

Etin fosfolipit içeriği ve kompozisyonu açısından kas çeşidi önemlidir. Oksidatif kaslar glikolitik olanlardan daha fazla fosfolipit içermektedirler. Ayrıca oksidatif kaslar (*Soleus* ve *Semimembranosus proprius*) glikolitik kaslara (*Longissimus lumborum* ve *Psoas major*) göre yüksek oranda kardiolipin ve fosfatidiletanolamini (PE) yapısında bulundurmaktadır (Leseigneur-Meynier and Gandemer 1991; Alasnier *et al.* 1996). Bununla birlikte açık renkli kasların fosfolipit yapısında tekli doymamış yağ asitleri, koyu renkli kasların fosfolipit yapısında ise çoklu doymamış yağ asitleri hâkim yağ asitleridir (Luddy *et al.* 1970).

Etteki fosfolipit çeşit, miktar ve fosfolipit fraksiyonunun özelliklerini hayvanın ırkı, yaşı ve cinsiyeti de etkilemektedir. Örneğin Limousin cinsi sığır etlerinden alınan fosfolipit fraksiyonu Jersey cinsi sığırlarinkinden daha fazla miktarda palmitik, vaksenik,

araşhidonik ve eikosapentaenoik yağ asitlerini içermektedir. Hayvanın yaşı ilerledikçe fosfolipit fraksiyonundaki palmitik, stearik ve oleik asitlerinin miktarı azalmakta, linoleik ve araşhidonik asitlerdeki artışa bağlı olarak toplam çoklu doymamış yağ asitleri miktarı artmaktadır. Dişi sığır etlerinin fosfolipit fraksiyonlarında erkek sığır etlerinin fosfolipit fraksiyonlarından daha fazla miktarda çoklu doymamış yağ asidi bulunmaktadır. Erkek sığır etlerinin fosfolipit fraksiyonları miristik, palmitoleik, stearik, oleik ve erusik yağ asitlerini, dişi sığır etleri ise araşhidonik, linoleik ve eikosapentanoik yağ asitlerini daha fazla miktarda içermektedir (Malau-Aduli *et al.* 1998).

Etteki fosfolipit fraksiyonu üzerinde fermentasyon, pişirme, kurutma ve tuzlama/kürleme gibi birçok teknolojik işlemin de etkisi vardır. Fermente ürünlerde fermentasyon şartlarına (sıcaklık, nem, O₂ gibi) bağlı olarak lipidlerin yapısında oluşan değişimler veya bozulmalar sonucunda fosfolipit miktarı azalmaktadır (Visessanguan *et al.* 2006). Etlerin pişirilmesi ile fosfolipit fraksiyonunda ki çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna bağlı olarak fosfolipit miktarı azalmakta, nötral lipid miktarı artmaktadır (Legako *et al.* 2015). Etlerin kürlenmesi, kurutulması ve çeşitli ürünlere işlenmesi esnasındaki olgunlaşma aşamalarında da kas içi yağların oksidasyonu, lipolitik enzimler ve özellikle de lipoksigenaz (LOX) enzimi aktivitesine bağlı olarak serbest yağ asidi miktarı artmakta, fosfolipit miktarı azalmaktadır (Jin *et al.* 2010).

Kas çeşidine bağlı olmakla birlikte sığır etlerinin fosfolipit fraksiyonlarında doymamış yağ asidi miktarı daha fazladır. Örneğin sığır *Longissimus thoracis* ve *Semitendinosus* kaslarının fosfolipit fraksiyonunda çoklu doymamış yağ asidi miktarı %34,61, tekli doymamış yağ asidi miktarı %32,23 ve doymuş yağ asidi miktarı %33,16'dır (Habeanu *et al.* 2014). Diğer taraftan, fosfolipit fraksiyonunun doymamış yağ asidi yapısındaki çift bağ sayısı da daha fazladır. Sığır etindeki trigliseridlerin sadece %0,1'i dört veya daha fazla çift bağa sahipken fosfolipitlerin yapısında bulunan doymamış yağ asitlerinin %19'u dört veya daha fazla çift bağa sahiptir (Hornstein *et al.* 1961). Yani fosfolipitler nötral lipidlerden daha fazla oranda doymamış yağ asidi içermektedirler. Bundan dolayı da fosfolipitler oksidasyona daha hassastırlar ve hem taze ette hem de işlenmiş et

ürünlerinde daha çabuk okside olmaktadırlar (Gökalp vd 2010a). Diğer taraftan oksidatif kaslarda yapısında daha çok uzun zincirli çoklu doymamış yağ asidi bulunduran fosfatidiletanolamin fosfolipitinin bulunması bu kasların oksidasyona daha fazla meyilli olmasının en önemli nedenidir (Alasnier and Gandemer 1997).

N-6 PUFA doymamış yağ asitleri (omega-6); linoleik (18:2n-6), γ -linoleik (18:3n-6), eikosadienoik (20:2n-6), dihom γ -linoleik (20:3n-6), araşhidonik (20:4n-6), dokodadienoik (22:2n-6) ve dokosatetraenoik (22:4n-6) asitlerini içermektedir. N-3 PUFA doymamış yağ asitleri (omega-3) ise; α -linolenik (18:3n-3), stearidenoik (18:4n-3), eikosatrienoik (20:3n-3), eikosatetraenoik (20:4n-3), eikosapentaenoik (20:5n-3), dokosapentaenoik (22:5n-3) ve dokosaheksaenoik (22:6n-3) asitlerini içermektedir. N-3 PUFA yağ asitleri α -linolenik asit (18:3) formundan, n-6 PUFA yağ asitleri linoleik asit (18:2) formundan oluşmaktadır (Williams, 2000). The United Kingdom Department of Health and Social Security (1994) n-3 PUFA yağ asitlerinin (örneğin eikosapentaenoik asit ($C_{20:5n-3}$) ve dokosaheksaenoik asit ($C_{22:6n-3}$)) kardiovasküler hastalıkları ve kanseri önlediğini belirtmişlerdir (Indurain *et al.* 2006). Sığır kas dokusunda en önemli diyet kaynağı konjuge-linoleik (CLA) asit'tir. Sığır kas dokusunda bulunan CLA kanser hücrelerinin büyümesini azalttığını bildirmişlerdir. (De La Torre *et al.* 2006). Sığır kas dokuları n-6 PUFA'ları, n-3 PUFA'dan daha yüksek oranda içermektedir, insan diyet kaynağının büyük bir kısmını içermektedir (Cordain *et al.* 2002). N6/N3 oranı yağlı gıdalarda önemli bir kalite kriteridir. Bu oranın düşük olması birçok kronik hastalığın önlenmesine yardımcı olmaktadır (EFSA 2005). N6/N3 oranı sığır *Longissimus thoracis* kasında 4,31, *Semitendinosus* kasında ise 3,99 olarak belirtilmiştir (Habeanu *et al.* 2014).

Pastırma üretim aşamalarında fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak önemli değişiklikler meydana gelmekte, üretim aşamaları ve sürelerinden nem, a_w , pH, tuz, kalıntı nitrit ve nitrat, protein tabiatında olmayan azotlu madde (NPN), myofibriler fragmentasyon indeksi (MFI), protein miktar ve yapısı, serbest amino asit kompozisyonu, renk, gevreklik, yağ asidi kompozisyonu ve uçucu bileşikler gibi çok sayıda kalite kriteri etkilenmektedir. Bununla birlikte üretim süresince önemli düzeyde

lipid oksidasyonu oluşmakta ve TBA/TBARS değeri yükselmektedir. Oluşan lipolitik değişimler sonucu da serbest yağ asidi miktarı artmakta ve yağ asidi kompozisyonunda önemli değişiklikler olmaktadır. Bilindiği üzere intramuskular yağlarda oksidasyona daha fazla meyilli olan çoklu doymamış yağ asitleri daha çok fosfolipitlerin yapısında bulunmaktadır. Bu nedenle pastırma üretim süresince fosfolipitlerin yağ asidi kompozisyonunda önemli değişikliklerin meydana gelebileceği düşünülmektedir.

Günümüze kadar pastırma konusunda yapılan araştırmalarda pastırmanın veya pastırma üretim süresince fosfolipitlerin yağ asidi kompozisyonundaki değişimler ile nötral lipit ve fosfolipit miktarları araştırılmamıştır. Bu araştırmada pastırma üretim süresince lipit fraksiyonundaki fosfolipit miktarı ve fosfolipitlerin yağ asidi kompozisyonundaki değişimin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla sığır *M. Longissimus dorsi* kası kullanılarak pastırma üretimi yapılmış, pastırma üretiminin hammadde, kürleme sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün aşamalarında nem analizleri ile toplam lipit miktarı, nötral lipit miktarı, fosfolipit miktarı ve fosfolipit fraksiyonunun yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Hammadde ve son üründe (pastırma) ise pH ve renk (L^* , a^* ve b^*) analizleri yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETİ

Pastırma üretim süresince fosfolipit fraksiyonunun yağ asiti kompozisyonu ile pastırmanın nötral ve fosfolipit miktarı konusunda herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu kısımda sığır karkaslarının fosfolipit yağ asiti kompozisyonları ile farklı hammaddeler kullanılarak üretilen et ürünlerinde üretim süresince fosfolipit fraksiyonlarında oluşan değişimler verilmiştir. Bununla birlikte genel olarak pastırmanın yağ asidi kompozisyonu, pH, renk ve nem değerleri ile ilgili yapılan çalışmalara ait sonuçlar sunulmuştur.

Larick *et al.* (1989) tarafından yapılan araştırmada sığır *Longissimus dorsi* kasının fosfolipit miktarları ve fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Araştırmacılar fosfolipit fraksiyonundaki doymamış yağ asitleri içerisinde hakim yağ asitinin %35,41 oranla oleik asit (18:1n-9) olduğunu tespit etmişlerdir. Fosfolipit fraksiyonunda doymuş yağ asitlerinden palmitik asitin (16:0) %30,91, stearik asitin ise (18:0) %22,38 olduğu belirlenen araştırmada fosfolipit fraksiyonunun toplam doymuş yağ asidi (Σ SFA), toplam doymamış yağ asidi (Σ UFA) ve çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) miktarları sırayla %57,73, %42,26 ve %5,01 olarak tespit edilmiştir.

Aksu and Kaya (2002a) tarafından yapılan araştırmada pastırma üretiminde kullanılan farklı ticari starter kültürlerin yağ asidi kompozisyonuna etkileri araştırılmıştır. Araştırmada pastırmanın yağ asidi kompozisyonunda baskın yağ asitlerinin palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitlerin olduklarını tespit etmişlerdir. Kontrol grubundaki örneklerin palmitik asit (16:0) oranları $24,81 \pm 1,49$ ve $27,68 \pm 0,99$, stearik asit (18:0) oranları $9,44 \pm 3,89$ ve $17,93 \pm 1,12$, toplam doymuş yağ asidi (SFA) oranları $37,58 \pm 5,34$ ve $48,94 \pm 1,22$, toplam doymamış yağ asidi (USFA) oranları $62,43 \pm 5,34$ ve $51,07 \pm 1,22$ olarak belirlenmiş ve doymamış yağ asidi miktarının yüksek olması intramuscular yağlanmasının fazla olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Yılmaz and Geçgel (2009) tarafından Tekirdağ piyasasında satışa sunulan farklı et ürünlerinin toplam trans yağ asidi miktarları ve yağ asidi kompozisyonları belirlenmiştir. Araştırmada pastırma örneklerinin yağ asidi kompozisyonunda bulunan hakim yağ asitlerinin palmitik (16:0), stearik (18:0) ve oleik (18:1) asitlerin olduğu belirtilmiştir. Pastırmada palmitik asit (16:0) $25,39 \pm 1,78$ ile $29,41 \pm 2,01$, stearik asit (18:0) $22,06 \pm 1,11$ ile $30,80 \pm 2,81$, cis formundaki oleik asit (18:1) $17,59 \pm 1,27$ ile $25,09 \pm 1,09$ ve trans formundaki oleik asit (18:1) oranları $3,93 \pm 0,98$ ile $4,71 \pm 0,91$ arasında belirlenmiştir. Toplam doymuş yağ asidi (SFA) oranı $53,85-61,27$, toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranı $33,64-40,73$, toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) oranı $4,01-5,42$, toplam doymamış yağ asidi (USFA) oranı ise $38,73-46,15$ arasında tespit edilmiştir.

Habeanu *et al.* (2014), farklı sığır kaslarının (*Longissimus thoracis* ve *Semitendinosus*) fosfolipit miktarı ve fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi kompozisyonunu belirlemişlerdir. Sığır kaslarındaki *Longissimus thoracis* ve *Semitendinosus* kas dokusunda fosfolipit miktarı $0,70$ olarak belirlenmiştir. Araştırmada *Longissimus thoracis* kasındaki fosfolipit fraksiyonunda cis formundaki tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarı $32,23$, trans formundaki tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarı $1,65$ ve doymuş yağ asidi (SFA) miktarı olarak $33,16$ tespit edilmiştir. *Semitendinosus* kas dokusunda fosfolipit fraksiyonunda cis formundaki tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarı $37,29$ trans formundaki tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarı $2,16$ ve doymuş yağ asidi (SFA) miktarı olarak $32,18$ tespit edilmiştir. *Longissimus thoracis* ve *Semitendinosus* kas dokusunda sırayla doymamış yağ asitleri içerisinde en fazla cis formundaki oleik (18:1n-9) asit $30,71$, $31,63$ ve doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla palmitik (16:0) asit $25,10$, $23,55$ miktarında olduğunu belirtmişlerdir.

Dannenberger *et al.* (2007), yaptıkları çalışmada sığır *Longissimus* kasının fosfolipit ve fosfolipitlerin yağ asidi kompozisyonu tespit edilmiştir. Sığır *Longissimus* kasında bulunan toplam fosfolipitlerin yaklaşık 60 fosfatidilkolin (PC) ve fosfatidiletanolamin'in (PE) olduğunu tespit etmişlerdir. PE'de bulunan hakim yağ asiti

olarak araşidonik asit (20:4n-6) %25,21 ve stearik asit (18:0) %18,79 olarak tespit etmişlerdir. PC'de bulunan hakim yağ asiti oleik asit (18:1n-9) %35,75 ve palmitik asit (16:0) %24,53 olarak bildirmişlerdir. Fosfatidiletanolamin (PE)'nin yapısında yağ asidi kompozisyonunda toplam doymamış yağ asidi (UFA) %78,72, çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) %60,02 oranında bulunurken, fosfatidilkolin (PC)'de ise toplam doymamış yağ asidi (UFA) %69,48, çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) %29,17 olarak tespit edilmiştir.

Wood *et al.* (2008) tarafından yapılan bir çalışmada da sığır *Longissimus* kasının fosfolipit fraksiyonunun yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Fosfolipitlerin yapısındaki yağ asidi kompozisyonunda doymuş yağ asidi olarak %14,6 oranında palmitik, %11,0 oranında ise stearik asit bulunduğu doymamış yağ asidi olarak ise %22,0 oranında linoleik asit, %15,8 oranında oleik asit ve %10,0 oranında araşhidonik asit bulunduğu tespit edilmiştir.

Malau-Adulu *et al.* (1998), Limousin ve Jersey cinsi genç sığırlarının *Triceps brachii* kaslarının fosfolipit fraksiyonlarında %47,3 ve %47,8 oranında doymuş yağ asidi olduğunu, ve hakim doymuş yağ asitlerinin palmitik (%20,3, %17,7) ve stearik (%16,2, %19,0) asitler olduğunu tespit etmişlerdir. Tekli doymamış yağ asidinin %35,2 ve %33,1, çoklu doymamış yağ asidinin %17,5 ve %19,1 olduğunun belirtildiği araştırmada oleik ve linoleik asit miktarları sırayla %24,2 ve %22,1, %6,3 ve %7,7 olarak tespit edilmiştir.

Cava *et al.* (1996) tarafından yapılan araştırmada domuz etinin fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi kompozisyonunu belirlemişler, toplam doymuş yağ asidi miktarının $48,01 \pm 10,85$, tekli doymamış yağ asidi miktarının $21,66 \pm 3,48$ ve çoklu doymamış yağ asidi miktarının $18,90 \pm 10,33$ olduğunu tespit etmişlerdir. Bu fraksiyonda palmitik asit (16:0) miktarının $28,48 \pm 6,02$, stearik asit (18:0) miktarının $18,24 \pm 4,48$, oleik asit (18:1n-9) miktarının $20,43 \pm 3,44$ ve linoleik asit (18:2n-6) miktarının $15,30 \pm 7,81$ olduğu da belirlenmiştir.

Kas dokuda bulunan fosfolipitin özelliğine bağlı olarak yağ asidi kompozisyonu da değişmektedir. Wang *et al.* (2009) tarafından yapılan bir araştırmada Gaoyou ördek etinin fosfolipit kompozisyonu tespit edilmiş, Gaoyou ördek etinde fosfatidilkolin (PC) ve fosfatidiletanolamin'in (PE) toplam fosfolipitlerin %64,66 ve %28,10'unu oluşturduğu belirtilmiştir. PE'de hakim yağ asiti olarak araşidonik asitin (20:4n-6) bulunduğu ve bunu stearik (18:0) ve palmitik asitlerin (16:0) takip ettiği ifade edilmiştir. Fosfatidiletanolamin (PE)'nin yapısında ise %98,33 oranında çoklu doymamış yağ (PUFA) bulunurken, fosfatidilkolin (PC)'de ise bu oranın %46,20 olduğu belirtilmiştir.

Etlerin işlenmesi ile fosfolipit ve fosfolipitlerin yağ asidi kompozisyonlarında önemli değişiklikler olmaktadır. Xu *et al.* (2008) yaptıkları araştırmada kürlenmiş ördek etinin (Nanjing) işlenmesi sırasında kas içi fosfolipitler ve serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişiklikleri incelemişlerdir. Araştırmada çiğ ördek etindeki fosfatidiletanolamin miktarının %37,95, fosfatidilkolin miktarının %54,07 olduğu belirlenmiş ve çiğ ördek etinin fosfolipit fraksiyonunda çoklu doymuş yağ asitlerinin yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Fosfolipit fraksiyonunda doymuş yağ asitlerinden palmitik (16:0) ve stearik asit (18:0) miktarları sırasıyla $16,41 \pm 1,58$, $18,89 \pm 0,93$, olduğu tespit edildiği araştırmada hammadde de $39,08 \pm 2,72$ olan toplam doymuş yağ asidi miktarı (SFA), kurutulmuş son üründe $61,56 \pm 3,87$ 'ye yükselmiştir. Çiğ ördek etinin fosfolipit fraksiyonunun oleik asit (18:1n-9) miktarı $17,32 \pm 1,83$, araşidonik asit (20:4n-6) miktarı $25,14 \pm 1,23$ ve linoleik asit (18:2n-6) miktarı $7,60 \pm 0,41$ olduğu bulunmuştur. Hammadde de $22,11 \pm 2,07$ olan toplam tekli doymamış yağ asidi kurutma sonucu $18,36 \pm 1,45$ 'e ve hammadde de $38,1 \pm 2,31$ olan toplam çoklu doymamış yağ asidi son üründe $20,08 \pm 1,88$ 'e düşmüştür. Fosfolipitlerin lipolizi ise kuru tuzlama, baskılama ve kurutma aşamalarında meydana gelmiş ve bu süreçte serbest yağ asit miktarı artmıştır.

Martin *et al.* (1999) tarafından yapılan bir araştırmada 22 hafta süreyle olgunlaştırılmış Iberian jambonlarının üretim süresince intramuscular yağlarında (*Biceps femoris*) bulunan fosfolipitler ve fosfolipit fraksiyonun yağ asitlerinin değişimleri incelenmiştir. Araştırmada üretim süresince fosfolipit miktarının %2,17 (mg yağ asidi/g yağ)'den

kurutma işlemi sonunda %0,58 (mg yağ asidi/g yağ)'e düştüğü tespit edilmiştir. Proses öncesi kasların fosfolipit fraksiyonunun yağ asidi kompozisyonunun tekli doymamış yağ asidi (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarları sırayla $2,56 \pm 0,17$ (mg yağ asidi/g yağ) ve $3,96 \pm 0,34$ (mg yağ asidi/g yağ) olarak belirlenmiştir. Kurutma işlemi süresince bu yağ asitlerinde tekli doymamış yağ asidinin $1,35 \pm 0,25$ (mg yağ asidi/g yağ)'e, çoklu doymamış yağ asidinin ise $0,44 \pm 0,01$ (mg yağ asidi/g yağ)'a düştüğü belirlenmiştir. Fosfolipit fraksiyonundaki azalmanın kurutma prosesi boyunca fosfolipitlerin lipolizinden kaynaklandığı bildirmişlerdir.

Iber kürlenmiş jambonun olgunlaşma sırasında fosfolipit ve nötral lipit fraksiyonlarının değişimi Rivas *et al.* (2013) tarafından incelenmiştir. Araştırmada kurutma işlemi sonucunda fosfolipit miktarında azalma, toplam doymuş yağ asidi (Σ SFA) miktarında ise artışın olduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar toplam doymuş yağ asidi miktarının artmasının fosfolipitlerin hidrolizinden kaynaklandığı vurgulamışlardır.

Boselli *et al.* (2008) tarafından çiğ ve pişmiş etlerdeki fosfolipitler üzerine yapılan bir araştırmada fosfolipitlerin (PL) araşidonik asitin (20:4n-6) özellikle plasmalogen-fosfatidil etanolamin (pPE) ve fosfatidilinositolün (PI) yapısında hâkim olarak bulunduğu, fosfatidil kolinin (PC) ise araşidonik (20:4n-6), oleik (18:1n-9) ve linoleik asit (18:2n-6) kombinasyonları ile oluştuğu belirtilmiştir. Fosfatidilkolinin (PC) yapısında da en çok bulunan doymuş yağ asidinin palmitik asit (16:0) olduğu tespit edilmiştir.

Jin *et al.* (2010) tarafından yapılan araştırmada domuz etinden üretilen baconların farklı üretim aşamalarında (kuru tuzlama, kurutma ve olgunlaştırma) kas içi lipitlerin lipit oksidasyonu, lipit kompozisyonu, lipolitik enzimler ve lipoksigenaz (LOX) faaliyetleri, peroksit değeri (POV) ve TBARS değerlerindeki değişiklikler belirlenmiştir. Üretim süresince fosfolipit miktarında önemli bir azalma ($p < 0,05$) olmuş, serbest yağ asitleri miktarlarında ise önemli bir ($p < 0,05$) artış gözlenmiştir. Bu süreçte fosfolipit (PL) içeriği $22,4 \pm 0,7$ 'den $10,3 \pm 0,3$ 'e düşmüş ve serbest yağ asidi (FFA) miktarı ise $9,8$ 'den $16,7$ 'ye artmıştır.

Visessanguan *et al.* (2006) tarafından yapılan çalışmada Nham'ın (tai usulü fermente sos) fermantasyonu süresince fosfolipit miktarı ve fosfolipit fraksiyonunun yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Bu araştırmada fermantasyon süresince boyunca fosfolipit miktarında azalma meydana geldiği, fosfolipitlerin lipolizi sonucunda tekli doymuş yağ asidi (MUFA) ve çoklu doymuş yağ asidi (PUFA) (özellikle oleik (C_{18:1n-9}) ve linoleik (C_{18:2n-6}) asit) miktarının azaldığını tespit edilmiştir.

Cobos *et al.* (2008) yaptıkları çalışmada kuru kürlenmiş domuz etinin fosfolipit fraksiyonundaki toplam doymuş yağ asidi (Σ SFA), tekli doymamış yağ asidi (Σ MUFA) ve çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) miktarlarını sırayla ortalama %40,5 $\pm$ 2,21, %20,4 $\pm$ 1,98 ve %39,2 $\pm$ 2,36 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada fosfolipit fraksiyonunda palmitik asit (16:0) miktarının %28,5 $\pm$ 2,54 stearik asit (18:0) miktarının %11,2 $\pm$ 0,80, oleik asit (18:1n-9) miktarının %14,6 $\pm$ 1,27, linoleik asit (18:2n-6) miktarının ise %28,5 $\pm$ 1,87 olduğu belirtilmiştir.

Yang *et al.* (2005), Chinese Xuanwie jambonunda (*Biceps femoris*) %25,3 $\pm$ 1,31 oranında olan fosfolipit miktarının kurutma işlemi sonunda %5,8 $\pm$ 0,41'e kadar düştüğünü bildirmişlerdir. Ürünün üretimi süresince fosfolipit fraksiyonunda doymuş yağ asidi (SFA) miktarının %36,81 $\pm$ 1,01'den %37,17 $\pm$ 0,78'ye, tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarının %21,05 $\pm$ 0,78'den %40,16 $\pm$ 1,22'ye yükselmiş, çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) miktarının ise %42,14 $\pm$ 1,63'den 22,67 $\pm$ 0,89'ye düşmüştür. Bu değişim dikkate alınarak Chinese Xuanwie jambonlarda proses boyunca meydana gelen lipolizin temel substrat kaynağının intramuscular kaslarda bulunan fosfolipitler olduğu ifade edilmiştir.

Huang *et al.* (2014) tarafından yapılan çalışmada geleneksel kürlenmiş tütülenmiş Çin jambonunun üretimi boyunca lipoliz ve lipit oksidasyonundaki değişimler belirlenmiştir. Araştırmada üretim/kurutma süresi boyunca fosfolipit fraksiyonunun yağ asitleri (toplam doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi) belirlenmiş ve toplam doymuş yağ asidi (SFA) hammadde de %34,11 $\pm$ 0,73'den son üründe %39,21 $\pm$ 0,87, tekli doymamış yağ asidi (MUFA) hammadde de %24,26 $\pm$ 0,66'dan son

üründe $39,21 \pm 0,87$ miktarı olduğu tespit edilmiştir. Üretimde kullanılan hammaddenin fosfolipit fraksiyonunda $41,63 \pm 0,61$ olan çoklu doymamış yağ asidi miktarının üretim süresince azalarak $29,07 \pm 0,92$ 'ye düştüğü belirtilmiştir. Araştırmada fosfolipit fraksiyonunda bulunan hammadde de ve son ürün aşamasında palmitik (16:0), stearik (18:0), oleik (18:1n-9) ve linoleik (18:2n-6) yağ asitlerin miktarları sırayla $19,52 \pm 0,07$, $12,68 \pm 0,28$, $21,45 \pm 0,55$ ve $29,92 \pm 0,54$, $23,61 \pm 0,55$, $13,34 \pm 0,43$, $28,66 \pm 0,60$ ve $22,17 \pm 0,61$ olduğu belirtilmiş, kurutma prosesi boyunca fosfolipitlerin hidrolizasyonu sonucunda serbest yağ asit miktarında artış meydana geldiği ifade edilmiştir.

Zhou *et al.* (2007) Çin geleneksel kuru kürlenmiş Jinhua jambonunun üretimi süresince fosfolipitlerin yağ asidi kompozisyonu ile triaçilgliserol ve serbest yağ asidi miktarında oluşan değişimleri belirlemişlerdir. Proses süresi boyunca jambonun yapısında bulunan fosfolipitlerin yağ asidi kompozisyonu azalmış, triaçilgliserol ve serbest yağ miktarları artmıştır. Jambonun üretimi boyunca fosfolipitlerin yapısında bulunan yağ asitlerinde meydana gelen azalmanın nedeninin fosfolipitlerin hidrolizinin (lipoliz) olduğu vurgulanmıştır.

Rivas *et al.* (2011), Iberian domuz deri altı yağının fosfolipit fraksiyonunu ve bu fraksiyonun yağ asidi kompozisyonunu tespit etmişler, fosfolipit fraksiyonlarındaki palmitik ($C_{16:0}$), stearik ($C_{18:0}$), oleik ($C_{18:1n-9}$) ve linoleik ($C_{18:2n-6}$) yağ asitlerinin diğer yağ asitlerine göre miktar olarak daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmada fosfolipit fraksiyonundaki tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarı $60,14$ olarak tespit edilmiş ve bunun $56,49$ 'unun oleik asit olduğu ifade edilmiştir. Fosfolipit fraksiyonundaki çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) $10,13$ olarak belirlenmiş ve bunun $8,54$ 'lük kısmını linoleik asit oluşturmuştur. Toplam doymuş yağ asidi (ΣSFA) miktarı $29,74$ oranında tespit edilmiş ve bunun $19,45$ 'lik kısmını palmitik asit, $8,68$ 'lik kısmını ise stearik asitin oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Kesava Rao *et al.* (1991) tarafından bufalo karkasından çıkarılan *Triceps brachii* (TB), *Longissimus dorsi* (LD) ve *Biceps femoris* (BF) kaslarına basınç uygulayarak pişirmiş,

soğutma (4°C) ve dondurma (-10°C) işlemi sonucunda etteki fosfolipitlerin değişimi incelenmiştir. Pişirme işleminin etin toplam lipid ve fosfolipit içeriğini önemli derecede bileşimini önemli derecede etkilediği belirtilmiştir. Buffalo etinde doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit, doymamış yağ asitlerinden oleik (18:1n-9) ve linoleik (18:2n-6) asitlerin hakim olduğu tespit edilmiştir. Kasın bulunduğu yere göre yağ asidi kompozisyonun değiştiğinin belirtildiği araştırmada yağ asidi kompozisyonundaki değişiminin kaslara uygulanan pişirme işlemine göre değişiklik gösterdiği de saptanmıştır. Pişirme işlemi ile TB ve LD kaslarında doymuş yağ asitlerinin (SFA) miktarında önemli artış olduğunu belirten araştırmacılar soğutma ve dondurma işlemi uygulanan kaslarda tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitler miktarlarında (oleik (18:1n-9), linoleik (18:2n-6) ve araşhidonik (20:4n-6) asit miktarında) azalış meydana geldiğini de bildirmişlerdir.

Pastırma üretim süresince nem, pH ve renk değerlerinde önemli değişimlerin olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konulmuştur.

Erdemir, (2012) tarafından yapılan araştırmada pastırma üretimi aşamalarında nem, pH ve renk (L^* , a^* ve b^*) analizleri yapılmıştır. Nem değerleri pastırma üretimi aşamaları boyunca azalmış, hammaddede %71,015-76,473, son ürün pastırmada ise %39,09-45,29 arasında olduğu belirlenmiştir. pH değerleri üretim süresince artmış, hammaddede 5,50-5,85, pastırmada 5,76-5,83, L^* , a^* ve b^* değerleri sırayla 31,11-49,29, 21,84-37,25 ve 15,71-24,64 arasında tespit edilmiştir.

Aksu and Kaya (2005) tarafından *M. longissimus dorsi* kası kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde nem, pH ve renk (L^* , a^* ve b^*) analizleri yapılmıştır. Örneklerdeki nem miktarı $43,65 \pm 0,18$, pH değerleri $5,71 \pm 0,02$, L^* değeri $41,14 \pm 0,23$, a^* değeri $40,96 \pm 0,14$ ve b^* değeri ise $19,23 \pm 0,75$ olarak belirlenmiştir.

Aksu ve Kaya (2002), farklı kürlleme yöntemleri ve starter kültür kullanarak ürettikleri pastırmalarda nem ve pH değeri %38,03 ve 5,64 olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar

aynı pastırmalarda L^* değerini 28,69, a^* değerini 9,27 ve b^* değerini 2,18 olarak belirlemişlerdir.

Gök *et al.* (2008), farklı ambalajlama yöntemlerinin pastırma üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada üretilen pastırma örneklerinde pH değerinin 5,95-5,97, L^* değerinin 39,30-43,92, a^* değerinin 16,12-27 ve b^* değerinin 7,51-16,46 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Aksu ve Kaya (2002b) ticari starter kültür preparatlarının pastırma üretiminde kullanım imkânları üzerine yaptıkları araştırmalarında pastırma örneklerinin nem, pH ve renk analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Pastırma üretim aşamalarında nem miktarını hammaddede %75,13, kütleme sonunda %71,02, 2. kurutma sonunda %55,82 ve pastırmada %45,02 olarak belirlemişlerdir. pH 5,62-5,98 arasında değişmiş, pastırmada L^* , a^* ve b^* değerleri ise: 27,60, 19,58 ve 4,74 olarak tespit edilmiştir.

Aksu *et al.* (2005a) tarafından *M. Longissimus dorsi* kası kullanılarak üretilen taze ve dondurulmuş/çözündürülmüş pastırmalarda nem, pH ve renk (L^* , a^* ve b^*) analizleri yapılmıştır. Hammaddede $74,33 \pm 0,03$ olan nem miktarı pastırmada $40,68 \pm 0,29$, pH değeri hammaddede $5,90 \pm 0,06$, son üründe $5,93 \pm 0,04$ olarak belirlenmiştir. Pastırma üretiminde kullanılan hammaddede L^* , a^* ve b^* değeri sırayla $38,08 \pm 0,7$, $24,47 \pm 0,39$ ve $4,72 \pm 0,38$, son üründe ise sırayla $47,38 \pm 1,59$, $36,38 \pm 1,15$ ve $21,75 \pm 0,36$ olarak tespit edilmiştir.

Kaban (2009), pastırma üretim aşamalarında (hammadde, kütleme sonu, 1. kurutma sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün) uçucu bileşikler, a_w , pH, NPN, TBARS, laktik asit bakteri ve katalaz pozitif kok sayısı gibi kalite özelliklerinde oluşan değişimleri tespit etmiştir. Araştırmacı hammadde de 5,60 civarında olan pH değerinin son üründe $5,86 \pm 0,06$ 'ya yükseldiğini belirlemiştir.

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan sığır *M. Longissimus dorsi* kasları, Et ve Süt Kurumu A.Ş.'nin Erzurum Kombinasi'ndan temin edilmiştir. Kaslar hayvan kesiminden sonra birgün dinlendirilen karkaslardan alınmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Pastırma üretimi

Pastırma üretimi Aksu (1999) ve Aksu *et al.* (2005b) tarafından verilen yöntemler esas alınarak yapılmıştır.

Etlerin hazırlanması ve şaklama: Denemede iki sığır karkasından alınan sağ ve sol *M. Longissimus dorsi* kasları aynı büyüklükte olacak şekilde ikiye bölünmüş, kasların yüzeyindeki fazla yağ, tendon ve bağ dokuları alınmıştır. Bu şekilde aynı karkastan benzer özelliklere sahip dört pastırmalık et elde edilmiştir. Pastırma işlemi için hazırlanan etler daha sonra bir yüzeyden kas liflerine 45 derecelik açıyla et kalınlığının 2/3'ünü geçmeyecek derinlikte şaklama işlemine tabi tutulmuştur.

Tuzlama: Tuzlama işleminde kuru tuzlama yöntemi uygulanmış ve et ağırlığının %5 oranında tuz kullanılmıştır. Tuzlanan etler, şaklar üste gelecek şekilde 6°C'de 30 saat bekletilmiş, daha sonra şaklanmış yüzey alt kısma gelecek şekilde ters çevrilerek aynı sıcaklıkta 18 saat daha bekletilerek tuzlama işlemi tamamlanmıştır.

1. Kurutma: Tuzlama işlemi sonrası pastırmalık etler askılara alınarak, nisbi nemi %80-85 olan bir ortamda 15°C’de 4 gün kurutulmuştur.

1. Baskılama: 1. kurutma işleminden sonra tuzlanmış-kurutulmuş etlere pastırma baskılama sistemi kullanılarak 1. baskılama işlemi yapılmıştır. Baskılama işlemi 7-10°C’lik ortamda 17 saatte tamamlanmıştır.

2. Kurutma: 1. baskılama işlemi bittikten sonra pastırmalık etler askılara alınarak, %70±5 nisbi nem 20°C’lik ortamda 3-4 gün süreyle kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

2. Baskılama: 2. kurutma işlemi sonrası etlere 2. baskılama işlemi uygulanmıştır. Bu baskılama işlemi 25°C’lik ortamda 7 saat süreyle yapılmıştır.

Çemenleme: Çemen hamurunu üretiminde; 500 g buy otu tohumu unu, 350 g ezilmiş taze sarımsak, 150 g kırmızı biber (75 g acı toz kırmızı biber + 75 g tatlı toz kırmızı biber) ve 1200 ml çeşme suyu bileşimi esas alınmıştır (Aksu 1999; Aksu *et al.* 2006). Kurutma ve baskılama işlemi tamamlanmış etler çemen hamuru içerisinde 4,5 gün bekletilmiş (7°C’de) daha sonra etlerin yüzeyindeki çemen kalınlığı 2-3 mm olacak şekilde inceltilerek çemenleme işlemi tamamlanmıştır.

Son Kurutma: Çemenleme işlemi tamamlanmış olan etler son kurutma işlemine alınmış, sıcaklığı 15°C ve nisbi nemi %70±5 olan ortamda 2 gün, sıcaklığı 18°C ve nisbi nemi %65±5 olan ortamda 2 gün ve sıcaklığı 20°C ve nisbi nemi %60±5 olan ortamda 4-5 gün kurutulmuştur.

3.2.2. Kimyasal analizler

Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında nem, toplam lipid, nötral lipid ve fosfolipit miktarı ile fosfolipit

fraksiyonunun yağ asidi kompozisyonu analizleri yapılmıştır. pH ve renk (L^* , a^* ve b^*) analizleri ise hammadde ve son üründe (pastırma) yapılmıştır.

3.2.2.a. pH analizi

pH analizi için her bir örnekten paralelli olarak 10'ar gram alınmış, üzerlerine 100'er ml saf su ilavesinden sonra Ultra Turrax'ta 1 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra bu homojenizatların pH değerleri pH metre ile ölçülmüştür. pH metre ölçüm yapılmadan önce pH 4,00 ve 7,00'lik tampon çözeltilerle kalibre edilmiştir (Gökalp vd 2010b).

3.2.2.b. Renk yoğunluğunun ölçülmesi

Örneklerin renk yoğunlukları (L^* , a^* ve b^*) Minolta (CR-400, Minolta, Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Renk yoğunlukları üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationele de l'e Clairage) tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır.

3.2.2.c. Nem analizi

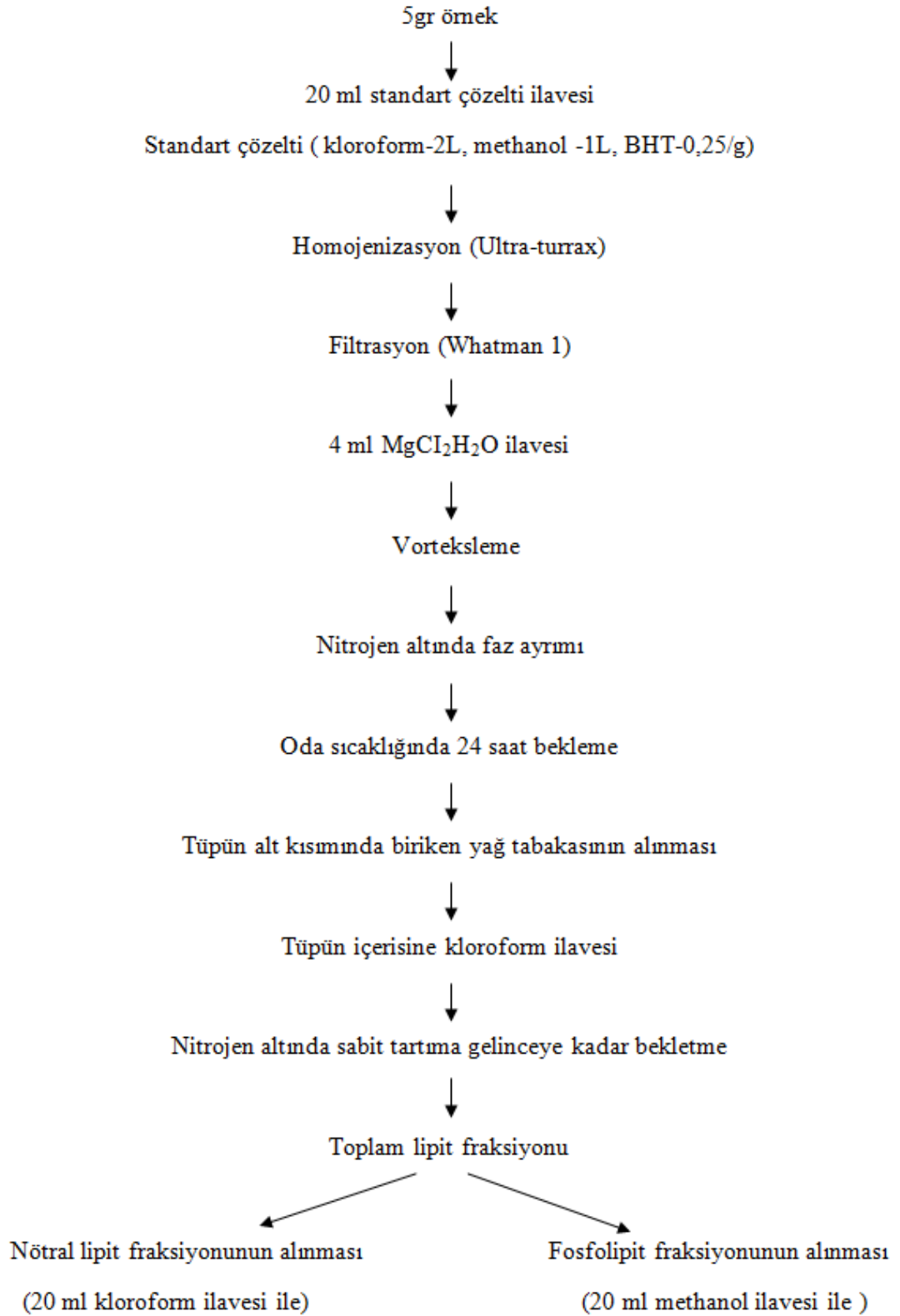
Pastırma örneklerinin nem analizi kurutma yöntemine göre yapılmıştır. Kıyma haline getirilen pastırma örneklerinden paralelli olarak kurutma kaplarına 10'ar gram konup sabit ağırlığa ulaşmaya kadar $100\pm 2^\circ\text{C}$ 'lik etüvde kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler daha sonra desikatörde soğutulup ve tartıldıktan sonra ağırlık kaybı dikkate alınarak örneklerin nem miktarları % olarak belirlenmiştir.

3.2.2.d. Örneklerden yağın alınması, nötral ve fosfolipit fraksiyonunun ayrılması ve miktarlarının hesaplanması

Örneklerden yağın alınmasında Şekil 3.1'de verilen Folch ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle alınan yağlar çeşitli işlemlere tabi tutularak nötral lipit ve

fosfolipit fraksiyonlarına ayrılmıştır. Folch ekstraksiyon yöntemi ile alınan yağ miktarı ile kullanılan örnek miktarı dikkate alınarak toplam lipit miktarı hesaplanmıştır. Fosfolipit ve nötral lipit miktarı ise toplam yağın fraksiyonlara ayrılmasından sonra yine kullanılan örnek miktarı dikkate alınarak belirlenmiştir.





Şekil 3.1. Folch ekstraksiyon yöntemi ile yağ ekstraksiyonu (Folch *et al.* 1957)

3.2.2.e. Fosfolipit fraksiyonunun yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi

Fosfolipit fraksiyonunu içeren tüpler nitrojen altında sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Sabit tartıma gelen örnekler tekrar standart çözeltiden 200 mikrolitre (methynonadecanonte 1 ml'ye 8 mg) ilave edilmiş ve tekrar nitrojen altında bekletilmiştir. Örneklerin üzerine 2 ml BF₃-metanol (Brontrifluoride methnol %25'lik) ilave edilmiş ve 80°C'de 30 dk kurutma dolabında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler oda sıcaklığına gelinceye kadar oda şartlarında soğutulmuştur. Tüpün içerisine 1 ml hekzan ilave edilmiş ve vortekslenmiştir. Tüpün içerisine 1 ml ultra saf su ilave edildikten sonra tekrar vorteks işlemi yapılmıştır. Bu şekilde hazırlanan tüpler 3000 rpm'de 5 dk santrifüjlenmiştir. Santrifüj işlemi sonrasında üst kısımdaki faz alınmış, içerisinde sodyum sülfat bulunan başka bir tüpe aktarılmış ve üzerine 1 ml hekzan ilave edildikten sonra vorteksleme yapılarak tüpün üst kısmındaki faz başka bir viyale aktarılmıştır. Bu örneklerin yağ asidi kompozisyonları gaz kromatografisi (Agilent 6980 Gaz Kromatografisi (GC)) kullanılarak belirlenmiştir (Sistemde dedektör olarak FID, kolon olarak DB-23 (60mx0,25mmx0,25µm) kullanılmıştır. Dedektör Sıcaklığı: 200°C, Kolon Sıcaklığı: 165°C'de 15 dakika bekletilir. Dakikada 5°C artışla 200°C, Akış Hızı: 1/50 (azot/kuru hava), Hava Basıncı: 350 ml/dak).

3.2.3. İstatistiki analizler

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Verilere SPSS paket program kullanılarak varyans analizi yapılmış, önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar çizelgelerde standart sapmaları ile birlikte verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Nem

Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında belirlenen nem değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Nem miktarı pastırma üretiminde kullanılan hammaddelerde %74,54-75,23, tuzlama sonunda %65,38-68,83, 2. kurutma sonunda %44,25-48,46 ve son ürünlerde %35,79-41,48 arasında değişmiştir. Pastırma üretim süresince tespit edilen nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiş, nem miktarı üzerinde üretim aşamalarının ($p<0,01$) çok önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Pastırma üretim aşamalarında tespit edilen nem değerleri (%)

Blok	Üretim Aşaması			
	Hammadde	Tuzlama Sonu	2. Kurutma Sonu	Son Ürün (Pastırma)
1	74,88	68,83	44,97	38,97
	74,54	66,90	44,37	40,35
	74,63	67,83	48,46	38,86
	74,55	66,01	44,32	41,48
	75,06	65,38	44,29	39,94
2	74,84	65,98	47,13	38,26
	75,23	67,05	44,32	35,79
	75,09	67,08	44,25	37,39

Çizelge 4.2. Pastırma üretim aşamalarında belirlenen nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	2303,84	1,430**
Blok	1	4,126	2,56
Hata	24	1,611	

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, ** $p<0,01$

Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen nem miktarlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre nem miktarı üretim süresince azalmıştır ($p<0.05$). Pastırma üretiminde kullanılan hammaddelerde ortalama $74,38\pm0,52$ olarak tespit edilen nem miktarı son üründe $38,88\pm1,78$ ’ye düşmüştür.

Çizelge 4.3. Pastırma üretim aşamalarında tespit edilen nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$)

Üretim Aşaması	N	Nem(%)
Hammadde	8	$74,38\pm0,52^a$
Tuzlama sonu	8	$66,88\pm1,11^b$
2. Kurutma sonu	8	$45,26\pm1,62^c$
Son Ürün (Pastırma)	8	$38,88\pm1,78^d$

±: Standart Sapma

a-d: Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Aksu ve Kaya (2002) yaptıkları araştırmada hammaddede $75,13$ olarak belirledikleri nem değerinin 2. kurutma sonunda $55,82$ ’ye, pastırmada ise ortalama $45,02$ ’ye düştüğünü belirlemişlerdir. Benzer şekilde Hastaoğlu (2011) ve Akköse (2012) tarafından yapılan araştırmalarda da pastırma üretim süresince nem değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği’nde (Anonim 2012) çemensiz pastırmada nem miktarının maksimum 50 olabileceği belirtilmiştir. Yılmaz and Geçgel (2009)’da pastırmada nem değerinin $37,31\pm2,21$ -% $45,56\pm3,29$ arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

4.2. pH

Pastırma üretiminde kullanılan hammaddelerde ve son üründe (pastırma) belirlenen pH değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Pastırma üretiminde kullanılan hammaddelerde $5,47$ - $5,58$ olan pH değerlerinin son üründe $5,65$ - $5,76$ arasında olduğu belirlenmiştir. Pastırma üretiminde tespit edilen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge

4.5’de verilmiş, bu sonuçlara göre üretim aşamalarının pH değerleri üzerinde ($p<0,01$) çok önemli etkileri olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen pH değerleri

Blok	Üretim Aşaması	
	Hammadde	Son Ürün (Pastırma)
1	5,58	5,76
	5,57	5,75
	5,57	5,70
	5,57	5,68
2	5,49	5,65
	5,48	5,65
	5,47	5,76
	5,48	5,74

Çizelge 4.5. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	1	0,137	109,87**
Blok	1	0,13	10,62**
Hata	12	0,001	

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, ** $p<0,01$

Çizelge 4.6. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$)

Aşamalar	N	pH
Hammadde	8	5,53±0,05 ^b
Son Ürün (Pastırma)	8	5,71±0,05 ^a

±: Standart Sapma

a-b:Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Araştırmada belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre üretim aşamalarının pH miktarı üzerinde çok önemli ($p<0.05$) etkileri olmuştur. Pastırma üretim aşamalarında

hammadde ortalama $5,53 \pm 0,05$ olarak tespit edilen pH değeri son üründe $5,71 \pm 0,05$ 'e yükselmiştir.

Erdemir (2012)'de yaptığı araştırmada hammaddede 5,68 olarak belirlediğini pH değerinin pastırma üretim süresince yükseldiğini ve son ürün olan pastırmada 5,78 olduğunu tespit etmiştir. Pastırma üretim süresince oluşan proteolitik değişimler, kuruma, fermentasyon ve hammadde kalitesi pastırmanın pH değerini etkilemektedir. Son ürün pastırmada $5,71 \pm 0,05$ olarak belirlediğimiz ortalama değer Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği'nde (Anonim 2012) üst limit olarak belirlenen 6,0'nın altındadır. Yapılan çeşitli araştırmalarda pH'daki değişim araştırma bulgularımızla paralel olup, üretim süresince pH değeri artmıştır (Aksu 1999; Aksu ve Kaya 2001; Aksu ve Kaya 2002; Güner *et al.* 2008; Hastaoglu 2011).

4.3. L* değeri

Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında belirlenen L* değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. L* değeri pastırma üretiminde kullanılan hammaddelerde 30,58-39,16 ve son ürünlerde 35,02-41,13 arasında bulunmuştur. Çizelge 4.8'de hammadde ve son üründe tespit edilen L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiş ve üretim aşamalarının L* değeri üzerinde ($p < 0,01$) çok önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen L* değerleri

Blok	Üretim Aşaması	
	Hammadde	Son Ürün (Pastırma)
1	30,58	40,79
	31,53	40,71
	31,97	39,97
	32,44	40,35
	32,06	39,34
	37,47	41,13
	37,33	40,17
	38,56	41,05
	38,60	40,38
	39,16	39,83

Çizelge 4.7. (devam)

	36,94	35,50
	35,85	35,56
	36,57	36,26
	35,03	35,02
	37,38	35,99
2	37,12	38,65
	36,59	39,92
	36,50	38,72
	36,44	38,87
	37,19	38,94

Çizelge 4.8. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	1	95,61	23,29**
Blok	1	5,17	1,26
Hata	36	4,11	

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **p<0,01

Çizelge 4.9’da pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında belirlenen L* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiş, hammaddede ortalama $35,77 \pm 2,59$ olarak tespit edilen L* değeri, son ürün pastırmada $38,86 \pm 2,04$ ’ye yükselmiştir. Aksu and Kaya (2001a) ürettikleri kontrol grubu pastırmalarda L* değerini ortalama 41,22 olarak belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar farklı bir araştırmalarında da (Aksu *et al.* 2005a) hammaddede $38,08 \pm 0,07$ olan L* değerinin üretilen pastırmalarda $47,38 \pm 1,59$ olduğunu tespit etmişlerdir. Erdemir (2012)’de hammaddede $38,40 \pm 5,44$ olarak belirlendiği L* üretim süresince arttığını ve son üründe $41,91 \pm 3,64$ olarak belirlendiğini ifade etmiştir. Mevcut bulguların aksine Uğuz *et al.* (2011) pastırma üretim süresince L* değerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Pastırmanın L* değeri üretim metodu, kurutma ve kürlenme yöntemi, kürlenmede kullanılan tuz çeşidi ve miktarı, depolama süre ve sıcaklığı gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Aksu and Kaya 2001a; Aksu and Kaya 2005a; Gök *et al.* 2008; Çakıcı 2012; Erdemir 2012).

Çizelge 4.9. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen L* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$)

Aşamalar	N	L değeri
Hammadde	20	35,77±2,59 b
Son Ürün (Pastırma)	20	38,86±2,04 a

±: Standart Sapma

a-b: Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.4. a* değeri

Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında belirlenen a* değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Pastırma üretiminde kullanılan hammaddelerde 20,94-32,50 olarak belirlenen a* değeri son üründe 38,57-40,06 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.11'de hammadde ve son üründe (pastırma) tespit edilen a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiş, üretim aşamalarının a* değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen a* değerleri

Blok	Üretim Aşaması	
	Hammadde	Son Ürün (Pastırma)
1	20,94	39,78
	21,37	39,39
	21,12	39,44
	21,38	40,06
	22,50	40,02
	32,21	38,64
	31,26	38,91
	32,24	38,57
	32,52	39,33
	31,62	39,01
2	21,79	39,41
	21,47	39,91
	21,54	38,85
	22,17	38,99
	22,06	39,00
	28,31	38,75
	28,61	38,84
	29,45	38,93
	29,46	38,80
	29,02	39,05

Çizelge 4.11. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen a^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	1	1713,48	150,02**
Blok	1	7,01	0,61
Hata	36	11,42	

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, ** $p < 0,01$

Çizelge 4.12’de pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında belirlenen a^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiş, hammaddede ortalama $26,05 \pm 4,69$ olarak tespit edilen a^* değeri, son üründe $39,14 \pm 0,43$ ’ye yükselmiştir. Aksu *et al.* (2005a) pastırmalarda a^* değerini ortalama $36,38 \pm 1,15$ olarak belirlemişlerdir. Pastırmada renk özelliklerinden özellikle a^* değerini hammadde kalitesi, üretim şartları ve süresi, üretimde kullanılan yöntemler, depolama süresi ve şartları etkileyebilmektedir (Aksu ve Kaya 2002; Aksu and Kaya 2005; Uğuz 2007; Gök *et al.* 2008; Hastaoğlu 2011; Erdemir 2012). Bu nedenlerle yapılan piyasa araştırmalarında dilimlenmiş pastırmaların a^* değerlerinde önemli varyasyonların olduğunu tespit edilmiştir. Bu kapsamda Aksu ve Kaya (2001) tarafından yapılan araştırmada pastırma örneklerinde a^* değerinin 13,66-36,63 arasında, Çakıcı *et al.* (2015) tarafından yapılan araştırmada da sırt pastırmalarında 21,45-30,22 arasında değiştiği, ortalama 30,22 olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.12. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen a^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p < 0,05$)

Aşamalar	N	a^* değeri
Hammadde	20	$26,05 \pm 4,69$ b
Son Ürün (Pastırma)	20	$39,14 \pm 0,43$ a

±: Standart Sapma

a-b: Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.5. b^* değeri

Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında belirlenen Çizelge

4.13’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.14’de b* değerleri verilmiştir. b* değeri pastırma üretiminde kullanılan hammaddelerde 5,96-13,86, son üründe 17,50-23,71 arasında bulunmuştur. Üretim aşamalarının b* değeri üzerinde ($p<0,01$) çok önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen b* değerleri

Blok	Üretim Aşaması	
	Hammadde	Son Ürün (Pastırma)
1	5,96	23,29
	6,53	21,41
	6,85	22,16
	6,90	23,71
	7,19	22,85
	12,40	21,44
	12,54	20,19
	13,09	20,78
	13,04	21,19
	13,81	21,44
2	7,30	17,50
	7,15	18,49
	7,07	17,58
	6,68	18,92
	6,98	17,75
	10,04	20,96
	10,11	20,67
	10,53	20,74
	10,38	21,08
	10,60	20,29

Çizelge 4.14. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	1	1291,52	290,05**
Blok	1	32,31	7,26
Hata	36	4,45	

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, ** $p<0,01$

Çizelge 4.15’de pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında belirlenen b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiş, hammaddede ortalama $9,26 \pm 2,67$ olarak tespit edilen b^* değeri, pastırmada ise $20,62 \pm 1,80$ ’ne kadar yükselmiştir. Yapılan çeşitli araştırmalarda dilimlenmiş pastırma örneklerinde b^* değeri 6,67-20,54 (Aksu ve Kaya 2001), $19,23 \pm 0,75$ (Aksu ve Kaya 2005) ve $21,75 \pm 35$ (Aksu *et al.* 2005a) olarak belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar b^* değerinin pastırma üretim süresince arttığını da ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.15. Pastırma üretiminin hammadde ve son ürün (pastırma) aşamalarında tespit edilen b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p < 0,05$)

Aşamalar	N	b^* değeri
Hammadde	20	$9,26 \pm 2,67$ b
Son Ürün (Pastırma)	20	$20,62 \pm 1,80$ a

$\pm$: Standart Sapma

a-b: Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.6. Toplam yağ, nötral lipit ve fosfolipit miktarları

Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen toplam yağ, nötral lipit miktarı ve fosfolipit miktarı ile bu miktarlara ait % oranlar Çizelge 4.16’da verilmiştir. Toplam lipit miktarı pastırma üretiminde kullanılan hammaddeler de 1,16-1,57 g/100 g, tuzlama sonunda 0,77-1,40 g/100 g ve 2. kurutma sonunda 1,19-1,97 g/100 g olarak tespit edilmiştir. Toplam lipit miktarı son üründe maksimum değere ulaşmış ve 2,14-2,96 g/100 g arasında bulunmuştur. Pastırma üretim aşamalarında nötral lipit hammaddede 0,77-1,18 g/100 g, tuzlama sonunda 0,58-1,00 g/100 g, 2. kurutma sonunda 0,80-1,57 g/100 g ve son üründe 1,75-2,37 g/100 g arasında tespit edilmiş, % nötral lipit hammaddede %66,38-75,16, tuzlama sonunda %71,42-78,79, 2. kurutma sonunda %66,39-79,29 ve son üründe %76,98-81,78 olarak belirlenmiştir. Fosfolipit miktarı ise hammaddede 0,39-0,40 g/100 g arasında, son üründe 0,39-0,60g/100 g arasında tespit edilmiştir. Bu miktarlar % olarak ise hammaddede %24,84-33,61, son üründe %18,22-23,02’dir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16’da verilen değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.18’de verilmiştir. Toplam lipit miktarı üzerine pastırma üretim aşamalarının çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.18), en yüksek toplam lipit miktarı ortalama $2,60\pm 0,36$ g/100 g olarak pastırmada belirlenmiştir (Çizelge 4.18). Toplam lipit miktarı bakımından pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu ve 2. kurutma sonu aşamalarında ise istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Pastırma üretim aşamalarının nötral lipit miktarı ve % oranı üzerine de çok önemli etkileri tespit edilmiş ($p<0,01$) ve toplam lipit içerisinde nötral lipitlerin $\%79,33\pm 2,06$ oranla hakim fraksiyon olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Pastırma üretim aşamalarında tespit edilen toplam lipit içerisindeki fosfolipit miktar ve % oranları üzerine de üretim aşamalarının etkili olduğu ($p<0,01$) saptanmış, miktar olarak en düşük değerler tuzlama sonu aşamasında, en yüksek değerler ise son ürün aşamasında bulunmuştur (Çizelge 4.18). Yapılan çeşitli araştırmalarda araştırma bulgularımıza paralel olarak kas içi yağlanmada da nötral lipit miktarının fosfolipit miktarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yang *et al.* (2005) tarafından geleneksel Xuanwei jambonu üretimi süresince intramuscular lipit fraksiyonlarındaki değişimleri inceledikleri araştırmada çiğ ette $\%73,2\pm 2,33$ olan nötral lipit oranının kurutulmuş son üründe $\%80,2\pm 3,02$ ’ye yükseldiği, fosfolipit oranının ise $\%25,3\pm 1,31$ ’den, $\%5,8\pm 0,41$ ’e düştüğünü belirlemişlerdir. Benzer şekilde He *et al.* (2012) tarafından *M. Longissimus* kasındaki intramuscular lipit içeriklerinin belirlendiği çalışmada nötral lipit miktarının çiğ ette ortalama $\%76,72\pm 0,99$, fosfolipit miktarının ise $\%20,54\pm 1,06$ değerleri arasında olduğunu belirtmişlerdir. Jin *et al.* (2010) tarafından yapılan araştırma da nötral lipit hammadde de $\%67,8\pm 2,6$, kürlleme sonunda $\%71,1\pm 2,5$, son üründe $\%73,0\pm 1,2$ oranında, fosfolipit ise hammadde de $\%22,4\pm 0,7$, kürlleme işlemi sonunda $\%16,1\pm 0,3$, son üründe $\%10,3\pm 0,3$ oranında tespit edilmiştir. Farklı hayvan etlerinden üretilen çeşitli et ürünlerinin işlenmesi süresince fosfolipit miktarının azaldığı yapılan çeşitli araştırmalarda da ortaya konulmuştur (Muriel *et al.* 2005; Huang *et al.* 2014).

Çizelge 4.16. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen toplam yağ, nötral lipit, ve fosfolipit miktarları (g yağ/100 g pastırma) ve % oranları

Yağ ve Fraksiyon	Blok	Hammadde	Tuzlama Sonu	2. Kurutma Sonu	Son Ürün (Pastırma)
Toplam Lipit Miktarı (g /100 g pastırma)	1	1,57	1,40	1,36	2,79
		1,16	0,99	1,40	2,96
	2	1,56	1,18	1,19	2,14
		1,19	0,77	1,97	2,52
Nötral Lipit (g /100 g pastırma)	1	1,18	1,00	0,97	2,19
		0,77	0,78	1,00	2,37
	2	1,18	0,88	0,80	1,75
		0,79	0,58	1,57	1,94
Nötral Lipit (%)*	1	75,16	71,42	71,32	78,49
		66,38	78,79	71,43	80,07
	2	75,16	74,58	66,39	81,78
		66,39	75,32	79,29	76,98
Fosfolipit (g yağ/100 g pastırma)	1	0,39	0,40	0,39	0,60
		0,39	0,20	0,40	0,59
	2	0,39	0,30	0,40	0,39
		0,40	0,19	0,39	0,58
Fosfolipit (%)*	1	24,84	28,57	28,68	21,51
		24,84	21,21	28,57	19,93
	2	24,84	25,42	33,61	18,22
		33,61	25,68	20,71	23,02

*Toplam lipit miktarı içindeki yüzde oranı olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.17. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen toplam yağ, nötral lipid ve fosfolipit miktarları ve % oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Toplam Lipit Miktarı (g /100 g pastırma)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	1,773	26,453**
Blok	1	0,003	0,049
Hata	8	2,777	
Nötral Lipit (g /100 g pastırma)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	1,269	25,584**
Blok	1	0,001	0,026
Hata	8	0,050	
Nötral Lipit (%)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	57,440	7,153**
Blok	1	0,008	0,001
Hata	8	8,030	
Fosfolipit (g yağ/100 g pastırma)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,048	14,548**
Blok	1	0,001	0,255
Hata	8	0,003	
Fosfolipit (%)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	57,027	6,691**
Blok	1	0,027	0,003
Hata	8	8,523	

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **p<0,01

Çizelge 4.18. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen toplam yağ, nötral lipit ve fosfolipit miktarları ve % oranlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$)

Yağ ve Fraksiyon	Hammadde	Tuzlama Sonu	2. Kurutma Sonu	Son Ürün (Pastırma)
Lipit Miktarı (g /100 g pastırma)	1,37±0,23 ^b	1,10±0,27 ^b	1,48±0,34 ^{ab}	2,60±0,36 ^a
Nötral Lipit Miktarı (g yağ/100 g pastırma)	0,98±0,23 ^b	0,81±0,18 ^b	1,08±0,34 ^b	2,06±0,27 ^a
Nötral Lipit Oranı (%)	70,77±5,07 ^b	75,03±3,03 ^{ab}	72,11±5,33 ^b	79,33±2,06 ^a
Fosfolipit Miktarı (g yağ/100 g pastırma)	0,39±0,01 ^b	0,27±0,10 ^c	0,40±0,00 ^b	0,54±0,10 ^a
Fosfolipit Oranı (%)	29,23±5,07 ^a	25,22±3,03 ^{ab}	27,89±5,33 ^a	20,67±2,06 ^b

±: Standart Sapma

a-c:Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.6.1. Fosfolipit fraksiyonunun doymuş yağ asiti kompozisyonu

Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında alınan örneklerin fosfolipit fraksiyonlarında belirlenen doymuş yağ asidi kompozisyonu Çizelge 4.19’da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.20’de verilmiştir. Denemede pastırma üretiminin bütün aşamalarında elde edilen fosfolipit fraksiyonlarının yapılarında doymuş yağ asidi olarak palmitik (16:0) ve stearik (18:0) asitlerin hakim yağ asitleri olduğu tespit edilmiştir. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında belirlenen doymuş yağ asidi kompozisyonuna ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Palmitik asit (16:0) hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında sırasıyla %19,56-20,73, %20,39-21,37, %19,93-22,24 ve %20,08-20,49 arasında değişmiş (Çizelge 4.19), ortalama %20,16±0,50, %20,67±0,39, %20,62±1,09 ve %20,27±0,21 olarak

belirlenmiştir (Çizelge 4.21). Stearik asit miktarının ise (18:0) hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son üründe sırasıyla %11,29-11,56, %11,07-12,88, %11,40-12,45 ve %11,36-12,13 arasında değişmiş (Çizelge 4.19), ortalama $11,54 \pm 0,17$, $12,17 \pm 0,82$, $12,12 \pm 0,48$ ve $11,65 \pm 0,36$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.21). Toplam doymuş yağ asit hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında sırasıyla %33,74-34,87, %35,77-36,69, %34,51-37,21 ve %33,93-34,9 arasında değişmiş (Çizelge 4.19), ortalama $34,27 \pm 0,47$, $36,09 \pm 0,41$, $35,82 \pm 1,15$ ve $34,56 \pm 0,44$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.21).

Pastırma üretim aşamalarının miristik ($p > 0,05$), pentadekanoik ($p > 0,05$), palmitik ($p > 0,05$), margarik ($p > 0,05$), stearik ($p > 0,05$) ve araşhidik asit ($p > 0,05$) miktarı üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır. Ancak pastırma üretim aşamalarının fosfolipit fraksiyonunun toplam doymuş yağ asiti üzerine önemli ($p < 0,05$) etkileri olmuştur (Çizelge 4.20). En düşük doymuş yağ asiti miktarı $34,27 \pm 0,47$ olarak hammaddede en yüksek değer ise $36,09 \pm 0,41$ olarak tuzlama sonunda belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra azalma olmuştur. Üretilen pastırmalarda (son ürün) ise fosfolipit fraksiyonunun doymuş yağ asiti $34,56 \pm 0,44$ olarak belirlenmiş olup, bu değer hammaddede ki değere oldukça yakındır (Çizelge 4.21). Indurain *et al.* (2006) tarafından erkek sığır etinin intramuscular yağ asidi kompozisyonunun belirlendiği araştırmada doymuş yağ asitleri içerisinde en yüksek oranda palmitik ($C_{16:0}$) $26,49 \pm 3,19$ ve stearik ($C_{18:0}$) asit $19,98 \pm 5,42$ olduğunu bildirmişlerdir. Huang *et al.* (2014) tarafından kürlenmiş (Chinese traditional smoke-cured) geleneksel Çin baconu üretimi boyunca fosfolipit yağ asidi kompozisyonunu belirledikleri çalışmada doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asitin diğer yağ asitlerine göre daha yüksek miktarda olduğu belirtilmiştir. Bu araştırmada palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarının $19,52 \pm 0,51$, stearik asit ($C_{18:0}$) miktarının ise $12,68 \pm 0,28$ olduğu da tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.19. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymuş yağ asitleri (%)

Yağ asidi	Blok	Hammadde	Tuzlama Sonu	2. Kurutma Sonu	Son Ürün (Pastırma)
Miristik (14:0)	1	0,82	1,79	1,69	1,48
		1,14	0,76	2,08	1,59
	2	0,70	2,62	0,87	0,60
		1,03	0,85	1,12	0,39
Pentadekanoik (15:0)	1	0,68	0,61	0,49	0,60
		0,62	0,60	0,58	0,68
	2	0,61	0,66	0,52	0,48
		0,57	0,58	0,57	0,54
Palmitik (16:0)	1	19,56	20,39	19,93	20,41
		20,73	21,20	20,17	20,08
	2	20,36	21,37	22,24	20,10
		19,99	20,70	20,14	20,49
Margarik (17:0)	1	1,00	1,04	0,93	0,99
		1,04	1,17	1,02	0,96
	2	0,87	0,98	1,05	0,96
		0,92	1,03	1,02	0,97
Stearik (18:0)	1	11,55	12,04	11,40	11,36
		11,29	12,88	12,25	11,39
	2	11,65	11,07	12,45	11,73
		11,65	12,68	12,36	12,13
Araşhidik (20:0)	1	0,12	0,06	0,07	0,07
		0,06	0,07	0,07	0,07
	2	0,08	0,08	0,08	0,07
		0,06	0,09	0,08	0,12
ΣSFA	1	33,74	35,94	34,51	34,91
		34,87	36,69	36,17	34,78
	2	34,27	35,77	37,21	33,93
		34,22	35,94	35,39	34,63

Çizelge 4.20. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymuş yağ asitlerine ait varyans analiz sonuçları

Miristik (14:0)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,349	1,232
Blok	1	0,165	0,584
Hata	8	0,283	
Pentadekanoik(15:0)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,006	1,872
Blok	1	0,001	0,209
Hata	8	0,03	
Palmitik (16:0)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,255	0,580
Blok	1	0,001	1,029
Hata	8	0,440	
Margarik (17:0)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,07	1,611
Blok	1	0,05	1,157
Hata	8	0,05	
Stearik (18:0)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,410	2,253
Blok	1	0,712	3,910
Hata	8	0,182	
Arasidik (20:0)			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,05	0,298
Blok	1	0,06	0,06
Hata	8	0,00	
ΣSFA			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	3,24	5,08*
Blok	1	0,36	0,56
Hata	8	0,64	

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *p<0,01

Çizelge 4.21. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymuş yağ asitlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$)

Yağ Asitleri	Hammadde	Tuzlama Sonu	2. Kurutma Sonu	Son Ürün (Pastırma)
Miristik (14:0)	0,93±0,20	1,51±0,88	1,44±0,55	1,01±0,61
Pentadekanoik(15:0)	0,62±0,05	0,61±0,03	0,54±0,05	0,57±0,09
Palmitik (16:0)	20,16±0,50	20,67±0,39	20,62±1,09	20,27±0,21
Margarik (17:0)	0,96±0,08	1,05±0,08	1,00±0,05	0,97±0,02
Stearik (18:0)	11,54±0,17	12,17±0,82	12,12±0,48	11,65±0,36
Araşhidik (20:0)	0,08±0,03	0,08±0,01	0,07±0,00	0,09±0,03
ΣSFA	34,27±0,47 ^c	36,09±0,41 ^a	35,82±1,15 ^{ab}	34,56±0,44 ^{bc}

±: Standart Sapma

a-c:Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.6.2. Fosfolipit fraksiyonunun doymamış yağ asiti kompozisyonu

Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında alınan örneklerin fosfolipit fraksiyonlarında belirlenen doymamış yağ asidi kompozisyonu değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Fraksiyonda doymamış yağ asidi kompozisyonunda hakim yağ asitlerinin oleik (18:1n-9) ve linoleik (18:2n-6) asitlerin olduğu bunları araşidonik (20:4n-6), palmitoleik (16:1n-7), α-linolenik (18:3n-3), eikosapentaenoik (20:5n-3) ve vaksenik (18:1n-7) asitlerin takip ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Fosfolipit fraksiyonunda en fazla miktarda bulunan oleik asit (18:1n-9) hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün aşamalarında sırasıyla %18,03-21,92, %17-83-20,71, %19,45-20,76 ve %20,14-20,65 arasında, linoleik asit (18:2n-6) miktarı yine aynı aşamalarda sırasıyla %18,11-19,43, %17,34-18,36, %17,08-18,59 ve %18,37-18,75 arasında değişmiştir (Çizelge 4.22).

Araşidonik asit (20:4n-6) miktarı ise hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün aşamalarında sırasıyla %8,30-12,04, %8,65-10,56, %8,89-10,04 ve %9,19-10,19 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.22). Pastırma üretim aşamalarında dokosahekzaenoik asit (22:6n-3) miktarı %2,68-3,62, α-linolenik asit (18:3n-3) miktarı %2,05-2,49,

palmitoleik asit (16:1n-7) miktarı %1,74-2,08, eikosapentaenoik asit (20:5n-3) miktarı %1,09-1,58, vaksenik asit (18:1n-7) miktarı %1,06-1,39, pentadekanoik asit (15:1) miktarı %0,77-1,89, heptadekanoik asit (17:1) miktarı %0,91-1,13, dihomu γ -linolenik (20:3n-6) asit miktarı %1,38-1,84 arasında belirlenmiştir. Pastırma üretim aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda tespit edilen miristoleik (14:1), γ -linolenik (18:3n-6), stearidenoik (18:4n-3), eikosoenoik (20:1n-9), gadoleik (20:1n-11), eikosadienoik (20:2n-6), eikosatrienoik (20:3n-3), eikosatetraenoik (20:4n-6), erüsik (22:1n-9), ketoleik (22:1n-11), dokosatetraenoik (22:4n-6), dokosapentaenoik (22:5n-3) ve nervonik (24:1n-9) miktarları ise %1'in altında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Pastırma üretim aşamalarının fosfolipit fraksiyonlarında tespit edilen toplam doymamış yağ asitlerinin çoğunlukla çoklu doymamış yağ asidi yapısında olduğu belirlenmiş, pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün aşamalarında toplam doymamış yağ asidi (Σ USFA) miktarının sırasıyla %65,13-66,26, %63,31-64,23, %62,79-65,49 ve %65,10-66,07, toplam tekli doymuş yağ asidi (Σ MUFA) miktarının %26,01-28,15, %25,36-27,17, %26,17-27,39 ve %26,25-27,08, toplam çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) miktarının %36,98-41,82, %36,14-38,87, %36,24-39,32 ve %38,00-39,82 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Corazzin *et al.* (2012) tarafından yapılan araştırmada Holstein ve Simental cinsi erkek sığırlarının *M. Longissimus thoracis* kasının fosfolipit fraksiyonundaki yağ asiti kompozisyonu incelenmiş, toplam tekli doymuş yağ asidi (Σ MUFA) miktarı %20,68, %19,94 ve toplam çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) miktarı %36,27, %41,55 olarak tespit edilmiştir. Yang *et al.* (2005) tarafından yapılan çalışmada da domuz etlerinden üretilen hamların fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi kompozisyonunda toplam tekli doymuş yağ asidi (Σ MUFA) miktarı %21,05 ve toplam çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) miktarını %42,14 olarak belirlemişlerdir.

Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymamış yağ asiti kompozisyonu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'de, ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.24'de verilmiştir. Üretim aşamalarının

pentadekanoik asit (15:1) miktarı üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu tespit edilmiş (Çizelge 4.32) ve en yüksek değerlerin tuzlama sonu ve 2. kurutma sonu aşamalarında olduğu görülmüştür (Çizelge 4.24). Son ürün pastırmada ise bu değer oldukça düşüktür.

Fosfolipit fraksiyonunda hakim olan doymamış yağ asiti linoleik asit miktarı üzerine de üretim aşamalarının çok önemli ($p<0,01$) etkileri olmuştur (Çizelge 4.23). Pastırma üretiminin hammadde aşamasında $18,91\pm0,62$ olarak tespit edilen linoleik asit (18:2n-6) miktarı tuzlama sonu ve 2. kurutma sonu aşamalarında azalmış, $17,66\pm0,49$ ve $17,73\pm0,69$ olarak belirlenmiştir. Bu yağ asitinin son ürünlerdeki miktarı ise $18,53\pm0,20$ 'dir. Linoleik asit miktarının pastırma üretim süresince azalması, son üründe ise tekrar artması çemen bileşimindeki yağ miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aksu and Kaya (2002a)'nın yaptığı çalışmada farklı ticari kültür kullanılarak üretilen pastırmaların doymamış yağ asidi çemenlemeden önce $30,77-44,71$ tespit edilmiş, çemenleme işleminden sonra pastırmada bu değer $51,07-55,48$ olarak belirlenmiştir. Çalık (1996) tarafından yapılan araştırmada 20 farklı çemen bileşimindeki yağ oranları $4,18-7,58$ arasında olduğunu tespit edilmiştir. Küçük ve Gürbüz (1999) tarafından çalışmada çemende ki yağ oranının $4,01$ ile $5,89$ arasında değiştiğini ortalama ise $4,92\pm0,64$ olduğu ifade etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise çemende ki yağ oranının $7-10$ arasında değiştiğini bildirmiştir (Akgül 1993).

Pastırma üretim aşamalarının çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olduğu diğer bir doymamış yağ asiti ise γ -linolenik asittir (18:3n-6). Bu doymamış yağ asidinin miktarı da pastırma üretim süresince azalmış ($p<0,05$) (Çizelge 4.23), en düşük değerler 2. kurutma sonu ($0,13\pm0,01$) ve son ürün olan pastırma ($0,13\pm0,02$) aşamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).

Erüsik asit (20:1n-9) miktarı üzerine de pastırma üretim aşamalarının çok önemli ($p<0,01$) etkileri olmuş ve bu doymamış yağ asidinin miktarı pastırma üretim süresince azalmıştır. En yüksek değerler $0,18\pm0,10$ ve $0,19\pm0,11$ olarak hammadde ve tuzlama

sonu aşamalarında, en düşük değerler ise $0,04 \pm 0,00$ ve $0,05 \pm 0,02$ olarak 2. kurutma sonu ve son ürün aşamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).

Dokosapentaenoik asit (22:5n-3) miktarı pastırma üretim aşamalarından çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilenmiş (Çizelge 4.23) ve pastırma üretim süresince artmıştır. Bu doymamış yağ asiti en düşük seviyede hammaddede belirlenmiş daha sonraki aşamalarda ise artmıştır. Dokosapentaenoik asit (22:5n-3) miktarı bakımından tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün aşamalarında istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$) (Çizelge 4.24).

Toplam doymamış yağ asidi miktarı üzerine de pastırma üretim aşamalarının çok önemli ($p < 0,01$) etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Pastırma üretiminin hammadde aşamasında $65,73 \pm 0,46$ olarak belirlenen fosfolipit fraksiyonunun toplam doymamış yağ asidi miktarı tuzlama sonunda ($63,92 \pm 0,41$) ve 2. kurutma sonu ($64,18 \pm 1,15$) aşamalarında azalmış ve son ürün aşamasında tekrar yükselmiştir (Çizelge 4.24). Küçük ve Gürbüz (1999) tarafından yapılan 7 çemen hattının ve 1 standart çeşidinin yağ ve yağ asidi bileşenlerinin incelendiği araştırmada çemen içeriklerinde yağ asitleri sırayla linoleik asit (18:2n-6), linolenik (18:3n-6), oleik asit (18:1n-9) gibi doymamış yağ asitleri ve miristik asit (14:0) olan doymuş yağ asitleri bulunmuştur. Çemen hattında bulunan yağ asitleri ortalama linoleik asit %44,64, linolenik asit %23,12, oleik asit %19,34 ve miristik asit %10,24 değerlerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Diğer taraftan istatistiki olarak önemli olmamasına rağmen çoklu doymamış yağ asidi miktarı hammaddeye göre tuzlama sonu ve 2. kurutma sonu aşamalarında azalmış, bu aşamadan sonra tekrar yükselmiştir. Pastırma üretim aşamalarda toplam doymamış yağ asidi ve çoklu doymamış yağ asidi miktarındaki değişimin paralel olması nedeniyle toplam doymamış yağ asidindeki yükselmenin de çoklu doymamış yağ asidi miktarındaki yükselmeden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.22. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymamış yağ asitleri (%)

Yağ asidi	Blok	Hammadde	Tuzlama Sonu	2. Kurutma Sonu	Son Ürün (Pastırma)
Miristoleik (14:1)	1	0,45	0,51	0,34	0,48
		0,37	0,39	0,55	0,71
	2	0,38	0,91	0,33	0,34
		0,33	0,28	0,65	0,24
Pentadekanoik (15:1)	1	0,77	1,56	1,73	1,18
		0,81	1,29	1,79	0,89
	2	0,87	1,89	1,31	0,91
		1,23	1,40	1,34	0,98
Palmitoleik (16:1n-7)	1	1,98	1,77	1,85	1,96
		2,08	1,77	1,77	1,91
	2	1,76	1,81	1,77	1,83
		1,68	1,74	1,84	1,70
Heptadekanoik (17:1)	1	1,01	1,10	1,04	1,05
		1,18	1,11	1,09	1,08
	2	0,94	0,95	1,00	0,99
		0,95	1,13	1,07	1,01
Vaksenik (18:1n-7)	1	1,15	1,32	1,27	1,32
		1,22	1,39	1,18	1,17
	2	1,10	1,15	1,18	1,31
		1,06	1,26	1,26	1,16
Oleik (18:1n-9)	1	21,22	20,02	19,45	20,65
		21,92	20,71	20,50	20,14
	2	20,20	17,83	20,40	20,34
		18,03	19,85	20,76	20,47
Linoleik (18:2n-6)	1	19,37	18,38	18,59	18,63
		18,74	17,57	17,96	18,37
	2	19,43	17,34	17,08	18,75
		18,11	17,36	17,28	18,35
α -linolenik (18:3n-3)	1	2,26	2,06	2,12	2,15
		2,49	2,26	2,05	2,27
	2	2,22	2,05	2,07	2,20
		2,08	2,14	2,12	2,14
γ -linolenik (18:3n-6)	1	0,13	0,14	0,13	0,12
		0,16	0,19	0,12	0,16
	2	0,17	0,13	0,12	0,12
		0,14	0,23	0,13	0,12
Stearidonik (18:4n-3)	1	0,16	0,15	0,15	0,13
		0,15	0,15	0,07	0,11
	2	0,14	0,15	0,15	0,15
		0,13	0,15	0,14	0,17

Çizelge 4.22. (devam)

Eikosoenoik (20:1n-9)	1	0,09 0,04	0,04 0,04	0,04 0,04	0,04 0,03
	2	0,04 0,05	0,06 0,11	0,04 0,04	0,05 0,06
Gadoleik (20:1n-11)	1	0,11 0,11	0,09 0,10	0,10 0,11	0,10 0,09
	2	0,10 0,08	0,10 0,10	0,10 0,10	0,12 0,10
Eikosadienoik (20:2n-6)	1	0,48 0,42	0,47 0,45	0,47 0,48	0,50 0,52
	2	0,47 0,52	0,50 0,46	0,47 0,48	0,51 0,49
Eikosatrienoik (20:3n-3)	1	0,30 0,27	0,29 0,28	0,30 0,29	0,29 0,29
	2	0,29 0,32	0,34 0,28	0,30 0,29	0,31 0,31
Dihomo γ - linolenik (20:3n-6)	1	1,64 1,38	1,58 1,45	1,59 1,51	1,58 1,55
	2	1,56 1,84	1,66 1,45	1,47 1,51	1,68 1,66
Eikosatetraenoik (20:4n-3)	1	0,06 0,07	0,07 0,07	0,12 0,08	0,09 0,00
	2	0,09 0,10	0,10 0,16	0,10 0,09	0,10 0,20
Araşhidonik (20:4n-6)	1	9,30 8,30	9,02 8,65	10,04 8,89	9,19 9,87
	2	9,92 12,04	10,56 9,74	9,06 9,60	10,19 9,95
Eikosapentaenoik (20:5n-3)	1	1,18 1,20	1,09 1,14	1,34 1,11	1,14 1,29
	2	1,12 1,58	1,42 1,26	1,20 1,29	1,30 1,30
Erüsik (22:1n-9)	1	0,16 0,08	0,19 0,04	0,04 0,03	0,03 0,04
	2	0,32 0,16	0,28 0,25	0,04 0,04	0,05 0,07
Ketoleik (22:1n-11)	1	0,05 0,07	0,00 0,10	0,07 0,03	0,03 0,04
	2	0,05 0,05	0,10 0,08	0,13 0,05	0,04 0,12
Dokosadienoik (22:2n-6)	1	1,01 0,93	0,94 0,94	0,98 0,93	0,96 1,02
	2	0,96 1,05	0,95 0,96	0,95 0,96	1,03 1,04

Çizelge 4.22. (devam)

Dokosatetraenoik (22:4n-6)	1	0,15	0,17	0,18	0,16
		0,14	0,15	0,14	0,16
	2	0,16	0,21	0,17	0,18
		0,19	0,16	0,14	0,17
Dokosapentaenoik (22:5n-3)	1	0,11	0,24	0,22	0,24
		0,10	0,10	0,16	0,14
	2	0,10	0,24	0,21	0,16
		0,12	0,16	0,17	0,23
Dokosaheksaenoik (22:6n-3)	1	2,97	2,68	3,08	2,83
		2,63	2,74	2,73	3,09
	2	3,11	3,23	2,89	3,16
		3,62	3,04	3,00	3,09
Nervonik (24:1n-9)	1	0,25	0,21	0,26	0,24
		0,27	0,23	0,22	0,27
	2	0,25	0,29	0,26	0,28
		0,35	0,28	0,26	0,25
Σ USFA	1	66,26	64,06	65,49	65,10
		65,13	63,31	63,83	65,22
	2	65,73	64,23	62,79	66,07
		65,78	64,06	64,61	65,37
Σ MUFA	1	27,15	26,80	26,17	27,08
		28,15	27,17	27,32	26,35
	2	26,01	25,36	26,55	26,25
		23,97	26,87	27,39	26,25
Σ PUFA	1	39,12	37,25	39,32	38,00
		36,98	36,14	36,52	38,87
	2	39,53	38,87	36,24	39,82
		41,82	37,19	37,20	39,21

Σ USFA: Toplam doymamış yağ asidi, Σ MUFA: Tekli doymamış yağ asidi, Σ PUFA: Çoklu doymamış yağ asidi

Çizelge 4.23. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymamış yağ asitlerine ait varyans analiz sonuçları

Miristoleik (14:1)				Pentadekanoik (15:1)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,013	0,507	3	0,458	9,648**
Blok	1	0,003	0,101	1	0,016	0,328
Hata	8	0,026		8	0,047	
Palmitoleik (16:1n-7)				Heptadekanoik (17:1)		

Çizelge 4.23. (devam)

Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,009	0,499	3	0,002	0,370
Blok	1	0,003	0,177	1	0,018	3,279
Hata	8	0,018		8	0,006	
Vaksenik (18:1n-7)				Oleik (18:1n-9)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,016	2,810	3	0,553	0,388
Blok	1	0,001	0,119	1	0,322	0,226
Hata	8	0,006		8	1,425	
Linoleik (18:2n-6)				α-linolenik (18:3n-3)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	1,498	5,612*	3	0,023	1,724
Blok	1	0,929	3,481	1	0,012	0,872
Hata	8	0,267		8	0,013	
γ-linolenik (18:3n-6)				Stearidenoik (18:4n-3)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,002	5,108*	3	0,000	0,550
Blok	1	0,003	8,251*	1	0,001	0,909
Hata	8	0,000		8	0,001	
Eikosoenoik (20:1n-9)				Gadoleik (20:1n-11)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,000	0,862	3	0,006	0,104
Blok	1	0,005	0,033	1	0,005	0,158
Hata	8	0,001		8	0,005	
Eikosadienoik (20:2n-6)				Eikosatrienoik (20:3n-3)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,001	1,655	3	0,005	0,094
Blok	1	0,000	0,145	1	0,000	1,401
Hata	8	0,001		8	0,000	
Dihomo γ-linolenik (20:3n-6)				Eikosatetraenoik (20:4n-3)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,009	0,561	3	0,000	0,119
Blok	1	0,011	0,682	1	0,000	0,049

Çizelge 4.23. (devam)

Hata	8	0,016		8	0,003	
Araşhidonik (20:4n-6)				Eikosapentaenoik (20:5n-3)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,224	0,176	3	0,002	0,071
Blok	1	0,003	0,003	1	0,009	0,422
Hata	8	1,272		8	0,022	
Erüsik (22:1n-9)				Ketoleik (22:1n-11)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,027	5,054*	3	0,000	0,234
Blok	1	0,010	1,804	1	0,000	0,299
Hata	8	0,005		8	0,001	
Dokosadienoik (22:2n-6)				Dokosatetraenoik (22:4n-6)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,003	2,167	3	0,000	0,548
Blok	1	0,000	0,110	1	0,001	3,142
Hata	8	0,001		8	0,000	
Dokosapentaenoik (22:5n-3)				Dokosaheksaenoik (22:6n-3)		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,006	5,407*	3	0,027	0,266
Blok	1	0,007	5,923*	1	0,006	0,000
Hata	8	0,001		8	0,101	
Nervonik (24:1n-9)				ΣUSFA		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,001	0,591	3	3,243	5,108*
Blok	1	0,001	0,564	1	0,366	0,577
Hata	8	0,001		8	0,635	
ΣMUFA				ΣPUFA		
Varyans kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,203	0,149	3	4,541	1,788
Blok	1	0,277	0,203	1	1,122	0,442
Hata	8	1,363		8	2,540	

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *p<0,01 (önemli), **p<0,01(çok önemli)

Çizelge 4.24. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen doymamış yağ asitlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($p<0,05$) (%)

Yağ Asitleri	Hammadde	Tuzlama Sonu	2. Kurutma Sonu	Son Ürün (Pastırma)
Miristoleik (14:1)	0,38±0,05	0,52±0,28	0,47±0,16	0,44±0,20
Pentadekanoik (15:1)	0,92±0,21 ^b	1,53±0,26 ^a	1,54±0,25 ^a	0,99±0,13 ^b
Palmitoleik (16:1n-7)	1,89±0,19	1,77±0,03	1,81±0,04	1,85±0,11
Heptadekanoik (17:1)	1,02±0,11	1,07±0,08	1,05±0,04	1,03±0,04
Vaksenik (18:1n-7)	1,13±0,07	1,28±0,10	1,22±0,05	1,24±0,09
Oleik(18:1n-9)	20,34±1,69	19,60±1,24	20,28±0,57	20,40±0,21
Linoleik (18:2n-6)	18,91±0,62 ^a	17,66±0,49 ^b	17,73±0,69 ^b	18,53±0,20 ^{ab}
α -linolenik (18:3n-3)	2,26±0,17	2,13±0,10	2,09±0,03	2,19±0,06
γ -linolenik (18:3n-6)	0,15±0,02 ^{ab}	0,17±0,05 ^a	0,13±0,01 ^b	0,13±0,02 ^b
Stearidenoik (18:4n-3)	0,14±0,01	0,15±0,00	0,13±0,04	0,14±0,02
Eikosoenoik (20:1n-9)	0,05±0,02	0,06±0,03	0,04±0,00	0,04±0,01
Gadoleik (20:1n-11)	0,10±0,02	0,10±0,01	0,10±0,01	0,10±0,01
Eikosadienoik (20:2n-6)	0,47±0,04	0,47±0,02	0,48±0,01	0,51±0,01
Eikosatrienoik (20:3n-3)	0,30±0,02	0,30±0,03	0,30±0,01	0,30±0,01
Dihomo γ -linolenik (20:3n-6)	1,60±0,19	1,54±0,10	1,52±0,05	1,62±0,06
Eikosatetraenoik (20:4n-3)	0,08±0,02	0,10±0,04	0,10±0,02	0,10±0,08
Araşhidonik (20:4n-6)	9,89±1,58	9,50±0,84	9,40±0,53	9,80±0,43
Eikosapentaenoik (20:5n-3)	1,27±0,21	1,23±0,15	1,24±0,10	1,26±0,08
Erüsik (22:1n-9)	0,18±0,10 ^a	0,19±0,11 ^a	0,04±0,00 ^b	0,05±0,02 ^b
Ketoleik (22:1n-11)	0,05±0,01	0,07±0,05	0,07±0,04	0,06±0,04
Dokosadienoik (22:2n-6)	0,99±0,05	0,95±0,01	0,96±0,02	1,01±0,04
Dokosatetraenoik (22:4n-6)	0,16±0,02	0,17±0,03	0,16±0,02	0,17±0,01
Dokosapentaenoik (22:5n-3)	0,11±0,01 ^b	0,19±0,07 ^a	0,19±0,03 ^a	0,19±0,05 ^a
Dokosahekzaenoik (22:6n-3)	3,08±0,41	2,92±0,26	2,93±0,15	3,04±0,15
Nervonik (24:1n-9)	0,28±0,05	0,25±0,04	0,25±0,02	0,26±0,03
Σ USFA	65,73±0,46 ^a	63,92±0,41 ^b	64,18±1,15 ^b	65,44±0,43 ^a
Σ MUFA	26,32±1,79	26,55±0,81	26,86±0,59	26,48±0,40
Σ PUFA	39,36±1,98	37,36±1,13	37,32±1,39	38,98±0,76

±: Standart Sapma

a-b:Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen $\Sigma N6$ PUFA, $\Sigma N3$ PUFA, $\Sigma N6/\Sigma N3$ ve $\Sigma N3/\Sigma N6$ oranlarına ait değerler Çizelge 4.25’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir. $\Sigma N6$ PUFA doymamış yağ asitleri linoleik (18:2n-6), γ -linolenik (18:3n-6), eikosadienoik (20:2n-6), dihomu γ -linolenik (20:3n-6), araşhidonik (20:4n-6), dokosadienoik (22:2n-6) ve dokosatetraenoik (22:4n-6) asitleri içermektedir. $\Sigma N3$ PUFA doymamış yağ asitleri α -linolenik (18:3n-3), stearidoenoik (18:4n-3), eikosatrienoik (20:3n-3), eikosatetraenoik (20:4n-3), eikosapentaenoik (20:5n-3), dokosapentaenoik (22:5n-3) ve dokosahekzaenoik (22:6n-3) asitlerini içermektedir.

Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen $\Sigma N6$ PUFA, $\Sigma N3$ PUFA, $\Sigma N6/\Sigma N3$ ve $\Sigma N3/\Sigma N6$ değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.27’de verilmiştir. Pastırma üretim aşamalarının $\Sigma N6$ PUFA ($p>0,05$), $\Sigma N3$ PUFA ($p>0,05$), $\Sigma N6/\Sigma N3$ ($p>0,05$) ve $\Sigma N3/\Sigma N6$ ($p>0,05$) miktarları üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır.

$\Sigma N6$ PUFA doymamış yağ asitleri hammaddede $32,17 \pm 1,59$, tuzlama sonunda $30,26 \pm 0,92$, 2. kurutma sonu $30,36 \pm 1,14$, son üründe (pastırma) ise $31,76 \pm 0,54$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.27). $\Sigma N6$ PUFA doymamış yağ asitleri içerisinde hakim yağ asitleri linoleik (18:2n-6) ve araşhidonik asit (20:4n-6), $\Sigma N3$ PUFA doymamış yağ asitleri içerisinde α -linolenik (18:3n-3) ve dokosahekzaenoik (22:6n-3) asitler fazla miktarda bulunmaktadır.

Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında belirlenen $\Sigma N6/\Sigma N3$ oranı sırayla $4,45 \pm 0,17$, $4,31 \pm 0,28$, $4,33 \pm 0,20$ ve $4,40 \pm 0,10$ olarak tespit edilmiştir. $\Sigma N3/\Sigma N6$ oranı ise sırayla $0,22 \pm 0,01$, $0,23 \pm 0,02$, $0,23 \pm 0,01$ ve $0,23 \pm 0,01$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.25. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen $\Sigma N6$ PUFA, $\Sigma N3$ PUFA, $\Sigma N6/\Sigma N3$ ve $\Sigma N3/\Sigma N6$ değerleri

Yağ asidi	Blok	Hammadde	Tuzlama Sonu	2. Kurutma Sonu	Son Ürün (Pastırma)
$\Sigma N6$ PUFA (%)	1	32,08	30,69	31,99	31,13
		30,06	29,40	30,03	31,66
	2	32,68	31,35	29,33	32,45
		33,87	29,59	30,10	31,78
$\Sigma N3$ PUFA (%)	1	7,04	6,56	7,57	6,87
		6,91	6,74	6,49	7,21
	2	7,06	7,52	6,92	7,37
		7,94	7,36	7,10	7,43
$\Sigma N6/\Sigma N3$	1	4,56	4,68	4,23	4,53
		4,36	4,36	4,63	4,39
	2	4,63	4,17	4,24	4,40
		4,26	4,02	4,24	4,28
$\Sigma N3/\Sigma N6$	1	0,22	0,21	0,24	0,22
		0,21	0,23	0,22	0,23
	2	0,22	0,24	0,24	0,23
		0,23	0,25	0,24	0,23

Çizelge 4.26. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen $\Sigma N6$ PUFA, $\Sigma N3$ PUFA, $\Sigma N6/\Sigma N3$ ve $\Sigma N3/\Sigma N6$ değerlerine ait varyans analiz sonuçları

$\Sigma N6$ PUFA			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	3,779	2,500
Blok	1	1,692	1,119
Hata	8	1,512	
$\Sigma N3$ PUFA			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,052	0,240
Blok	1	0,005	0,021
Hata	8	0,216	
$\Sigma N6/\Sigma N3$			
Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,017	0,481
Blok	1	0,051	1,439
Hata	8	0,035	
$\Sigma N3/\Sigma N6$			

Çizelge 4.26 (devam)

Varyans kaynakları	SD	KO	F
Üretim aşaması	3	0,000	0,948
Blok	1	0,005	0,097
Hata	8	0,000	

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *p<0,01

Çizelge 4.27. Pastırma üretiminin hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün (pastırma) aşamalarında fosfolipit fraksiyonunda belirlenen $\Sigma N6$ PUFA, $\Sigma N3$ PUFA, $\Sigma N6/\Sigma N3$ ve $\Sigma N3/\Sigma N6$ değerlerine ait ortalamalar (%)

Yağ Asitleri	Hammadde	Tuzlama Sonu	2. Kurutma Sonu	Son Ürün (Pastırma)
$\Sigma N6$ PUFA	32,17±1,59	30,26±0,92	30,36±1,14	31,76±0,54
$\Sigma N3$ PUFA	7,24±0,47	7,05±0,47	7,02±0,45	7,22±0,25
$\Sigma N6/\Sigma N3$	4,45±0,17	4,31±0,28	4,33±0,20	4,40±0,10
$\Sigma N3/\Sigma N6$	0,22±0,01	0,23±0,02	0,23±0,01	0,23±0,01

±: Standart Sapma

Pastırmada bulunan $\Sigma N6$ PUFA yağ asitlerinin yapısında hakim yağ asiti linoleik asit (18:2n-6) ve $\Sigma N3$ PUFA yağ asitlerinin yapısında hakim yağ asiti ise α -linolenik (18:3n-3) asittir. Williams *et al.* (2000) tarafından yapılan bir çalışmada n-3 PUFA yağ asitlerinin α -linolenik asit (18:3) formundan, n-6 PUFA yağ asitlerinin linoleik asit (18:2) formundan oluştuğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda pastırma n-6 PUFA, n-3 PUFA'dan daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Cordain *et al.* (2002) tarafından yapılan çalışmada sığır kas dokularında bulunan n-6 PUFA, n-3 PUFA'dan daha yüksek oranda bulunduğunu bildirmişlerdir. Aurousseau *et al.* (2004)'da sığır kas dokusundaki fosfolipitlerin yağ asidi kompozisyonlarını belirledikleri çalışmada n-6 PUFA'nın, n-3 PUFA'dan daha yüksek oranda olduğunu bildirmişlerdir.

$\Sigma PUFA/\Sigma SFA$ ve PUFA n-6/n-3 oranları gıdaların lipid fraksiyonlarının beslenme kalitelerini belirtmek için kullanılan temel parametrelerdir. $\Sigma PUFA/\Sigma SFA$ 'nın >0.4'e, PUFA n-6/n-3'ün ise <4 olması arzu edilmektedir. Pastırma için $\Sigma PUFA/\Sigma SFA$ oranı 1.13, PUFA n-6/n-3 oranı ise 4.40±0.10 olarak tespit edilmiştir. Bazı çalışmalarda PUFA n-6/n-3 oranları kanser, koroner kalp rahatsızlıkları ve özellikle kan pıhtısının

oluşmasına yol açtığını ve bu oranın 4'den daha düşük olması gerektiği belirtilmiştir (Enser 2001; Wood *et al.* 2003). Benzer görüşlere çeşitli otoriterlerce de yer verilmiş, PUFA n-6/n-3 oranının düşük olması birçok kronik hastalıklarının önlenmesine yardımcı olduğu vurgulanmıştır (EFSA, 2005). Sağlık açısından kırmızı kas dokusunda bulunan PUFA n-6/n-3 oranının 4'ün üzerinde olmaması gerektiği Wood *et al.* (2003) tarafından da ifade edilmiştir. Habeanu *et al.* (2014) tarafından yapılan araştırmada da *Longissimus thoracis* ve *Semitendinosus* kaslarında fosfolipit yağ asidi kompozisyonundaki n-6/n-3 oranlarının sırayla 4,31 ve 3,99 olarak belirtmişlerdir. Corazzin *et al.* (2012)'da Holstein ve Simental cinsi erkek sığırların *M. Longissimus thoracis* kasının fosfolipit yağ asidi kompozisyonunda PUFA n-6/n-3 oranlarını sırayla 18,73 ve 19,54 olarak tespit etmişlerdir.

5. SONUÇ

Araştırmada sığır *M. Longissimus dorsi* kasları kullanılarak pastırma üretimi yapılmıştır. Pastırma üretim aşamalarında (hammadde, tuzlama sonu, 2. kurutma sonu ve son ürün) alınan örneklerde toplam lipit, nötral lipit ve fosfolipit miktarları ile fosfolipit fraksiyonunun yağ asidi kompozisyonu ve nem miktarları belirlenmiştir. Ayrıca hammadde ve son ürün (pastırma) pH ve renk (L^* , a^* ve b^*) yönünden de analiz edilmiştir.

Araştırma bulguları ve bu bulgulara ait istatistikî sonuçlar değerlendirilmiş ve elde edilen genel sonuçlar aşağıda verilmiştir:

1. Pastırma üretim aşamalarının nem miktarı üzerinde çok önemli ($p < 0.01$) etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Nem miktarında pastırma üretimi süresince azalma meydana gelmiş hammaddede %74,38 olan nem miktarı pastırmada %38,88'e kadar düşmüştür.
2. Pastırma üretim aşamaları renk (L^* , a^* ve b^*) değeri üzerine çok önemli etkisi olmuş ($p < 0.01$) her üç değerinde üretim süresince artmıştır.
3. Pastırma üretim süresince pH değerinde artış görülmüş, hammaddede 5,53 olan ortalama değer pastırmada 5,71'e yükselmiştir.
4. Pastırma üretim süresince toplam lipit miktarı artmış, en yüksek değer son ürün pastırmada belirlenmiştir. Bu artışta hammaddeden pastırmaya kadar azalan nem miktarı etkili olmuştur. Hammaddede mevcut lipit fraksiyonu $70,77 \pm 5,07$ oranında nötral lipitlerinden, $29,23 \pm 5,07$ oranında da fosfolipitlerden oluşurken, pastırmanın lipit fraksiyonunun $79,33 \pm 2,06$ oranında nötral lipitlerinden, $20,67 \pm 2,06$ oranında da fosfolipitlerden oluştuğu tespit edilmiştir. Pastırma üretim süresince hem nötral lipit hemde fosfolipit oranı çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde değişmiş, oransal olarak nötral lipit oranı artmış ($p < 0,01$), fosfolipit oranı ise azalmıştır ($p < 0,01$). Her iki fraksiyonda (nötral ve fosfolipit) üretim süresince miktar olarak artmıştır.

5. Pastırma üretimi boyunca fosfolipit fraksiyonunda toplam 31 yağ asidi tespit edilmiştir. Tespit edilen yağ asitlerinin 6 tanesi doymuş, 25 tanesi ise doymamış özelliktedir.

6. Pastırma üretimi süresince fosfolipit fraksiyonunda hakim doymuş yağ asitlerinin palmitik ve stearik asitler olduğu tespit edilmiştir. Fosfolipit fraksiyonunun toplam doymuş yağ asitleri üzerine üretim aşamalarının çok önemli ($p<0,01$) etkisi olmuş ve tuzlamadan sonra azalma görülmüştür. Bu azalmanın pastırma üretiminde uygulanan 'sıcak denkleme' işleminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

7. Pastırma üretimi boyunca fosfolipit fraksiyonunun doymamış yağ asidi kompozisyonunda hakim yağ asitlerinin oleik ($C_{18:1n-9}$) ve linoleik ($C_{18:2n-6}$) asitlerin olduğu, bu yağ asitlerini araşidonik ($C_{20:4n-6}$), palmitoleik ($C_{16:1n-7}$), α -linolenik ($C_{18:3n-3}$), eikosapentaenoik ($C_{20:5n-3}$) ve vaksenik ($C_{18:1n-7}$) asidin takip ettiği belirlenmiştir. Pastırma üretim aşamalarının pentadekanoik ($C_{15:1}$) ($p<0,01$), linoleik ($C_{18:2n-6}$), γ -linolenik ($C_{18:3n-6}$), erusik ($C_{22:1n-9}$) ve dokosapentaenoik ($C_{22:5n-3}$) asit miktarları üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkileri olmuş ve üretim süresince pentadekanoik ($C_{15:1}$) ($p<0,01$), linoleik ($C_{18:2n-6}$), α -linolenik ($C_{18:3n-3}$) ve erusik ($C_{22:1n-9}$) asit miktarları azalmıştır ($p<0,01$). Dokosapentaenoik ($C_{22:5n-3}$) asit miktarında ise yaklaşık %0,08'lik oranında bir artış olmuştur ($p<0,01$). Diğer taraftan fosfolipit fraksiyonunun toplam doymamış yağ asidi üzerine üretim aşamalarının da çok önemli etkisi olmuştur ($p<0,01$). Toplam doymamış yağ asitleri içinde çoklu doymamış yağ asitleri büyük paya sahiptir ve pastırma üretim aşamalarının tamamında Σ MUFA miktarı Σ PUFA miktarından çok daha düşük bulunmuştur. Pastırma üretim süresince Σ PUFA miktarında azalma (%0,38), Σ MUFA miktarında ise kısmi bir artış görülmesine rağmen bu farklılıklar istatistiki olarak önemsizdir ($p>0,05$). Bu sonuçlar pastırma üretim süresince fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi kompozisyonunun büyük oranda korunduğunu ifade etmek mümkündür.

8. Pastırmada fosfolipit fraksiyonunun $\Sigma N6/\Sigma N3$ oranı ortalama 4,40 olarak belirlenmiş olup, et ve et ürünleri için tavsiye edilen değere (4,0) oldukça yakındır. Yine

bu fraksiyonun $\Sigma\text{PUFA}/\Sigma\text{SFA}$ oranı 1,13'dür. Fosfolipit fraksiyonundaki bu oran pastırmanın beslenme açısından önemini artırmaktadır.



KAYNAKLAR

- Akgül, A., 1993. Baharat Bilim ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No. 15, Ankara.
- Akköse, A., 2012. Pastırmada Kurutma Karakteristikleri ile Difüzyon Katsayılarını Belirlenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Aksu, M.I. and Kaya, M., 2002a. Effect of Commercial Starter Cultures on the Fatty Acid Composition of Pastirma. Journal of Food Science, 67, 2342-2345.
- Aksu, M.I. and Kaya, M., 2005. Effect of Storage Temperatures and Time on Shelf-life of Sliced and Modified Atmosphere Packaged Pastirma, a Dried Meat Product, Produced from Beef. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 1305-1312.
- Aksu, M.I. Kaya, M. and Ockerman, H.W., 2005a. Effect of Modified Atmosphere Packaging and Temperature on the Shelf Life of Sliced Pastirma Produced from Frozen/Thawed Meat. Journal of Muscle Foods, 16, 192-206.
- Aksu, M.I., Kaya, M. and Ockerman, H.W., 2005b. Effect of Modified Atmosphere Packaging Storage Period, and Storage Temperature on the Residual Nitrate Sliced Pastirma, Dry Meat Product, Produced from Fresh Meat and Frozen/Thawed Meat. Food Chemistry, 93, 237-242.
- Aksu, M.I., Kaya, M. and Oz, F., 2006. Inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 in Cemens with Different Garlic Levels. American Journal of Food Technology, 1, 59-65.
- Aksu, M.İ. ve Kaya M., 2001. Erzurum Piyasasında Tüketime Sunulan Pastırmaların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Turkish Journal Veterinary Animal Science, 25, 319-326.
- Aksu, M.İ. ve Kaya, M., 2001a. Pastırma Üretiminde Starter Kültür Kullanımının Son Ürün Özellikleri Üzerine Etkisi. Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences, 25, 847-854.
- Aksu, M.İ. ve Kaya, M., 2002. Farklı Kürleme Yöntemleri ve Starter Kültür Kullanılarak Pastırma Üretimi. Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences, 26, 909-916.
- Aksu, M.İ. ve Kaya, M., 2002b. Ticari Starter Kültür Preparatlarının Pastırma Üretiminde Kullanım İmkanları. Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences, 26, 917-923.
- Aksu, M.İ., 1999. Pastırma Üretiminde Starter Kültür Kullanım İmkanları Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Alasnier, C. and Gandemer, G., 1997. Fatty Acid and Aldehyde Composition of Individual Phospholipid Classes of Rabbit Skeletal Muscles is Related to the Metabolic Type of the Fibre. Meat Science, 48, 225-235.
- Alasnier, C., Remignon, H. and Gandemer, G., 1996. Lipids Characteristics Associated with Oxidative and Glycolytic Fibres in Rabbit Muscles. Meat Science, 43, 213-224.

- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Aurand, W.L., Woods, E. A. and Wells, R. M., 1987. Food Composition Analysis. Published by Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Aurousseau, B., Bauchart, D., Calichon, E., Micol, D. and Priolo, A., 2004. Effect of Grass or Concentrate Feeding Systems and Rate of Growth on Triglyceride and Phospholipid and their Fatty Acids in the *M. Longissimus thoracis* of Lambs. Meat Science, 66, 531-541.
- Bingöl, G., 1976. Lipidler. Ankara Üniversitesi. Yayınları, 1. Baskı, Yayın No: 4, Eczacılık Fakültesi Matbaası, Ankara.
- Boselli, E., Pacetti, D., Curzi, F. and Frega, N.G., 2008. Determination of Phospholipid Molecular Species in Pork Meat by High Performance Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry and Evaporative Light Scattering Detection. Meat Science, 78, 305–313.
- Cava, R., Ruiz, J., Lopez-Bote, C., Martin, L., Garcia, C., Ventanas, J. and Antequera, T., 1996. Influence of Finishing Diet on Fatty Acid Profiles of Intramuscular Lipids, Triglycerides and Phospholipids in Muscle of the Iberian Pig. Meat Science, 45, 263-270.
- Cobos, A., Veige, A. and Diaz, O., 2008. Chemical and Lipid Composition of Deboned Pieces of Dry-Cured Pork Forelegs as Affected by Desalting and Boiling: the Effects of Vacuum Packaging. Meat Science, 106, 951-956.
- Cordain, L., Watkins, B. A., Florant, G. L., Kehler, M., Rogers, L. and Li, Y., 2002. Fatty Acid Analysis of Wild Ruminant Tissues: Evolutionary Implication for Reducing Diet- Related Chronic Disease. European Journal of Clinical Nutrition, 53, 181-191.
- Corrazzin, M., Bovolenta, S., Sepulcri, A. and Piasentier, E., 2012. Effect of Whole Linseed Addition on Meat Production and Quality of Italian Simmental and Holstein Friesian Bulls. Meat Science, 90, 99-105.
- Çakıcı, N., 2012. Sırt, Bohça, Şekerpare ve Kuşgözü Pastırma Çeşitlerinin Kalite Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çakıcı, N., Aksu, M.I. and Erdemir, E., 2015. A Survey of the Physico-chemical and Microbiological Quality of Different Pastırma Types: A Dry-Cured Meat Product. Cyta-Journal of Food, 13, 196-203.
- Çalık, E., 1996. Buyotu (*Trigonella foenum-graceum*)’nun Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dannenberger, D., Nuerberg, G., Scollan, N., Ender, K. and Nuerberg, K., 2007. Diet Alters the Fatty Acid Composition of Individual Phospholipid Classes in Beef Muscle. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 452-460.
- De La Torre, A., Debiton, E., Juaneda, P., Durand, D., Chardigny, J. M. and Barthomeuf, C., 2006. Beef Conjugated Linoleic Acid Isomers Reduce Human Cancer Cell Growth Even when Associated with Other Beef Fatty Acids. The British Journal of Nutrition, 95, 346–352.
- Dugan, L.R. JR., 1971. Fats In ‘The Science of Meat and Meat Products’ (Eds J.F. Price and B.S. Schwegert), 2nd Ed., 133p, Freeman, San Francisco, California.

- EFSA., 2005. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on A Request from the Commission Related to Nutrition Claims Concerning Omega-3 FattyAcids, Monounsaturated Fat, Polyunsaturated Fatan Unsaturated Fat. The EFSA Journal, 253, 1–29.
- Enser, M., Scollan, N., Gulati, S., Richardson, I., Nute, G. and Wood, J., 2001. The Effects of Ruminally-Protected Dietary Lipid on the Lipid Composition and Quality of Beef Muscle. Proceeding of the 47 th International Congless of Meat Science and Technology, 1, 12-13.
- Erdemir, E., 2012. Pastırma Üretiminde Nitrit Kullanımının Serbest Amino Asit Kompozisyonu Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Erickson, C.M., 2002. Food Lipids, Chapter 2 (Chemistry and Function of Phospholipids). Marcel Dekker, Inc, 270 Madison Avenue, 39 p, New York, USA.
- Ertaş, A.H., 1998. Et Yağlarının Oksidasyonu. Gıda Dergisi, 23 (1), 11-17.
- Folch, J., Less, M. and Stanley, G.H.S., 1957. A Simple Method for the Isolation and Prification of Total Lipids from Animal Tissue. Journal of Biological Chemistry, 226, 497–509.
- Gerrand, D.E. and Grant, A.L., 2003. Principles of Animal Growth and Development (Chapter 2) Kendall / Hunt Publishing Company. Photodisc. Inc. USA.
- Gök, V., Obuz, E. and Akkaya, L., 2008. Effects of Packaging Method and Storage Time on the Chemical, Microbiological and Sensory Properties of Turkish Pastırma—a Dry Cured Beef Product. Meat Science, 80, 335-344.
- Gökalp, H.Y. Kaya, M. ve Zorba, Ö., 2010. Et ürünleri İşleme Mühendisliği., Atatürk Üniversitesi Yayınları, 4. Baskı, Atatürk Üniversitesi Yayınları Yayın No: 786, Ziraat Fakültesi Yayın No: 320. Atatürk Üniviversitesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö., 2010b. Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 751, Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Ders Kitapları Seri No:69, 420 s, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Nas, S. ve Certel M., 1996. *Biyokimya-1*. Pamukkale Üniversitesi Yayınları, 2. Baskı, Yayın No: 001, Denizli.
- Gravel, R.A., Clarke, J.T.R., Kabach, M.M., Mahuran, D., Sandhoff, K. and Suzuki. K., 1995. The Gm₂ Gangliosidoses. In the Metobolic and Molecular Bases of Inherited Diasease, 2839-2879, Mcgraw-Hill, Inc, New York.
- Güner, A., Gonulalan, Z. and Dogruer, Y., 2008. Effect of Tumbling and Multi-Needle Injection of Curing Agents on Quality Characteristics of Pastırma. International Journal of Food Science and Technology, 43,123-129.
- Habeanu, M., Thomas, A., Bispo, E., Gobert, M., Gruffat, D.D. and Bauchart, D., 2014. Extruded Linseed and Rapeseed both Influenced Fatty Acid Composition of Total Lipids and their Polar and Neutral Fractions in *Longissimus thoracis* and *Semitendinosus* Muscles of Finishing Normand Cows. Meat Science, 96, 99-107.
- Harvey, A. R., Ferrier, R. D. and Chample, C. P., 2007. Lipit Metabolizması. 3. Baskı, Nobel Tıp Kitapevleri, 171s, Ankara.
- Hastaoğlu, E., 2011. Potasyum Klorür Kullanımının Pastırmanın Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- He, Z., Huang, Y., Li, H., Qin, G., Wang, T. and Yang, J., 2012. Effect of High-Pressure Treatment on the Fatty Acid Composition of Intramuscular Lipid in Pork. *Meat Science*, 90, 170-175.
- Hornstein, I., Grove, P.F. and Heingerg, M.J., 1961. Fatty Acid Composition of Meat Tissue Lipids. *Journal Food Science*, 26, 581.
- Huang, Y., Li, H., Huang, T., Li, F. and Sun, J., 2014. Lipolysis and Lipid Oxidation During Processing of Chinese Traditional Smoke-Cured Bacon. *Food Chemistry*, 149, 31-39.
- Indurain, G., Berian, M.J., Goni, M.V., Arana, A. and Purroy, A., 2006. Composition and Estimation of Intramuscular and Subcutaneous Fatty Acid Composition in Spanish Young Bulls. *Meat Science*, 73, 326-324.
- Jin, G., Zhang, J., Yu, X., Zhang, Y., Lie, Y. and Wang, J., 2010. Lipolysis and Lipid Oxidation in Bacon During Curing and Drying-Ripening. *Food Chemistry* 123, 465-471.
- Kaban, G., 2009. Changes in the Composition of Volatile Compounds and in Microbiological and Physicochemical Parameters During Pastırma Processing. *Meat Science*, 82, 17-23.
- Kesava Rao, V. and Kowale, B.N., 1991. Changes in Phospholipids of Buffalo Meat During Processing and Storage. *Meat Science*, 30, 115-129.
- Kolsarıcı, N. ve Atıcı, H., 1995. Geleneksel Türk Et Ürünlerin Türk Ekonomisindeki Yeri, *Standard Dergisi (Özel Sayı)*, 69-73.
- Küçük, M. ve Gürbüz, B., 1999. Bazı Çemen (*Trigonella foenum-graecum*) Hatlarında Yağ ve Yağ Asitleri Bileşenlerinin Araştırılması. *Gıda Dergisi*, 24 (2), 99-101.
- Larick, D.K., Turner, B.E., Koch, R.M. and Crouse, J.D., 1989. Influence of Phospholipids Content and Fatty Acid Composition of Individual Phospholipids in Muscle from Bison, Hereford and Brahman Steers on Flavor. *Journal of Food Science*, 54, 521.
- Lawrie, R.A., 1998. *The Eating Quality of Meat*. Wood Head Publishing Cambridge, 279-341.
- Legako, J.F., Dinh, T.T.N., Miller, M.F. and Brooks, J.C., 2015. Effects of USDA Beef Quality Grade and Cooking on Fatty Acid Composition of Neutral and Polar Lipid Fractions. *Meat Science*, 100, 246-255.
- Leseigneur-Meynier, A. and Gandemer, G. 1991. Lipid Composition of Pork Muscle in Relation to the Metabolic Type of the Fibres. *Meat Science* 29, 229-241.
- Luddy, F.F., H.F., Magidman, P., Spinelli, A.M. and Wasserman, A.E., 1970. Color and Lipid Composition of Pork Muscles. *Journal of the American Oil Chemistry Society*, 47, 65.
- Malau-Aduli, A.E.O., Siebert, D.B., Bottema, D.K. and Pitchford, S.W., 1998. Breed Comparison of the Fatty Acid Composition of Muscle Phospholipids in Jersey and Limousin Cattle. *Journal Animals Science*, 76, 766-773.
- Martin, L., Cordoba, J.J., Ventanas, J. and Antequera, T., 1999. Changes in Intramuscular Lipids During Ripening of Iberian Dry-Cured Ham. *Meat Science*, 51, 129-134.
- Muriel, M.E., Antequera, M.T., Petron, M.J., Andres, A.I. and Ruiz, J., 2005. Stereospecific Analysis of Fresh and Dry-Cured Muscle Phospholipids from Iberian Pigs. *Food Chemistry* 90, 437-443.

- Öztan, A., 2005. Et bilimi ve teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi, Yayın No:1, (Genişletilmiş 4. Baskı), Filiz Matbaacılık ve Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi, Ankara.
- Pearson, A.M. and Gray, J.I. 1989. Mechanism Responsible for Warmed-Over Flavor in Cooked Meat . In 'the Maillard Reaction in Food and Nutrition.' G. R. Waller and M. S. Feather (Eds.), pp 287, ACS, Washington, DC.
- Rivas, N.M., Gallardo, E. and Leon-Camacho, M., 2013. Changes in Polar and Non-Polar Lipid Fractions of Subcutaneous Fat from Iberian Ham During Dry-Curing Process. Prediction of the Curing Time. Food Research International, 54, 213–222.
- Rivas, N.M., Gallardo, E., Ríos, J.J. and Camacho-Leon, M., 2011. A New High-Performance Liquid Chromatographic Method with Evaporative Light Scattering Detector for the Analysis of Phospholipids. Application to Iberian Pig Subcutaneous Fat. Journal of Chromatography A, 1218, 3453-3458.
- Saldamlı, İ., 1998. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1. Baskı, Mühendislik Fakültesi Matbası, Ankara.
- Tekinşen, O.C. ve Doğruer Y., 2000. Her Yönüyle Pastırma. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Uğuz, Ş., 2007. Pastırmadaki Proteolitik Değişmelere Tuz Miktarının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uğuz, Ş., Soyer, A. and Dalmış, Ü., 2011. Effects of Different Salt Contents on Some Quality Characteristics During Processing of Dry-Cured Turkish Pastırma. Journal of Food Quality, 34 (2011), 204–211.
- United Kingdom Department of Health and Social Security, 1994. Diet and Cardiovascular Disease. In: Report on Health and Social Subject, UK: Her Majesty's Stationery Office, London.
- Visessanguan, W., Benjakul, S., Riebroy, S., Yarchai, M. and Tapingkae, W., 2006. Changes in Lipid Composition and Fatty Acid Profile of Nham, a Thai Fermented Pork Sausage, During Fermentation. Food Chemistry, 94, 580–588.
- Wang, D., Xu, X., Xu, W., Zhou, G., Zhu, Y., Li, C. and Yang, M., 2009. Determination of Intramuscular Phospholipid Classes and Molecular Species in Gaoyou Duck. Food Chemistry, 112, 150-155.
- Williams, C.M., 2000. Dietary Fatty Acid and Human Health. Annales Zootechnie, 49, 165-180.
- Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I. and Whittington, F.M., 2008. Fat Deposition Fatty Acid Composition and Meat Quality: A Review. Meat Science, 78, 343-358.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R. and Enser, M., 2003. Effects of Fatty Acids on Meat Quality: A Review. Meat Science, 66, 21-23.
- Xu, W., Xu, X., Zhou, G., Wang, D. and Li, C., 2008. Changes of Intramuscular Phospholipids and Free Fatty Acids During the Processing of Nanjing Dry-Cured Duck. Food Chemistry, 110, 279–284.
- Yang, H., Ma, C., Qiao, F., Song, Y. and Du, M., 2005. Lipolysis in Intramuscular Lipids During Processing of Traditional Xuanwei Ham. Meat Science 71, 670–675.

- Yılmaz, I. and Geçgel, Ü., 2009. Determination of Fatty Acid Composition and Total Trans Fatty Acids in Meat Products. *Food Science and Biotechnology*, 18 (2) 350-355.
- Zhou, G.H. and Zhao, G.M., 2007. Biochemical Changes During Processing of Traditional Jinhua Ham. *Meat Science*, 77, 114-120.



ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Gaziantep’de doğdu. 2004 yılında Şehit Nafi İlköğretim ve Orta Okulu’nda ilk ve orta öğretimini ve 2007 yılında Hasan Süzer Lisesi’nde lise öğretimini tamamladı. 2008 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimine başladı ve 2012 yılında bölüm 3’sü olarak mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda başlamış olduğu yüksek lisans eğitimini devam ettirmektedir.

