

**SIĞIR İÇYAĞI, KOYUN KUYRUK YAĞI VE
TEREYAĞINA KARIŞTIRILAN DOMUZ
YAĞININ SAPTANMASI**

77873

**“Determination of Lard in Adulterated Beef Tallow,
Mutton Tail Fat and Butter by Different Methods”**

ISSA JAVIDIPOUR

Hacettepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

DOKTORA TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

1998

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'ne,
Bu çalışma jürimiz tarafından, GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda
DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan:
Prof. Dr. Muammer KAYAHAN

Üye:
Prof. Dr. Gürol ERGİN

Üye:
Doç. Dr. Aydın ÖZTAN

Üye:
Doç. Dr. Ali BAYRAK

Üye:
Doç. Dr. Halil VURAL

ONAY

Bu tez...../...../ 1998 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../ 1998

.....
Prof. Dr. Seyfi KULAKSIZ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖZET

Türkiye’de üretilen hayvansal yağ miktarı iç tüketimi karşılamadığından yurt dışından sığır içyağı, koyun kuyruk yağı, tereyağı ve domuz yağı gibi çeşitli hayvansal yağlar ithal edilmektedir. İthal edilen hayvansal yağlar gıda ve kimya sanayiinin birçok dalında kullanılmaktadır. Ancak Türk toplumunun kültürel ve sosyal yapısı gereği ithal edilen ve yurt içinde üretilen domuz yağlarının insan gıdası olarak tüketilmesi kesinlikle istenmemektedir. Buna ek olarak ithal edilen diğer hayvansal yağların da domuz yağı veya yan ürünlerini içermemesi istenmektedir. Özellikle müslüman ülkelere ihraç edilen et ürünleri, çikolata ve bisküvilerde de domuz yağı içermediğinin belirtilmesi büyük önem taşımaktadır. Bütün bunlara karşın ister saf halde ister ürün bazında Türkiye’de domuz yağının nitel ve nicel analizini mümkün kılan -bir çalışma dışında- herhangi bir kapsamlı çalışmanın yapılmaması bu araştırmayı gündeme getirmiştir.

Bömer Yöntemi, Gaz-Kromatografisi ve FTIR Spektroskopisine dayalı yöntemlerin uygulandığı bu çalışmada sığır içyağı, koyun kuyruk yağı ve tereyağına belirli oranlarda domuz yağı katarak domuz yağı varlığının saptanmasına çalışılmıştır.

Yağların doymuş yağ asitleri içeren trigliseridleri ile bu trigliseridlerin doymuş yağ asitlerinin erime noktası farkının saptanmasına dayanan Bömer Yönteminin sadece sığır ve koyun içyağlarının domuz yağı ile katkılı olduğu durumlarda sonuç verdiği yaptığımız çalışmalar sonucu anlaşılmıştır.

Daha geniş kapsamlı bir yöntemin geliştirilmesi için yağların genel yağ asidi bileşimleri ve yağ asitlerinin birbirine oranları ve 2-yerleşime bağlanan yağ asitlerinin nitel ve nicel analizi gerçekleştirilmiştir. Hayvansal yağların bileşiminin nitel ve nicel açıdan birbirine oldukça yakın olması ve genel yağ asidi bileşimlerinin birçok etmene bağlı olarak değişebilmesi, yağların saflığının belirlenmesinde genel yağ asidi bileşimi ve bu yağ asitlerinin birbirine oranlarının ancak bir tahmin aracı olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Domuz yağında palmitik asidin büyük bir bölümünün 2-yerleşime bağlanmasından hareket ederek geliştirilen yöntemin ise domuz yağının diğer hayvansal yağlarda saptanmasına olanak sağladığı belirlenmiştir. Yağların genel ve 2-yerleşimli yağ asidi bileşimleri ve bu yağ asitlerinin birbirine oranından elde edilen değerlerin katkısı ile oluşturulan Palmitik Asit Zenginleştirme Faktörü (% 2-Monogliseritteki Palmitik Asit / % Trigliseritteki Palmitik Asit); Doymamışlık Oranı (% Doymamış Yağ Asitleri / % Doymuş Yağ Asitleri); % 2-Yerleşimdeki Palmitik Asit / % 2-Yerleşimdeki Stearik asit; % 2-Yerleşimdeki Doymuş Yağ Asitleri / % 2-Yerleşimdeki Doymamış Yağ Asitleri; % 2-Monogliseritteki Palmitik Asit (% MG-Pal.) ve C16:0/ C18:0; C18:0/C18:2 oranlarının diğer hayvansal yağların domuz yağı ile katkılı olup olmadıklarının belirlenmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Yağların saflığının belirlenmesinde Bömer Yönteminden daha duyarlı, daha geniş kapsamlı ve Gaz-Kromatografisine dayalı yöntemden daha hızlı bir yöntem geliştirmek üzere FTIR spektroskopisinden yararlanılmıştır. Farklı fonksiyonel gruplar ve bağların infrared ışığına maruz kaldıklarında verdikleri spektrumlar incelenerek domuz yağı oranı artışı ile spektrumlardaki değişiklikler belirlenmiştir. Sığır içyağı ve koyun kuyruk yağına karıştırılan domuz yağının bir kaç saniye içerisinde saptanması bu yöntemin en büyük avantajıdır. Ancak bu yöntemin tereyağında sonuç vermemesi bu yöntem üzerinde daha çok çalışılması gerektiğini göstermektedir.

ABSTRACT

The production of animal fats does not compensate the locally consumption, so each year a large amount of animal fats such as beef tallow, mutton tail fat, butter and lard is imported to Turkey. The imported animal fats are used in industries such as food and chemistry. But because of cultural and social structure of Turkish people, the local and/or imported lard must not be used as human food. In addition, the other imported animal fats also must not contain lard and by products as adulterants. It is also too important to mention that there is no any lard in meat, chocolates and biscuits which are imported to Muslim Countries. In spite of these conditions, except one research, there is not done any research for determination of lard in pure form or in product base, so this study is taken into account.

In this study the methods based on Bömer, GC and FTIR spectroscopy are applied to beef tallow, mutton tail fat and butter which are adulterated with certain amounts of lard.

The Bömer method which is based on determination of melting point difference between trisaturated triglycerides and fatty acids found in these triglycerides, only gives result to beef and mutton tallows adulterated with lard.

In order to develop more progressed methods the general and 2-position fatty acids composition and some ratios derived from these values are determined. The general fatty acids composition of different animal fats are similar to each other and also these compositions easily changed depend on many factors, so the general fatty acids composition of animal fats and the ratios of these fatty acids to each other only let us make a rough prediction for determination of purity of animal fats. So a method based on determination of 2-position palmitic acid content which is high in lard is developed for determination of lard in the other animal fats.

The results show that the Palmitic acid enrichment factor ($\frac{\% \text{ palmitic acid in 2-MGs}}{\% \text{ palmitic acid in TGs}}$), Unsaturation ratio ($\frac{\% \text{ of unsaturated fatty acids in TGs}}{\% \text{ of saturated fatty acids in TGs}}$), ($\frac{\% \text{ Palmitic acid in 2-position}}{\% \text{ Stearic acid in 2-position}}$), ($\frac{\% \text{ Saturated fatty acids in 2-MGs}}{\% \text{ Unsaturated fatty acids in 2-MGs}}$), ($\frac{\% \text{ Palmitic acid in 2-MGs}}{\% \text{ 2-MG-Pal.}}$), $\text{C16:0} / \text{C18:0}$ and $\text{C18:0} / \text{C18:2}$ ratios which are derived from the general and 2-position fatty acid compositions of fats can be used for determination of lard in the other animal fats.

In order to develop a method which may be more sensitive than Bömer and more practical than GC, a method based on FTIR spectroscopy is observed. Different functional groups and bonds give spectrums when exposed to IR radiation. In this study the change in spectrums of various animal fats with respect to increasing lard content is observed. Determination of lard in beef tallow and mutton tail fat in second is the advantage of FTIR method. As this method does not give satisfactory results in butter analysis, more experiments must be done in this field.

TEŞEKKÜR

Bilimsel gelişimimi sağlayan değerli katkıları, sade ve dostane yaklaşımları ile hayatımın bu kesiminde önemli payı olan, değerli hocam Prof. Dr. Gürol Ergin'e en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmamda A. Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü olanaklarından yararlanmamı sağlayan ve hiçbir zaman engin fikirlerini benden esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Muammer Kayahan'a, tezimin deneysel bölümünün gerçekleşmesinde büyük payı olan değerli arkadaşım Dr. Aziz Tekin ve hocam Doç. Dr. Ali Bayrak'a ve Araştırma Görevlileri Hülya Karabacak ve Mehmet Küçükten'e teşekkürü borç bilirim.

Aynı çatı altında derin bilgilerinden her zaman yararlanma olanağını bulduğum değerli hocalarım Doç. Dr. Aydın Öztan ve Doç. Dr. Halil Vural ve Araş. Gör. Ali Topçu'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamı huzurlu bir ortamda yürütmemi ve Bölümün bütün olanaklarından yararlanmamı sağlayan Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Jale Acar ve diğer Öğretim Üyelerimize,

Laboratuvar çalışmalarında hep destek gördüğüm Bölümümüzün teknik elemanları değerli arkadaşlarım Salih Çetin, Ayhan Salmanlı ve Rıza Çevik'e,

ve beni yaşamım boyunca büyük bir özveri ile maddi ve manevi olarak destekleyen aileme, en içten minnet ve şükran duygularıyla sonsuz teşekkürler.

Tez çalışmama maddi destek veren Hacettepe Üniversitesi Araştırma Fonu Sekreterliği'ne teşekkürlerimi sunarım.

Issa Javidipour

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
3. MATERYAL VE METOT	25
3.1 MATERYAL.....	25
3.2 Metot.....	25
3.2.1. Araştırma Planı.....	25
3.2.2. Örneklerin Hazırlanması.....	25
3.2.3. Bömer Yöntemi.....	26
3.2.3.1. Triglicerid ve Doymuş Yağ Asitlerinin Elde Edilmesi.....	26
3.2.3.2. Triglicerid ve Doymuş Yağ Asitlerinin Erime Noktasının Saptanması.....	27
3.2.4. Gaz- Kromatografisi Yöntemi.....	28
3.2.4.1. Yağ Asidi Metil Eesterlerinin Hazırlanması.....	28
3.2.4.2. Kromatografide Tanımlama ve Oransal Nicelik Saptanması.....	29
3.2.5. Yağların 2-Yerleşimli Yağ Asitlerinin Nitel ve Nicel Analizi	30
3.2.5.1. Pankreatik Lipaz ile Hidrolize Ederek Monoglisericidlerin Eldesi.....	30
3.2.5.2. Monoglisericidlerin İnce Tabakaya Aktarılması.....	30

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (DEVAMI)

	<u>Sayfa No</u>
3.2.5.3. Plakaların Developesi.....	31
3.2.5.4. 2- Yerleşimli Monogliseridlerin Yağ Asidi Bileşiminin Saptanması.....	31
3.2.6. Fourier Transform Infrared Spektroskopisi Yöntemi.....	31
3.2.7. Sonuçların Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistiksel Yöntemler.....	33
4. SONUÇLAR.....	34
4.1. Bömer Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçlar.....	34
4.2. Gaz-Kromatografisi Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçlar	40
4.2.1. Sığır İçyağı ile Domuz Yağı Karışımları	40
4.2.2. Koyun Kuyruk Yağı ile Domuz Yağı Karışımları	49
4.2.3. Tereyağı ile Domuz Yağı Karışımları	56
4.3. Fourier Transform Infrared Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçlar	65
5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	71
6. KAYNAKLAR.....	75
7. EKLER.....	81
8. ÖZGEÇMİŞ.....	86

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

S	Sığır içyağı
K	Koyun kuyruk yağı
T	Tereyağı
D	Domuz yağı
DOY.	Doymuş yağ asitleri
DOYM.	Doymamış yağ asitleri
TD	Tek doymamış bağ içeren yağ asitleri
ÇD	Çok doymamış bağ içeren yağ asitleri
GC	Gaz-kromatografisi
GLC	Gaz-likit kromatografisi
FTIR	Fourier transform infrared spektroskopisi
DTA	Differensiyal termal analizi
P.Z.F.	Palmitik asit zenginleştirme faktörü
TG-Pal.	(%) Trigliseritteki palmitik asit
MG-Pal.	(%) Monogliseritteki palmitik asit
2-MG -Pal.	(%) 2-Yerleşimdeki palmitik asit
2-MG-DOY:	(%) 2-Yerleşimdeki doymuş yağ asitleri
2-MG-DOYM.	(%) 2-Yerleşimdeki doymamış yağ asitleri
TG-DOYM.	(%) Trigliseritteki doymamış yağ asitleri
MG-DOY.	(%) Monogliseritteki doymuş yağ asitleri
Faktör 1	(%) 2-MG-Pal. / (%) TG-Pal
Faktör 2	(%) 2-MG-DOY. / (%) 2-MG-DOYM.
Faktör 3	(%) 2- MG-DOYM. / (%) TG-DOYM.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 4.1. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının erime noktası farkı değerleri (°C).....	37
Şekil 4.2. Koyun içyağı + domuz yağı karışımlarındaki doymuş trigliseridler ve doymuş yağ asitlerinin erime noktası farkı değerleri (°C).....	39
Şekil 4.3. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri (% metil ester).....	45
Şekil 4.4. Sığır içyağı + domuz yağı karışımındaki bazı faktörlerin değişimi.....	45
Şekil 4.5. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarında (%) 2-monogliseritteki palmitik asit (% metil ester).....	46
Şekil 4.6. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının 2- yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları (% metil ester).....	48
Şekil 4.7. Sığır içyağındaki domuz yağı oranı artışı ile 2-yerleşimdeki C16:0/C18:0 ve C18:0 /C18:2 oranlarının değişimi.....	48
Şekil 4.8. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri (% metil ester).....	53
Şekil 4.9. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarındaki bazı faktörlerin değişimi.....	53
Şekil 4.10. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarındaki (%) 2-monogliseridlerin palmitik asit (% metil ester).....	54
Şekil 4.11. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarında 2-yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları (% metil ester).....	53

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAMI)

Sayfa No

Şekil 4.12.	Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının C16:0/C18:1 oranları.....	55
Şekil 4.13.	Tereyağı + domuz yağı karışımlarının kısa ve orta zincirli yağ asidi bileşimleri (% metil ester).....	60
Şekil 4.14.	Tereyağı + domuz yağı karışımlarının uzun zincirli yağ asidi bileşimleri (% metil ester).....	60
Şekil 4.15.	Tereyağı + domuz yağı karışımlarındaki bazı faktörlerin değişimi.....	61
Şekil 4.16.	Tereyağı + domuz yağı karışımlarındaki (%) 2-monogliseridlerin palmitik asit (% metil ester).....	61
Şekil 4.17.	Tereyağı + domuz yağı karışımlarının 2- yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları (% metil ester).....	62
Şekil 4.18.	Tereyağı + domuz yağı karışımlarının 2-yerleşimli C16:0/C14:0 ve C16:0/C18:1 oranları.....	63
Şekil 4.19.	Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının 3.3 µ transmittans / 3.5 µ transmittans değerleri.....	66
Şekil 4.20.	Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının 3.3 µ transmittans / 3.5µ transmittans değerleri.....	67
Şekil 4.21.	Tereyağı + domuz yağı karışımlarının 3.3 µ transmittans / 3.5µ transmittans değerleri.....	68
Şekil 4.22.	Domuz yağının FTIR spektrumu.....	69
Şekil 4.23.	Sığır içyağının FTIR spektrumu.....	69
Şekil 4.24.	Koyun kuyruk yağının FTIR spektrumu.....	70
Şekil 4.25.	Tereyağının FTIR spektrumu.....	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1.	Türkiye’de donyağı talep, üretim, ithalat ve ihracat miktarları.....	1
Çizelge 2.1.	Çeşitli hayvansal yağların yağ asidi bileşimleri (%).....	4
Çizelge 2.2.	Sığır ve koyun içyağı ile koyun kuyruk yağında doymuş ve doymamış yağ asitleri oranları (%).....	5
Çizelge 2.3.	Koyun, dişi sığır ve manda depo yağlarının yağ asidi bileşimleri.....	6
Çizelge 2.4.	Bazı sığır ırklarına ait yağların yağ asidi (içyağı) bileşimleri	6
Çizelge 2.5.	Uruguay koyun ve sığır don yağlarının yağ asidi bileşimleri	7
Çizelge 2.6.	Çeşitli büyükbaş hayvanların vücutlarının farklı bölgelerine ait yağların yağ asidi bileşimleri.....	8
Çizelge 2.7.	Sığır ve domuzun vücutlarının farklı bölgelerine ait yağların doymuş, tek doymamış ve çok doymamış yağ asidi oranları.....	8
Çizelge 2.8.	Farklı rasyonlarla beslenen domuzların çeşitli vücut bölgelerinden alınan yağların yağ asidi bileşimleri.....	9
Çizelge 2.9.	Değişik oranlarda linoleik+linolenik asit içeren yemlerle beslenen domuzların yağ asidi bileşimleri.....	10
Çizelge 2.10.	Sığır ve koyun içyağlarının saflığının belirlenmesinde kullanılabilecek bazı faktörler.....	11
Çizelge 2.11.	Domuz ve manda donyağının yağ asidi bileşimleri.....	15
Çizelge 2.12.	Domuz ve manda donyağının saflığının belirlenmesinde kullanılabilecek bazı faktörler.....	15
Çizelge 2.13.	Domuz, keçi ve koyun donyağının yağ asidi bileşimleri.....	17

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAMI)

Sayfa No:

Çizelge 2.14.	Domuz, keçi ve koyun donyağı saflığının belirlenmesinde kullanılabilir bazı faktörler.....	17
Çizelge 2.15.	Erzurum ve Kars yöresine ait tereyağlarının yağ asidi bileşimleri.....	18
Çizelge 2.16.	Çeşitli tereyağı örneklerinin yağ asidi bileşimleri.....	18
Çizelge 2.17.	Keçi, koyun, deve ve manda süt yağı bileşimleri(% ağırlık)	19
Çizelge 2.18.	Domuz yağı, manda tereyağı ve inek tereyağının yağ asidi bileşimleri.....	22
Çizelge 2.19.	Domuz yağı, manda tereyağı ve inek tereyağının saflığının belirlenmesinde kullanılabilir bazı faktörler.....	22
Çizelge 2.20.	Çeşitli tereyağlarının 2-monoglisidlerdeki yağ asitleri yüzdesinin genel yağ asidi bileşimindeki yağ asitlerine oranları.....	23
Çizelge 3. 1.	Kullanılan gaz-kromatografisi aleti ve çalışma koşulları	29
Çizelge 3.2.	Bazı titreşim türlerinin infrared bölgesinde gözlenebilir aralıkları.....	32
Çizelge 4.1.	Domuz ve sığır yağındaki doymuş yağ asitleri içeren triglisidlerin ve doymuş yağ asitlerinin erime noktaları (°C).....	34
Çizelge 4.2.	Domuz ve sığırın vücutlarının farklı bölgelerine ait yağların yağ asidi bileşimleri (%).....	35
Çizelge 4.3.	Bazı hayvansal depo yağlarındaki triglisid çeşitleri.....	36
Çizelge 4. 4.	Yağların Bömer Yöntemine yanıt verebilmeleri için taşınmaları gereken özellikler açısından durumları.....	36

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAMI)

Sayfa No:

Çizelge 4.5.	Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarındaki doymuş trigliseridler ve yağ asitlerinin erime noktası farkı değerleri	37
Çizelge 4. 6.	Koyun içyağı + domuz yağı karışımlarındaki doymuş trigliseridler ve doymuş yağ asitlerinin erime noktası farkı değerleri (°C).....	38
Çizelge 4. 7	Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri (% metil ester).....	43
Çizelge 4. 8.	Domuz yağı oranı artışı ile sığır içyağındaki yağ asitleri ve bazı oranların istatistiksel analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4. 9.	Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının 2- yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları (% metil ester).....	46
Çizelge 4.10.	Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri (% metil ester).....	51
Çizelge 4.11.	Domuz yağı oranı artışı ile koyun kuyruk yağındaki yağ asitleri ve bazı oranların istatistiksel analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.12.	Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının 2- yerleşimli bazı yağ asitleri oranları.....	54
Çizelge 4.13.	Tereyağı + domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri	58
Çizelge 4.14.	Domuz yağı oranı artışı ile tereyağındaki yağ asitleri ve bazı oranların istatistiksel analiz sonuçları.....	59
Çizelge 4.15.	Tereyağı + domuz yağı karışımlarının 2- yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları.(% metil ester).....	62
Çizelge 4.16.	Yağların saflığını belirlemede kullanılabilecek kriterler ve çeşitli hayvansal yağlarda saptanan bu kriterlere ilişkin değerler.....	63

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAMI)Sayfa No:

Çizelge 4.17.	Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının 3.3 μ transmittans / 3.5 μ transmittans değerleri.....	65
Çizelge 4.18.	Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının 3.3 μ transmittans / 3.5 μ transmittans değerleri.....	66
Çizelge 4.19.	Tereyağı + domuz yağı karışımlarının 3.3 μ transmittans / 3.5 μ transmittans değerleri.....	67



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması insanoğlunu sınırlı olan gıda maddeleri kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanmaya zorlamaktadır. Bunu gerçekleştirmek, üretim sürecinin her aşamasında -tarladan tüketiciye ulaşmaya kadar- ileri teknoloji ve güvenilir bir kalite kontrolün uygulanmasına bağlıdır. Türkiye'de son yıllarda gıda sanayii sektörü ileri teknoloji transferi ile tüketiciye belli ölçüde kaliteli ürün sunmayı başarmıştır. Ancak Avrupa Birliği kapısının aralandığı bu günlerde Türkiye ve Avrupanın büyük bir bölümünü içine alan ticaret pastasından daha büyük pay alabilmek için üretim ve kalite kontrol yöntemlerindeki eksikliklerimizi bir an önce giderip, Avrupa standartlarını yakalamamız gerekmektedir. Bitkisel yağ sanayii diğer sanayi dalları gibi modernleşme sürecine girerek, gerek yağlı materyalden yağ eldesini kapsayan ekstraksiyon aşaması, gerek rafinasyon kapsamına giren degumming, nötralizasyon, ağartma, koku giderme ve vintilizasyon işlemlerini son derece gelişmiş makina ve ekipmanlarla uluslararası standartlara uygun bir şekilde gerçekleştirmektedir. Buna karşın hem gıda sanayiinde ve hem kimya, kozmetik, eczacılık, tekstil, temizlik maddeleri üretimi, petrol ve metal işleme sanayii gibi birçok sanayi dalında geniş bir kullanım alanı olan hayvansal yağların (Hermann and Mcglade, 1974) üretim ve kalite kontrolünde yeterli düzeyde gelişme sağlanamamıştır. Çizelge 1.1'deki veriler Türkiye'deki hayvansal yağların talep, üretim, ithalat ve ihracatı hakkında bilgi vermektedir (Anonymous, 1997a).

Çizelge 1. 1. Türkiye'de dünya talebi, üretim, ithalat ve ihracat miktarları

	1995 gerçekleşme		1996 gerçekleşme		Yıllık Artış (%)	
	Miktar (1000 ton)	Değer (Milyar TL)	Miktar (1000 ton)	Değer (Milyar TL)	Miktar	Değer
Talep	137	1.948	145	2.058	5.6	4.1
Üretim	16	227	15	213	-6.3	6.7
İhracat	6	106	10	166	56.3	100
İthalat	128	1.631	140	1.788	9.6	10.7

Verilerden anlaşıldığı gibi var olan açığı kapatmak ancak dışarıdan kaliteli hayvansal yağ ithal edilmek suretiyle gerçekleştirilmektedir. Bu eksiklikler nedeniyle Türkiye'de

her yıl hayvansal yağ ve yan ürünlerinin ithalatı için önemli miktarlarda döviz harcanmaktadır. DİE 'nin verilerine göre 1994-1995 yıllarında Türkiye'ye ithal edilen toplam 212,841,533 kg domuz, kümes hayvanları, sığır, koyun, keçi yağları ve domuz yağı stearini ve sıvı don yağına 110,018,965 dolar ödenmiştir. 1994-1995 yılları ve 1996 yılının ilk 7 aylık ihracat ve ithalat bilgileri Ek-1'de verilmektedir (Anonymous, 1997b).

Bu düzeyde yüksek miktarda hayvansal yağ ithalatı ve buna ek olarak müslüman toplumunun dini inançları gereği domuz eti ve yağının kullanımına karşı gösterdiği duyarlılığa karşın ithal edilen veya yurt içinde üretilen hayvansal yağların kalite kontrolü ve özellikle bu yağların saflığı hakkında bilgi edinmemizi sağlayan herhangi bir yöntemin olmayışı düşündürücüdür. Yaptığımız literatür çalışmaları Türkiye'de şimdiye kadar çeşitli hayvansal yağlarda domuz yağının aranması için bir çalışma dışında herhangi bir çalışmanın yapılmadığını göstermektedir. Bu eksikliği belli ölçüde gidermek üzere sığır içyağı, koyun kuyruk yağı, tereyağı ve bu yağların domuz yağı ile değişik oranlarda hazırlanmış karışımlarına Bömer, Gaz-kromatografisi (GC) ve Fourier Transform Infrared (FTIR) spektroskopisine dayalı yöntemleri uygulayarak, domuz yağı oranındaki artış ile Bömer Sayısı, genel ve 2-yerleşimli yağ asitlerinin bileşimleri ve FTIR spektrumlarındaki değişiklikler incelenmiştir.

Bömer Yöntemi'nde, yağlarda bulunan doymuş yağ asidi içeren trigliseridlerin erime noktası ile bu trigliseridlerin yapısındaki doymuş yağ asitlerinin erime noktası arasındaki farkın domuz yağı oranı artışı ile ilişkisi incelenirken, gaz- kromatografisine dayanan yöntemde domuz yağı oranı artışı ile farklı karışımlardaki genel yağ asidi bileşimi ve 2-yerleşime bağlanan yağ asitlerinin niteliği ve niceliği hakkında bilgi edinilmiştir. FTIR ile yapılan analizde ise çeşitli bağlar ve fonksiyonel grupların infrared ışığına maruz kaldıklarında gösterdikleri spektrumlar incelenerek domuz yağı oranı artışı ile bu spektrumlardaki olası değişiklikler incelenmiştir.

Hayvansal yağların ve özellikle domuz ve sığır yağlarının yağ asidi bileşimleri birbirlerine oldukça yakın olduğundan ve domuz yağının yağ asidi bileşimi hayvanın rasyonuna bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğinden, sadece bileşimlerine bakarak bu yağların herhangi birisinin diğerinde bulunup bulunmadığı ya da hangi oranlarda

bulunduğunun saptanması oldukça güçtür. Ayrıca, yağlara uygulanan hidrojenasyon ve interesterifikasyon gibi işlemlerin yağların yapısını değiştirmesi, hayvansal yağların saflığını belirlemeye yönelik yöntemlerin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Son yıllarda yağlardaki bazı yağ asitlerinin birbirine oranından veya palmitik asit zenginleştirme faktörü (P.Z.F.) ((%) 2-monogliseritteki palmitik asit / (%) trigliseritteki palmitik asit); doymamışlık oranı ((%) doymamış yağ asitleri / (%) doymuş yağ asitleri); (%) 2-yerleşimdeki palmitik asit / (%) 2-yerleşimdeki stearik asit; % 2-yerleşimdeki doymuş yağ asitleri / (%) 2-yerleşimdeki doymamış yağ asitleri; (%) 2-monogliseritteki palmitik asit (% MG-Pal.) ve C16:0/ C18:0; C18:0/C18:2 gibi oranlardan yararlanarak bu yağların katkılı olup olmadığının belirlenmesini amaçlayan çalışmalar yapılmaktadır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Hayvansal yağlar insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptirler. Doğrudan (tereyağı) veya dolaylı olarak (kaslar arası ve kaslar içinde) her gün önemli miktarlarda hayvansal yağ insan vücuduna alınmaktadır. Hayvansal yağları birbirinden ayıran ve aynı zamanda bu yağların değişik özellikler taşımalarını sağlayan başlıca etmen bu yağların yağ asidi bileşimleridir. Yağ asidi niteliği ve niceliği ile birlikte bu yağ asitlerinin trigliserid molekülünde bulundukları konum da yağların birçok fiziksel ve kimyasal özelliğini belirlemektedir. Hayvansal yağların birbirinden ayırt edilmesini sağlamak, bu yağların yağ asidi bileşimlerinin birbirlerine oldukça yakın olmalarından dolayı güçlüğüle gerçekleştirilmektedir. Bu olumsuzluklara karşı araştırmacılar birçok çalışma gerçekleştirerek bu zorlukları aşmaya çalışmışlardır. Bu bölümde çalışmanın kapsamına alınan sığır içyağı, koyun kuyruk yağı, tereyağı ve domuz yağının bileşimi ve çeşitli hayvansal yağların domuz yağı ile karıştırılmalarını araştıran literatür bildirişleri özetlenmiştir.

Ülkemizde yetiştirilen sığır ve koyunlara ilişkin çeşitli hayvansal yağlar üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmada bu yağların yağ asidi bileşimleri belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları Çizelge 2.1.'de verilmektedir (Anonymous, 1985).

Çizelge 2.1. Çeşitli hayvansal yağların yağ asidi bileşimleri (%) (Anonymous, 1985)

Örnek kodu	C14:0	C14:1	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
A1	4.58	1.94	26.71	7.08	15.64	27.77	6.00	4.44
A2	7.36	0.96	25.52	1.76	17.13	40.01	4.44	-
B1	4.37	4.13	14.66	8.54	9.20	29.43	3.51	-
B2	2.78	1.14	25.73	2.39	7.74	54.30	2.25	iz
C1	2.56	0.95	24.74	1.98	44.94	16.29	2.46	1.06
C2	2.34	1.16	21.41	2.29	43.39	21.94	2.84	-
C3	2.83	1.57	27.00	3.50	36.51	21.20	1.80	1.12
C4	3.72	2.81	25.37	2.97	35.27	23.26	1.83	-
C5	1.71	1.58	24.81	2.84	38.65	19.61	2.68	1.23
C6	3.66	1.34	24.73	2.29	42.64	19.59	iz	-

A1: Dağlıç içyağı, A2: Kıvrıcık içyağı, B1: Dağlıç kuyruk yağı, B2: Karadeniz Hemşin kuyruk yağı, C1: Montafon içyağı, C2: Holştayn içyağı, C3: Yerli inek içyağı, C4: Yerli dana içyağı, C5: Yerli düve içyağı, C6: Yerli sığır X Montafon melezi içyağı

Verilerden anlaşıldığı gibi hayvansal yağların yağ asidi bileşimi hayvanın türü, ırkı ve vücut bölgesine bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Örneğin Dağlıç içyağındaki C18:1 oranı % 27.77 iken bu yağ asidinin oranı Kıvırcık içyağında % 40.01'dir. Görüldüğü gibi aynı tür ve vücut bölgesindeki bir yağ asidinin oranı iki koyun ırkında önemli farklılıklar göstermektedir. Benzer bir durum diğer örneklerde de görülmektedir. Bu da hayvansal yağların birbirlerinden ayırt edilmesini bir hayli zorlaştırmaktadır.

Aynı çalışmada sığır ve koyun içyağları ile koyun kuyruk yağının doymuş ve doymamış yağ asitleri oranları karşılaştırılmıştır. Bu çalışma ile ilgili sonuçlar Çizelge 2.2.'de verilmiştir (Anonymous, 1985).

Çizelge 2.2. Sığır ve koyun içyağı ile koyun kuyruk yağındaki doymuş ve doymamış yağ asitleri oranları (%) (Anonymous, 1985)

Örnek Kodu	Doymuş yağ asitleri	Doymamış yağ asitleri
A1	52.40	47.60
A2	51.32	48.68
B1	38.06	61.94
B2	39.61	60.39
C1	75.05	24.95
C2	71.73	28.27
C3	70.15	29.85
C4	67.91	32.09
C5	69.15	30.85
C6	75.87	24.13

A1: Dağlıç içyağı, A2: Kıvırcık içyağı, B1: Dağlıç kuyruk yağı, B2: Karadeniz Hemsin kuyruk yağı, C1: Montafon içyağı, C2: Holştayn içyağı, C3: Yerli inek içyağı, C4: Yerli dana içyağı, C5: Yerli düve içyağı, C6: Yerli sığır X Montafon melezi içyağı

Çalışmanın sonuçları genel olarak hayvansal yağlardaki doymuş yağ asitleri oranının doymamış yağ asitleri oranından daha büyük olduğunu göstermektedir. Ayrıca türler arasında ve vücut bölgesine bağlı olarak yağların yağ asidi bileşiminin önemli ölçüde değiştiği de verilerden anlaşılmaktadır.

Bu durum koyun, dişi sığır ve manda depo yağlarının yağ asidi bileşimleri üzerinde gerçekleştirilen bir başka araştırmada elde edilen sonuçlarla doğrulanmaktadır. Çizelge 2.3.'de verilen bu çalışmanın sonuçları Güney Amerika ve Avustralya'da yetiştirilen aynı koyun ırkından hayvanların yağ asidi bileşimlerinin birbirinden farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çeşitli bölgelerde yetiştirilen sığır ve manda ırkı

yağlarının yağ asidi bileşimlerinin de birbirinden farklılık gösterdiği verilerden anlaşılmaktadır. Mandada, aynı vücut bölgesinde erkek ve dişi hayvanlardan alınan örneklerin de özellikle oleik asit açısından önemli bir farklılık gösterdiği göze çarpmaktadır (Hilditch and Williams, 1964).

Çizelge 2.3. Koyun, dişi sığır ve manda depo yağlarının yağ asidi bileşimleri (Hilditch and Williams, 1964)

	Doymuş yağ asitleri			Doymamış yağ asitleri	
	C14	C16	C18	C18:1	C18:2
Koyun (<i>Ovis aries</i>)					
Güney Amerika	1	21	30	43	5
Avustralya	4	25	31	36	4
Sığır (<i>Bos taurus</i>)					
Kuzey Amerika	2	32	15	48	3
Güney Amerika	8	28	24	39	1
Avustralya	2	27	22	49	-
Manda (Perinefrik)					
Erkek (yerli)	1	37	32	28	2
Dişi (yerli)	1	33	22	43	1

Hayvansal yağların yağ asidi bileşimi üzerine yurdumuzda yapılan bir başka araştırmada Marmara Bölgesinde kesimi en çok yapılan sığır ırkları materyal olarak alınmıştır. Bu çalışmanın sonuçları da ırka bağlı olarak sığır yağlarının yağ asidi bileşimlerinin birbirinden önemli ölçüde farklı olabileceğini göstermektedir. Buna ek olarak sığır içyağlarındaki doymuş yağ asitleri oranının doymamış yağ asidi oranından çok daha fazla olup % 67.91-75.81 arasında değiştiği de görülmektedir. Bu çalışmada elde edilen çeşitli sığır ırklarına ait hayvansal yağların yağ asidi bileşimleri Çizelge 2. 4.'de verilmektedir (Anonymous, 1985).

Çizelge 2.4. Bazı sığır ırklarına ait yağların (içyağı) yağ asidi bileşimleri (Anonymous, 1985)

Sığır ırkı	(%) Yağ asidi							
	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Montafon	24.80	1.92	2.56	1.34	44.50	16.64	2.77	1.09
Holştayn	21.80	2.24	1.89	1.37	44.42	20.94	2.56	-
Yerli İnek	25.93	3.42	2.89	-	37.53	22.69	1.81	0.74
Yerli Dana	25.09	2.96	1.68	1.44	35.66	22.99	1.85	-
Yerli Düve	25.00	2.64	3.29	2.53	38.08	20.28	2.67	1.17
Montafon Melezi	25.46	2.25	2.76	-	42.57	19.62	iz	-

Grampone (1990) hayvansal yağların yağ asidi bileşiminin hayvanın türü, cinsiyeti, yaşı, rasyonu, vücut bölgesi ve hayvanın yaşadığı bölgeye bağlı olarak değişebileceğini belirtmektedir. Çalışma sonuçlarının verildiği Çizelge 2.5.'de Uruguay'daki sığır ve koyun don yağlarının yağ asidi bileşimleri karşılaştırılarak iki hayvan türü arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Sonuçlar Uruguay koyun yağlarının diğer ülkelerin koyun yağlarına göre daha yüksek oleik asit içeriğine, ancak daha düşük palmitik ve stearik asit yüzdesine sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2.5. Uruguay koyun ve sığır don yağlarının yağ asidi bileşimleri (Grampone, 1990)

Yağ asidi	Koyun yağı (%)		Sığır yağı (%)	
	Uruguay	Diğer ülkeler	Uruguay	Diğer ülkeler
14:0	2.4	4.0	2.7	2.5
15:0	1.0	0.6	1.1	-
16:0	22.2	25.9	24.0	27.0
16:1	4.3	1.7	3.0	10.8
17:0	1.8	1.5	2.0	-
18:0	23.5	32.0	28.2	7.4
18:1	40.0	31.7	34.8	47.5
18:2	2.2	-	1.8	1.7

Grampone ve Moyna (1983) yaptıkları bir araştırmada Güney Amerika'daki sığırlardan elde edilen don yağlarının Kuzeydekilerden daha sert olup, daha düşük bir iyot değerine sahip olduklarını belirtmektedirler.

313 sığır, tosun, düve ve genç inek ile yapılan bir denemede vücudun değişik bölgelerinden alınan derialtı ve kas arası yağlarda saptanan toplam doymuş, tek doymamış ve çok doymamış yağ asidi oranları Çizelge 2.6.'da verilmektedir (Schön, 1977).

Çizelge 2.6.'da görüldüğü gibi dişi sığırlarda inekler, düvelere göre yağlarında daha çok tek doymamış yağ asidi ve daha az çok doymamış yağ asidi oranına sahiptirler. Doymuş asitler de yine inek yağlarında düve yağlarındakinden daha düşük miktarlardadır. Tüm sığır yağlarında kas arası yağlar derialtıdan elde edilen yağlara göre daha fazla doymuş asit oranına sahiptirler. Doymamış asitlerden özellikle tek doymamışların miktarı kas arası yağlarda derialtı yağlarına göre oldukça düşük oranlardadır. Çok doymamış yağ asitleri ise gerek tosun ve gerekse düve eti

yağlarında kas arası yağlarda biraz daha yüksek iken, inek eti yağlarında bu açıdan kas ve derialtı yağlar arasında önemli bir fark görülmemektedir.

Çizelge 2.6. Çeşitli büyükbaş hayvanların vücutlarının farklı bölgelerine ait yağların yağ asidi bileşimleri (Schön, 1977)

Lokalizasyon	Derialtı yağı (%)			Kas arası yağı (%)		
	Pirzola	Sokum	Göğüs	Pirzola	Sokum	Göğüs
Tosun						
Doymuş	44.8	41.9	42.1	50.4	51.9	46.6
Tek Doymamış	50.3	53.8	53.3	44.3	42.7	47.9
Çok Doymamış	4.7	4.2	4.5	5.1	5.3	5.3
Düve						
Doymuş	42.5	39.8	39.1	47.7	50.6	44.4
Tek Doymamış	52.2	55.6	55.5	46.3	43.5	49.5
Çok Doymamış	5.2	4.5	5.3	5.9	5.7	6.0
Genç İnek						
Doymuş	39.5	36.7	36.4	46.4	47.8	43.0
Tek Doymamış	57.2	59.8	60.0	50.4	48.7	53.4
Çok Doymamış	3.1	3.3	3.4	3.0	3.4	3.4

371 sığır ve 123 domuzla yapılan bir denemede vücudun değişik yerlerinden alınan derialtı ve kas arası yağlarla sığır içyağı ve domuz gömlek yağının toplam doymuş, tek doymamış ve çok doymamış yağ asidi bileşimleri belirlenmiştir (Çizelge 2.7.) (Schön, 1978).

Çizelge 2.7. Sığır ve domuzun vücutlarının farklı bölgelerine ait yağların doymuş, tek doymamış ve çok doymamış yağ asidi oranları (Schön, 1978)

Lokalizasyon	Yağ Asitleri (%)					
	Sığır			Domuz		
	D	TD	ÇD	D	TD	ÇD
Derialtı yağı						
1. But	40	56	4	35	53	12
2. Kontrfile	43	52	5	38	48	14
3. Göğüs	40	56	4	37	52	11
Kas arası yağı						
4. But	51	44	5	37	52	11
5. Kontrfile	49	46	5	40	48	12
6. Göğüs	45	50	5	39	50	11

D: Doymuş; TD: Tek Doymamış; ÇD: Çok Doymamış

Görüldüğü gibi sığır ve domuz yağları özellikle çok doymamış yağ asitleri miktarı bakımından önemli kabul edilebilecek farklılık göstermektedirler. Aynı zamanda her iki hayvan türünde de derialtı yağlarının kas arası yağlarına göre daha fazla doymamış yağ asidi içerdiği görülmektedir. Çok doymamış yağ asitleri oranları ise kas arası ve derialtı yağlarında birbirinden önemli bir farklılık göstermemektedir.

Domuz eti ve yağı üzerine yapılan araştırmalar domuz yağı bileşiminin hayvanın beslenme rejimine bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini ortaya koymaktadır. Kontrol hayvanı yağları ile kurutulmuş hindistan cevizi eti, yani kopralı rasyonla beslenen domuzların vücutlarındaki çeşitli yağların bileşimine giren toplam doymamış ve doymuş yağ asitlerinin oranları Çizelge 2.8.'de verilmektedir (Schön, 1974).

Çizelge 2.8. Farklı rasyonlarla beslenen domuzların çeşitli vücut bölgelerinden alınan yağların yağ asidi bileşimleri (Schön, 1974)

Yağ asidi	Kas Arası Yağı			Derialtı Yağı	
	Kütreğin arka kısmı	Yalancı Fileto	Antrikot ve boyun	Yalancı Fileto	Antrikot ve boyun
Doymuş*					
a	51.97	53.35	56.73	51.19	52.60
b	40.74	37.44	37.84	30.58	32.66
Doymamış**					
a	47.91	46.65	43.39	48.94	47.42
b	59.27	63.14	62.59	69.63	67.34
Doymamış/ Doymuş					
a	0.92	0.87	0.77	0.96	0.90
b	1.46	1.69	1.65	2.28	2.06

* Doymuş Yağ Asidi, ** Doymamış Yağ Asidi

a: Kopra katılmış rasyonla beslenen domuz

b: Kontrol hayvanı

Görüldüğü gibi rasyonuna kopra katılmış domuzlarda vücudun çeşitli bölgelerinden alınan yağ örnekleri kontrol hayvanlarına göre daha fazla doymuş yağ asidi içeriği göstermektedir. Araştırmada saptanan tek tek yağ asitlerine bakıldığında normal rasyonla beslenen domuzların yağlarında hiç laurik asit görülmezken, kopralı rasyonla beslenen hayvanların yağlarında yağlı dokunun vücuttaki lokalizasyonuna bağlı olmak üzere % 3.40-4.47 arasında değişen miktarlarda laurik asit görülmekte, normal rasyonla beslenenlerde % 1 dolayında olan miristik asit oranı kopra katılı rasyonla beslenenlerin yağlarında % 11 dolayına yükselmektedir. Palmitik ve stearik asitte kopra ile yemlemenin çok önemli etkisi görülmemekle birlikte kopranın yağdaki palmitik asit oranını yükselttiği anlaşılmaktadır. Kopra katkılı rasyonla beslenenlerde

oleik asit oranı önemli miktarda düşmekte, eikosadienoik asit ve linolenik asit hiç görülmezken, palmitoleik ve linoleik asit bir miktar yükselmektedir. Sonuçlar yemleme ile domuz yağı bileşiminin önemli ölçüde değiştiğini ortaya koymaktadır.

Fischer ve ark. (1990) tarafından toplam 200 domuz üzerinde yapılan araştırmada 8 değişik oranda linoleik + linolenik asit miktarı içeren rasyonla yemleme yapılmış ve hayvanların bir kısmı 105 kg, diğer kısmı ise 120 kg vücut ağırlığına gelince kesilmişlerdir. Denemede yemin etkisi yanında cinsiyet, kesim ağırlığı ve yağın vücutta lokalize olduğu yerin etkisi de araştırılmıştır. Vücudun üç değişik bölgesinden alınan yağlarda yemlemeye bağlı olarak yağ asitlerinin değişimi Çizelge 2.9.'da verilmektedir. Verilerden anlaşıldığı gibi hayvana verilen rasyondaki linoleik + linolenik asit miktarı arttıkça hayvanın yağındaki linoleik asit + linolenik asit miktarı da artmakta, palmitik asit ve stearik asit gibi doymuş asitlerde bir miktar gerileme gözlenirken, oleik asitte daha büyük miktarda gerileme gerçekleşmektedir.

Çizelge 2.9. Değişik oranlarda linoleik + linolenik asit içeren yemlerle beslenen domuzların yağ asidi bileşimleri (Fischer et al.,1990)

Yağ Asidi (%)	Rasyondaki Linoleik + Linolenik Asit Miktarı (g/ kg)							
	10.9	13.8	15.5	18.9	19.2	20.0	24.5	26.3
C16:0	25.0	25.9	23.5	24.3	23.5	23.2	23.4	23.0
C16:1	2.80	2.60	3.20	2.60	2.30	2.80	2.30	2.10
C18:0	15.2	15.5	13.2	13.9	13.2	12.7	13.0	13.6
C18:1	47.1	43.2	43.6	41.1	42.8	42.5	38.3	37.4
C18:2	5.30	8.20	10.3	13.5	12.5	13.7	17.7	18.7
C18:3	0.50	0.70	1.00	0.80	2.20	0.80	1.20	1.90

Szonyi ve ark. (1962) koyun ve sığır içyağlarının kalite kontrolü ve saflığının belirlenmesinde gerçekleştirdikleri bir araştırmada konjüge dien, trans- ve cis- asitleri içeriğine dayalı bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları Çizelge 2.10.'da verilmektedir. Çalışma sonuçlarına göre, yağ asidi bileşimi açısından sığır ile koyun içyağları arasındaki en önemli fark, koyun içyağının kaprik ve laurik asitleri içermesidir. Sığır içyağında bu iki yağ asidi bulunamamıştır. Ancak sığır içyağında saptanan miristoleik asit de (% 0.35) koyun içyağında bulunamamıştır. Stearik asit ise sığır içyağında % 30.2-33.8 oranında bulunurken, koyun içyağında % 20.7-28.3

olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar iki yağın içerdikleri % konjüge dien, % toplam dien ve % trans asit değerlerinin farklı olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar bu verilere dayanarak sığır ve koyun içyağlarının birbirinden ayırt edilebileceğini ileri sürmektedirler.

Çizelge 2.10. Sığır ve koyun içyağlarının saflığının belirlenmesinde kullanılabilecek bazı faktörler (Szonyi et al.,1962)

İçyağı	Sığır	Koyun
Sabunlaşma sayısı	195	196
İyot sayısı	41.1	40.9
Konjüge dien (%)	0.79	1.46
Toplam dien (%)	1.96	3.38
Trans asit (%)	6.79	12.1
Yağ asidi bileşimi (%)		
C10:0	-	0.10
C12:0	-	0.23
C14:0	3.14	4.03
C14:1	0.35	-
C16:0	29.5	25.9
C16:1	2.46	1.66
C18:0	24.5	32.0
C18:1	36.1	31.7

Javidipour ve Ergin (1994) sığır içyağları kapsamına giren böbrek üstü yağları, gömlek yağları ve bunların domuz yağı ile %10, 20, 40, 60, 80, 90 oranlarında hazırlanmış karışımlarına Bömer Yöntemini uygulayarak “Erime Noktası Farkı” (E.N.F) ile domuz yağı oranı arasında istatistiksel açıdan $P < 0.05$ düzeyinde önemli bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre böbrek+domuz yağı karışımlarında domuz yağı oranı ile E.N.F. arasındaki korelasyon katsayısı 0.89 olarak bulunmuştur. Bu iki değişken arasındaki doğrusal bağıntının $Y = 0.447 + 1.879X$ doğrusal regresyon denklemi ile tahmin edilebileceği de araştırmada ayrıca belirtilmiştir. Gömlek + domuz yağı karışımları için korelasyon katsayısı $P < 0.05$ düzeyinde 0.825 ve doğrusal regresyon denklemi ise $Y = 0.634 + 1.663X$ olarak hesaplanmıştır.

Domuz yağının fiziksel özellikleri ile Bömer Sayısı arasındaki korelasyonu incelemek amacıyla yapılan bir araştırmada, domuz yağına sertleştirilmiş sığır donyağı, sertleştirilmiş hurma yağı, sertleştirilmiş domuz yağı, domuz yağı stearini ve donyağı stearini katılmasının erime noktasının yükselmesine ve Bömer Sayısının düşmesine neden olduğu belirtilmektedir. % 5 sertleştirilmiş bitkisel yağın katılması, saf domuz yağına göre daha düşük bir Bömer Sayısı ortaya koymaktadır. Sertleştirilmiş domuz yağı ve domuz stearini düşük Bömer Sayısına sahip olmalarına rağmen C15 içerikleri ve C14/C16 oranlarıyla tanımlanabilmektedirler. Ester yapısı değiştirilmiş olan domuz yağının fiziksel özellikleri iyileşmekte, Bömer Sayısı düşmektedir (Imamura et al., 1969a)

Imamura ve ark. (1969b) bir başka çalışmada Differensiyal Termal Analiz Yöntemi (DTA) ile yabancı yağların varlığını saptamaya çalışmışlardır. Çalışma kapsamına alınan domuz yağı, sığır don yağı, at yağı, koyun don yağı ve sertleştirilmiş domuz yağının domuz yağı ile değişik oranlarda hazırlanmış karışımları 60°C'de eritilip, hızla 0°C'ye soğutularak 20°C'de 24 saat bekletilmiştir. Örneklerin sıcaklığı aşamalı olarak 3°C/dk. artırılarak Differensiyal Termal Analizi yapılmıştır. Domuz yağı örneği 2 endotermik pik gösterirken, sığır don yağı 3 endotermik pik göstermiştir. Sığır ve koyun don yağları benzer eğriler verirken, at yağı herhangi bir belirgin pik vermemiştir. Domuz yağının % 10 sığır don yağı içermesi düşük-sıcaklık piki nedeniyle kolaylıkla anlaşılmaktadır. Sığır don yağının domuz yağında varlığı DTA eğrisinin yapısından anlaşılmaktadır. At yağının % 10'dan daha fazla bulunması da ayrıca DTA eğrisinden anlaşılabilmektedir. Bu yöntemin Bömer Yönteminden daha duyarlı olduğu belirtilmektedir.

Gaz-kromatografik analizler, 11, 14 eikosadienoik asidin (C20:2) sığır ve koyun eti karışımlarındaki domuz eti ve yağının saptanması için bir indikatör olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Sığır ve koyun etinde bulunmayan C20:2 domuz eti ve domuz yağında bulunmaktadır. Toplam yağ asidi kompozisyonu ise, örneğin saflığı hakkında kabaca tahmin yürütmemize olanak sağlamaktadır. Bu metodu kullanarak % 9 sınırına kadar katılmış domuz yağı saptanabilmektedir (Saeed et al., 1986).

Farag ve ark.(1980) tarafından saf manda ve inek sadeyağına karıştırılan domuz yağı ve shorteningin saptanması için yapılan bir çalışmada saf inek ve manda sadeyağı, domuz yağı, shortening ve % 5, 10, 15, 20, 25 oranlarında domuz yağı ve shortening karıştırılmış sadeyağların kırılma indisi, Bömer değeri, iyot değeri, sabunlaşma değeri, UV, görünen ışık ve IR spektrumları ve GLC ile yağ asidi bileşimleri saptanmıştır. Bömer değerinin saptanması için AOAC'deki metot kullanılmıştır. Araştırma sonuçları Bömer Değerinin % 5 domuz yağı karıştırılmış sade inek yağı örneği dışında, diğer tüm örneklerde domuz yağı oranının yükselmesiyle önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Spektrofotometrik analizler ise saf ve domuz yağı karıştırılmış örnekler için aynı sonuçları vermektedir. Ancak C18:0/C18:2 ve toplam doymuşluk / toplam doymamışlık oranlarının safsızlığın saptanmasında etkili oldukları belirtilmiştir.

Dabash ve ark. (1979) tarafından yürütülen bir çalışmada tuzlanmış sığır eti konservelerine katılmış domuz yağının saptanması araştırılmıştır. GLC metodu kullanılarak yapılan çalışmada örnekler saf sığır eti, saf domuz eti ve % 5, 10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında domuz eti + domuz yağı karıştırılmış sığır eti içeren kazanlardan alınmıştır. Örneklerin yağ asidi bileşimlerinin incelenmesi sonucunda sığır eti ürünlerinde domuz yağının saptanması için üç kriter önerilmektedir:

- Palmitik asidin monoglisidlerdeki mol yüzdesi / Palmitik asidin triglisidlerdeki mol yüzdesi)
- Monoglisidlerin iyot değeri / Triglisidlerin iyot değeri
- Monoglisidlerdeki doymamış yağ asitlerinin mol yüzdesi / Triglisidlerdeki doymamış yağ asitlerinin mol yüzdesi

İncelenen örneklerde palmitik asidin monoglisidlerdeki mol yüzdesi / palmitik asidin triglisidlerdeki mol yüzdesi oranının sığır içyağlarında 0.8'den küçük, domuz yağında 0.8'den daha büyük olduğu saptanmıştır. MG'nin iyot değeri / TG'nin iyot değeri oranının 1.4'den küçük olması domuz yağı varlığını göstermektedir. Monoglisidlerdeki doymamış yağ asitlerinin mol yüzdesi / triglisidlerdeki doymamış yağ asitlerinin mol yüzdesinin 1.3'den küçük olması da ayrıca domuz yağı varlığının belirtisidir. 2-Monoglisidlerin yağ asidi bileşimi göz önünde

bulundurulduğunda, C16:0 mol yüzdesi / C18:0 mol yüzdesinin saf sığır etinde 0.7'den daha düşük, domuz yağında 4'den daha büyük olduğu belirlenmiştir.

Alternatif bir metot ile domuz eti yağına karıştırılmış sığır içyağının saptanması için yapılan bir çalışmanın sonuçları, palmitik asit veya oleik asit + linoleik asidin domuz eti ve sığır yağı trigliseridlerinin 2-yerleşiminde lokalize olmalarının trigliseridlerin yağ asidi içeriği ile yüksek derecede ilişkili olduğunu göstermektedir. Domuz eti ve sığır yağlarından elde edilen çeşitli regresyonlara dayanarak, domuz eti yağına karıştırılmış sığır içyağının yüzdesi saptanmaktadır. GLC yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlar, % 5 ve % 10 oranında sığır içyağının domuz yağına karıştırıldığının tahmin edilebileceğini göstermektedir. Bu metodun domuz yağına karıştırılmış sığır içyağlarını saptamak için kullanılan diğer metodlardan daha üstün olduğu belirtilmektedir (Verbeke and Brabander, 1979).

Brixins ve Treiber (1974) tarafından 20 domuz yağı örneği, 15 kaz yağı örneği ve %80 domuz yağı karıştırılmış 8 kaz yağı örneğinin yağ asidi bileşimi incelenmiştir. Araştırmada incelenen örneklerde C18:0/C18:1 oranı domuz yağında 0.39-0.60 (ortalama 0.49), kaz yağında 0.08-0.18 (ortalama 0.17) olarak bulunmuştur. Araştırmacılara göre stearik asit / oleik asit oranının, % 10 veya daha fazla domuz yağı içeren örneklerde domuz yağının saptanması için kullanılabileceği anlaşılmıştır.

Youssef ve ark. (1988) yerli üretim ve ithal et ürünlerinde domuz yağının var olup olmadığını araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar domuz yağı oranının artması ile belirgin bir artış gösteren Palmitik asit zenginleştirme faktörünün domuz yağı varlığının saptanmasında kullanılabileceğini göstermektedir. İnfrared verilerine dayanarak konserve sığır eti ve frankfurter tipi sosislerde sırasıyla % 3 ve %13 oranında domuz yağı varlığının saptandığı belirtilmektedir.

Youssef ve Rashwan (1989) manda donyağına karıştırılmış domuz yağının saptanmasını araştırmak üzere saf domuz yağı, manda donyağı ve % 3-15 oranında domuz yağı karıştırılmış donyağı örneklerinin yağ asidi bileşimini Gaz-Likit Kromatografisi ile araştırmışlardır. Domuz ve manda donyağlarının yağ asidi bileşimleri ile ilgili değerler Çizelge 2.11.'de verilmektedir.

Çizelge 2.11. Domuz ve manda donyağının yağ asidi bileşimleri (Youssef and Rashwan, 1989)

Yağ asidi	Yağ asidi bileşimi (%)								
	C14:0	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C18:0/ C18:2
Domuz yağı	1.92	27.34	4.26	0.79	12.39	41.03	10.76	1.32	1.15
Manda donyağı	2.12	25.09	2.30	0.97	26.51	37.11	4.32	1.87	6.14

Çalışmanın sonuçları domuz yağının manda yağına göre oldukça yüksek oranda linoleik asit içeriğine sahip olduğunu göstermektedir (yaklaşık 2.5 katı). Buna karşın manda yağının stearik asit içeriğinin (% 26.51) domuz yağınınkinden (% 12.39) daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu araştırmacılar çalışmalarının ilerki aşamasında manda don yağına % 3, 6, 9, 12 ve 15 oranında domuz yağı katarak (%) trigliseritteki palmitik asit, (%) monogliseritteki palmitik asit, palmitik asit zenginleştirme faktörü, C18:0/C18:2 ve doymamışlık oranındaki olası değişiklikleri inceleyerek bu oranların manda yağına karıştırılmış domuz yağının saptanmasında kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Saf örneklerle ilgili bu oranlar Çizelge 2.12.'de verilmiştir.

Çizelge 2.12. Domuz ve manda donyağının saflığının belirlenmesinde kullanılabilecek bazı faktörler (%) (Youssef and Rashwan, 1989)

Yağ Çeşidi	2-MG pal.(%)	TG-Pal (%)	Faktör 1	2-MG- DOY.	2-MG- DOYM.	Faktör 2	TG - DOYM.	Faktör 3
Domuz yağı	59.82	26.11	2.29	72.28	25.98	2.78	57.30	0.45
Manda don yağ	22.07	23.94	0.92	32.46	55.09	0.59	52.06	1.06

DOY. : doymuş yağ asitleri,

DOYM. : doymamış yağ asitleri,

Faktör 1 : 2-MG-Pal(%) / TG-Pal (%)

Faktör 2 : 2-MG-DOY. / 2-MG-DOYM.

Faktör 3 : 2-MG-DOYM/ TG-DOYM.

Görüldüğü gibi bu oranların tümü her iki örnekte oldukça farklılık göstermektedir. Bu oranların domuz yağı oranı artışı ile doğrusal bir ilişki içinde oldukları belirtilmektedir.

Saeed ve ark. (1989) likit-kromatografisi yöntemini kullanarak domuz eti ve yağının işlenmiş etlerde saptanmasını araştırmışlardır. Araştırma sonuçları domuz yağının diğer

hayvansal yağlara göre 2-yerleşiminde daha fazla doymuş yağ asidi içeren trigliseridlere sahip olduğunu göstermektedir. Araştırmada domuz yağı katılmış ve katılmamış örneklerde 2-yerleşiminde doymuş yağ asitlerini içeren trigliseridlerin aynı yerleşimde doymamış yağ asitleri içeren trigliseridlere oranı (SSU/SUS) saptanmaktadır. Bu oran domuz yağının katılmasıyla artmaktadır. Sığır etine % 1 domuz eti katılması SSU/SUS oranında önemli bir artışa neden olmaktadır. Koyun etine % 3 domuz etinin karıştırılması bu oranı önemli düzeyde değiştirmektedir. Bu metot et içermeyip yalnız yağ içeren örneklerin incelenmesinde de güvenilir sonuçlar vermektedir (bisküvi ve pastacılıkta). Isıtma ve pişirme bu oranı değiştirmemektedir.

Rashwan ve Youssef (1989) tarafından saf keçi ve koyun donyağı ile diğer yağ karışımlarında domuz yağının saptanması için güvenilir, basit ve spesifik bir metot geliştirilmiştir. Bu metotta saf domuz yağı, keçi yağı, koyun yağı ve % 3-15 oranlarında domuz yağı karıştırılmış keçi ve koyun yağında katılma eğrileri Differensiyal Taramalı Kalorimetri (Differential Scanning Calorimeter) yöntemiyle araştırılmıştır. Domuz yağı, keçi yağı ve koyun donyağının 2-monogliseridleri ve trigliseridlerinin yağ asidi bileşimleri gaz-likit kromatografisi ile saptanmıştır. Domuz yağı, keçi yağı ve koyun donyağının katılma eğrileri, trigliserid ve monogliserid fraksiyonlarındaki yağ asidi bileşimlerinde belirgin farklılıklar olduğunu göstermiştir. Genel yağ asidi bileşimi incelendiğinde domuz yağının karakteristik özelliği olan yüksek linoleik asit içeriği bu örneklerde de göze çarpmaktadır. Domuz yağının linoleik asit içeriği % 10.76 olarak bulunurken keçi ve koyun içyağlarının linoleik asit içeriği sırasıyla % 3.63 ve 2.60 olarak bulunmuştur. Buna karşılık domuz yağının stearik asit içeriğinin keçi ve koyun yağının stearik asit içeriğinden daha az olduğu belirtilmektedir. İncelenen örneklerde C18:0/C18:2 oranının da farklı olduğu saptanmıştır. Bu oran domuz yağında 1.15 olarak saptanırken, keçi ve koyun yağında sırasıyla 4.40 ve 6.47 olarak bulunmuştur. Domuz yağının bir diğer ve en önemli karakteristik özelliği olan 2-monogliseridlerin yüksek oranda doymuş yağ asitleri (palmitik asit) içeriği de bu çalışmanın sonuçlarında belirgin bir şekilde görülmektedir. Araştırmacıların keçi ve koyun yağlarına % 3, 6, 9, 12 ve 15 oranlarında domuz yağı katmaları ile palmitik asit zenginleştirme faktörü, doymamışlık oranı, C18:0/C18:2 ve (%) 2-monogliseridlerdeki doymuş yağ asitleri / (%) 2-monogliseridlerdeki doymamış

yağ asitleri oranlarının önemli ölçüde değişikliğe uğraması, bu oranların keçi ve koyun yağlarında domuz yağı varlığının saptanmasında kullanılabileceğini göstermektedir. Bu çalışmanın sonuçları Çizelge 2.13. ve 2.14.'de verilmektedir.

Çizelge 2.13. Domuz, keçi ve koyun donyağının yağ asidi bileşimleri (Rashwan and Youssef, 1989)

Yağın Çeşidi	C14:0	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C18:0/C18:2
Domuz	1.92	27.34	4.26	0.79	12.39	41.03	10.76	1.32	1.15
Keçi	3.50	25.40	2.60	0.16	15.96	44.90	3.63	1.60	4.40
Koyun	4.26	24.91	3.18	0.29	16.81	46.10	2.60	1.10	6.47

Çizelge 2.14. Domuz, keçi ve koyun donyağı saflığının belirlenmesinde kullanılabilecek bazı faktörler (Rashwan and Youssef, 1989)

Yağ Çeşidi	2-MG-Pal. (%)	TG-Pal (%)	Faktör 1	2-MG-DOY.	2-MG-DOYM.	Faktör 2
Domuz	59.8	26.11	2.29	72.28	25.98	2.78
Keçi	6.81	21.71	0.31	17.57	82.29	0.21
Koyun	4.21	25.96	0.16	11.80	88.41	0.13

DOY. : doymuş yağ asitleri

DOYM. : doymamış yağ asitleri

Faktör1 : 2-MG-Pal. (%) / TG-Pal. (%)

Faktör 2 : 2-MG-DOY. / 2-MG-DOYM.

Youssef ve ark. (1986) GLC metodunu kullanarak domuz, sığır içyağı ve % 19'dan az domuz yağı karıştırılmış sığır içyağı örneklerinin yağ asidi bileşimlerindeki farklılıkları incelemişlerdir. Araştırmada domuz yağının sığır içyağına göre daha fazla doymamış yağ asidi içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca domuz yağının sığır içyağına göre daha fazla linoleik asit ve daha az stearik asit içerdiği saptanmıştır. Bu nedenden ötürü C18:0/C18:2 oranı da her iki yağda farklılık göstermiştir. Sonuçta yağ asidi bileşimleri incelenerek sığır içyağına domuz yağının karıştırılıp karıştırılmadığının belirlenebileceği, bunun için linoleik asit içeriğine dayalı bir yöntemden yararlanılabileceği ifade edilmiştir.

Ergin (1976a) tarafından Erzurum-Kars yöresi tereyağlarının gaz kromatografisi metodu ile yağ asitleri bileşimini belirlemek üzere bir araştırma yapılmıştır. Bu çalışma ile ilgili sonuçlar Çizelge 2.15.'de verilmiştir.

Çizelge 2.15. Erzurum ve Kars yöresine ait tereyağlarının yağ asidi bileşimleri (Ergin, 1976a)

Yağ asidi	C4	C6	C8	C10	C12	C14	C16	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20
Oran (%)	2.90	1.66	0.93	1.96	2.33	10.14	32.55	1.91	9.30	25.02	2.06	1.00	0.18

Ergin (1976b) bir diğer çalışmada farklı araştırmacılar tarafından araştırılan çeşitli tereyağlarının yağ asidi bileşimlerini, karşılaştırmak üzere biraraya getirmektedir. Bu araştırmanın sonuçları Çizelge 2.16.'da verilmektedir. Görüldüğü gibi çeşitli tereyağı örneklerinin analizinde birbirinden oldukça farklı sonuçlar elde edilmektedir. Bu durum hayvansal yağların yağ asidi bileşimlerinin birçok etmene bağlı olarak değişebileceğini gösterdiği gibi, bu yağlarla çalışmanın zorluğu hakkında da bilgi vermektedir.

Çizelge 2.16. Çeşitli tereyağı örneklerinin yağ asidi bileşimleri (Ergin, 1976b)

Yağ asitleri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
C4:0	3.78	2.79	1.10	3.5	3.7	4.11	3.3	3.81	3.76
C6:0	2.41	2.34	2.00	1.2	2.1	3.02	2.6	2.25	2.05
C8:0	1.55	1.06	2.10	0.7	1.2	1.55	1.4	1.64	1.21
C10:0	3.49	3.04	4.50	1.4	2.6	2.72	3.2	4.60	2.80
C12:0	4.08	2.87	5.10	2.8	3.3	2.86	3.8	3.18	3.37
C14:0	12.0	8.94	15.9	13.9	10.4	9.50	10.9	10.5	11.2
C16:0	31.3	23.8	31.6	41.9	25.4	23.7	26.5	26.4	25.9
C16:1	1.32	1.79	-	-	1.9	-	-	-	-
C18:0	9.17	13.2	6.4	6.9	11.1	10.9	10.6	9.99	9.58
C18:1	21.7	29.6	-	25.0	28.5	25.4	26.6	21.7	23.8
C18:2	1.69	2.83	-	1.2	2.4	2.24	2.2	3.08	2.76
C18:3	0.92	0.51	-	1.5	2.4	2.11	2.3	1.64	1.75

1) Melcher
2) Herb ve Ark.
3) Kuzdal ve Savoie
4) Kiermeier ve Renner
5) Hyghabaert+Resetkova

6) Palo ve Resetkova
7) Kosmack
8) Metin Türk Tereyağı
9) Metin Alman Tereyağı

Keçi, koyun, deve ve mandanın süt yağları üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmada Çizelge 2.17.'de verilen sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 2.17. Keçi, koyun, deve ve manda süt yağı bileşimleri (Hilditch and Williams, 1964)

Yağ asidi (%)	Keçi yerli	Koyun yerli	Deve yerli	Manda yerli	Manda (Türk)
Bütirik	3.0	3.3	2.1	4.1	4.3
Kaproik	2.3	2.8	0.9	1.4	1.3
Kaprilik	3.9	3.8	0.6	0.9	0.4
Kaprik	8.6	7.8	1.4	1.7	iz
Laurik	4.6	5.4	4.6	2.8	3.0
Miristik	11.5	12.2	7.3	10.1	7.3
Palmitik	24.7	23.5	29.3	31.1	26.1
Stearik	9.3	6.9	11.1	11.2	16.5
Araşidik	0.1	1.9	-	0.9	3.3
Oleik	30.5	28.3	38.8	33.2	35.8
Linoleik	1.5	4.1	3.8	2.6	2.0

Süt yağlarının önemli düzeyde kısa zincirli yağ asidi içerdikleri bu çalışmanın sonuçlarında görülmektedir. Bununla birlikte süt yağlarının yağ asidi bileşiminin de diğer hayvansal kaynaklı yağlar gibi tür ve ırka bağlı olarak önemli ölçüde değişebileceği verilerin incelenmesi ile anlaşılmaktadır (Hilditch and Williams, 1964).

Vanoni ve ark. (1978) farklı kaynaklardan elde edilen 108 tereyağı örneği ve bunların sığır ve domuz yağı ile % 10, 20 ve 25 oranında karışımlarının yağ asidi bileşimlerini saptamışlardır. Araştırmacılar, ne yağ asidi bileşimleri ne de çeşitli oranların (ör.C4 / (C6+C8), C12 / C10, C14 / C12), karıştırmanın % 20'nin üzerinde gerçekleştirildiği durumlarda bile güvenilir sonuç vermediğini belirtmişlerdir. Diğer bazı parametrelerin ise % 10 domuz yağı ve % 20-25 sığır yağı katılımının belirlenmesinde kullanılabileceği ileri sürülmektedir.

Tereyağına sığır içyağı ve domuz yağının karıştırılıp karıştırılmadığı, sterollerin GLC ve UV spektrofotometrik özellikleri incelenerek saptanmaya çalışılmıştır. 59 örnekten alınan sonuçlar sterol bileşiminin (β -sitosterol:kompesterol oranı) sadece bitkisel yağların karıştırılmış olduğu durumlarda etkili olup, içyağı ve domuz yağının saptanmasında sonuç vermediğini göstermektedir. UV spektrofotometrik verileri

(268, 278, 301, 315 nm ve E302:E315 oranlarında elde edilen değerler) tereyağının, peyniraltı suyu tereyağından ayırt edilmesini sağlamakta, ancak karıştırılmış içyağı ve domuz yağının saptanmasında sonuç vermemektedir (Peyniraltı suyu tereyağı için E310:E315=1.829-1.924, tereyağı için 1.106-1.442, tereyağı + % 10-20 içyağı için 1.230-1.267 ve tereyağı + % 10-20 domuz yağı için 1.211-1.260). 220 ve 420 nm UV spektrosu %10 domuz yağı varlığını gösterirken, içyağının varlığını göstermemektedir (Colombini et al., 1978).

Younes ve Soliman (1986) hileli tereyağlarını belirlemek üzere yaptıkları bir araştırmada tereyağı, hidrojene pamuk tohumu yağı ve sığır içyağını GLC ile analiz etmişlerdir. Tereyağı kısa zincirli yağ asitlerini (< 12 C) içermesi ile karakterize edilirken, önemli miktarlarda C14:0, C16:0 ve C18:0 yağ asitlerini içerdiği de saptanmıştır. Sığır içyağının ise başlıca C16:0, C18:0 ve C18:1 yağ asitlerini, daha düşük miktarlarda da C16:1 ve C18:3 yağ asitlerini içerdiği belirtilmektedir. % 2, 4 ve 6 oranlarında hidrojene pamuk tohumu yağı ve sığır içyağının tereyağına karıştırılmasının ise yağ asidi bileşimini ve iyot değerini değiştirdiği ileri sürülmektedir. Sonuç olarak hilenin saptanmasında C12:0/ C10:0, C14:0 / C12:0, C18:1 / C14:0, C18:0 / C18:2, C18:1 / C18:0 ve Trigliseritteki doymuş yağ asitleri / Trigliseritteki doymamış yağ asitleri (TS / TU) oranlarının kullanılabileceği belirtilmektedir.

Younes ve Soliman (1987) sterol kompozisyonuna dayanarak hileli tereyağının saptanması için piyasada bulunan saf tereyağı ve pamuk tohumu yağı örneğinin sterol kompozisyonunu belirtmişlerdir. Steroller TLC ile izole edilip, Gaz kromatografisi ile nicel analizi yapılmıştır. Tereyağı sterollerinin % 99.7'sini kolesterol oluştururken, sığır içyağında da kolesterol oranı yüksek bulunmuştur. Pamuk tohumu sterollerini (β -Sitosterol, γ Sitosterol ve Stigmasterol) başlıca β -sitosterol oluşturmaktadır. Çalışmada sığır içyağı ve pamuk tohumu yağı karıştırılarak analiz yapılmıştır. Tereyağı ve pamuk tohumu yağının rutin bir şekilde sterol kompozisyonlarına bakılarak birbirinden ayırt edildikleri anlaşılmıştır. Saf tereyağına % 2, 4 ve 6 oranında pamuk tohumu yağının karıştırılması örnekteki β -sitosterol düzeyini sırasıyla % 0, 1.60, 3.26 ve 4.54 oranlarında artırmıştır. Tereyağı ve sığır içyağının sterol kompozisyonundaki benzerlik, tereyağının sığır içyağından bu temele dayanarak ayırt edilmesini engellemektedir.

Soliman ve Younes (1986) hileli tereyağlarında trigliserid ve 2-monogliseridlerin yağ asidi bileşimlerini incelemek üzere saf tereyağına % 2, 4, ve 6 oranında sığır içyağı ve çiğit yağı karıştırmışlardır. Sonuçlar, tereyağının sığır içyağı ve çiğit yağının trigliserid ve 2-monogliseridlerinden daha fazla % C14:0 ve C16:0 yağ asitlerine sahip olduğunu göstermektedir. Sığır içyağının tereyağı ve çiğit yağının trigliserid ve 2-monogliseridlerinden daha fazla C18:0 ve C18:1 yağ asitlerine sahip olduğu belirtilmektedir. Çiğit yağının trigliserid ve 2-monogliseridlerinin ise tereyağı ve sığır içyağının trigliserid ve 2-monogliseridlerinden daha fazla C18:2 yağ asidine sahip olduğu saptanmıştır. Sığır içyağının tereyağına karıştırılması trigliserid ve 2-monogliseridlerin yağ asidi bileşimlerini değiştirmektedir (sığır içyağı yüzdesinin artmasıyla C18:0 ve C18:1 yağ asidi oranları artmaktadır). Çiğit yağının tereyağına % 2-6 oranında karıştırılmasının da yağ asidi bileşimini değiştirdiği belirtilmektedir (çiğit yağının artmasıyla C18:1 ve C18:2 miktarları artmaktadır).

Guyot (1978), GLC metodunu kullanarak süt yağında hayvansal vücut yağlarının saptanması için ticari Belçika tereyağının trigliserid bileşimini araştırmıştır. Analiz sonuçları C36>C38>C50>C42>C44 ve C59>C52 olduğunu göstermiştir. Çiftlik tereyağında yapılan analizler bazı örneklerde C50<C52 olduğunu ortaya koymuştur. Sığır içyağı ve domuz yağında en çok bulunan C52 trigliserid miktarının % 42-61 ve %54-65 arasında değiştiği görülmüştür. C52/C50 oranı sığır içyağında yaklaşık 2, domuz yağında ise 3-4 olarak bulunmuştur. % 5,10 ve 15 sığır içyağı katıldığı durumlarda Belçika tereyağının sırasıyla % 37, 66 ve 93'ünde C52 / C50 oranının 1'den büyük olduğu görülmektedir.

Saf manda ve inek tereyağına karıştırılmış domuz yağının saptanması için yapılan bir araştırmada domuz yağı, manda ve inek tereyağlarının genel yağ asidi bileşimleri incelenmiştir. Tereyağının genel yağ asidi bileşimi incelendiğinde dikkat çeken en önemli nokta tereyağının kısa zincirli yağ asitleri içeriğidir. Tereyağının domuz yağına göre çok daha yüksek oranda kısa zincirli yağ asitlerine sahip olduğu Çizelge 2.18.'de verilen değerlerden anlaşılmaktadır. Benzer bir durum tereyağının stearik asit içeriği için geçerlidir. Domuz yağının stearik asit içeriği % 11.23 olarak bulunurken manda ve inek tereyağlarının stearik asit içerikleri sırasıyla % 19.16 ve % 18.36 olarak bulunmuştur. Buna karşın domuz yağının oleik asit içeriği tereyağı örneklerinin oleik

asit içeriğine göre daha yüksek çıkmıştır. Araştırmacılar çalışmalarının ilerki aşamasında manda ve inek tereyağı örneklerine % 3-15 oranında domuz yağı karıştırarak domuz yağı oranı artışı ile palmitik asit zenginleştirme faktörü, doymamışlık oranı, C18:0/C18:2 ve (%) 2-monoglisiderlerdeki doymuş yağ asitleri / (%) 2-monoglisiderlerdeki doymamış yağ asitleri ve USU /SUS oranlarındaki olası değişiklikleri incelemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Çizelge 2.18. ve Çizelge 2.19.'da verilmektedir.

Çizelge 2.18. Domuz yağı, manda tereyağı ve inek tereyağının yağ asidi bileşimleri(Youssef and Rashwan, 1987)

Yağ çeşidi	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C14:1	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Domuz	0.16	0.03	0.68	1.62	0.13	25.61	3.99	11.23	40.16	10.67	2.36
Manda tereyağı	2.03	1.56	1.94	8.24	2.52	24.30	3.19	19.16	16.15	2.58	0.00
İnek tereyağı	3.04	2.29	1.92	6.63	2.10	21.18	6.71	18.36	12.82	2.90	0.00

Çizelge 2.19. Domuz yağı, manda tereyağı ve inek tereyağının saflığının belirlenmesinde kullanılabilecek bazı faktörler(Youssef and Rashwan, 1987)

Yağ çeşidi	2-MG pal. (%)	TG-Pal (%)	Faktör 1	2-MG- DOY.	2-MG- DOYM.	Faktör 2	TG- DOYM.	USU/ SUS
Domuz	58.63	25.07	2.34	71.55	21.75	3.29	56.47	23.31
Manda tereyağı	28.46	23.77	1.20	51.85	20.16	2.57	24.14	0.28
İnek tereyağı	25.34	23.24	1.09	59.69	24.31	2.46	18.90	1.62

DOY. : doymuş yağ asitleri

DOYM. : doymamış yağ asitleri

Faktör 1 : 2-MG-Pal. (%) / TG-Pal. (%)

Faktör 2 : 2-MG-DOY. / 2-MG-DOYM.

Çalışmanın sonuçları bütün bu oranların domuz yağı oranı artışı ile doğrusal bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Özellikle USU/SUS değerinin domuz yağında oldukça yüksek çıkması, tereyağına karıştırılan domuz yağının saptanmasında bu oranın diğer oranlara göre daha etkili olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Diğer oranlarla tahmin yürütülürken, USU/SUS oranı ile kesin karar verilebileceği ileri sürülmektedir (Youssef and Rashwan, 1987).

Movia ve Remoli (1977) tereyağının saflığının belirlenmesi için enzimatik hidrolizin uygulanmasını araştırmışlardır. Çalışmada tereyağına karıştırılan diğer hayvansal yağların saptanmasında 2-monogliseritteki yağ asidi bileşiminin belirlenmesinin etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Araştırma kapsamına alınan 7 saf tereyağı, 25 ticari ve % 5-30 arasında domuz yağı karıştırılmış 7 tereyağı örneğine pankreatik lipaz enzimi uygulanarak % yağ içerisinde 2-monogliseritteki miristik, palmitik, stearik ve oleik asit yüzdeleri saptanmıştır. Çalışma sonuçları Çizelge 2.20’de verilmektedir.

Çizelge 2.20. Çeşitli tereyağların 2-monogliseridlerdeki yağ asitleri yüzdesinin genel yağ asidi bileşimindeki yağ asitlerine oranları

	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1
Saf tereyağı	1.61-1.75	1.16-1.23	0.44-0.51	0.62-0.76
Ticari tereyağı	1.59-1.77	1.14-1.24	0.42-0.54	0.64-0.79
%5-30 Domuz yağı karıştırılmış tereyağı	1.61-1.68	1.26-1.53	0.39-0.41	0.56-0.66

Çizelge 2.20’deki değerler saf tereyağı ile ticari tereyağı arasında az da olsa bir farklılığın olduğunu göstermekte, domuz yağı katılması söz konusu olduğu durumlarda ise bu oranların daha büyük bir değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu da pankreatik lipaz hidrolizin tereyağının saflığının belirlenmesinde bir kriter olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Parodi (1971) ise saf ve hileli tereyağlarının birbirinden ayırt edilmesi için yağ asidi bileşimini belirlemeye dayalı bir araştırma yapmıştır. Çalışma kapsamına alınan saf ve ticari tereyağı, süt yağı ve sığır donyağı ile değişik oranlarda karışımları hazırlanan 112 tereyağı örneği üzerinde yapılan incelemelerde hilenin saptanması için en uygun oranın C16:0/C14:0 olduğu ileri sürülmüştür.

Freeman (1968) İnfrared spektroskopisinin lipid analizlerinde uygulanmasını araştırmıştır. Çalışmada çeşitli yağ asitleri ve bunların sodyum, klor ve amidle oluşturdukları bileşenlerin spektrumları incelenmiştir. Bunlara ek olarak farklı trigliserid formları, çeşitli izolen, trans ve kojuge çift bağ yapılarının spektrumları verilmiştir. Lesitin ve kolesterol gibi lipid bileşenlerinin nitel ve nicel analizi de çalışmanın kapsamına alınarak infrared spektroskopisinin geniş kullanım alanı hakkında bilgi sunulmuştur.

Van de Voort ve ark.(1992) katı ve sıvı yağların iyot değeri ve sabunlaşma sayısının belirlenmesi için Attenuated Total Reflectance/ Fourier Transform Infrared Spektroskopisini kullanarak basit, hızlı ve güvenilir bir yöntem geliştirmişlerdir. Kalibrasyon standartları için ticari trigliseridler kullanılmıştır. Bu yöntemle elde edilen sonuçların American Oil Chemists Society tarafından belirlenen yöntemlerle elde edilen sonuçlarla uyum içinde oldukları görülmüştür. Bu yöntemin uygulanması ile 2-3 dk. içerisinde bir yağ örneğinin iyot değeri ve sabunlaşma sayısının belirlenebileceği ileri sürülmüştür.

Belton ve ark. (1988) özellikle hidrojenasyon sırasında cis- formundaki yağların izomerizasyonu ile oluşan ve son yıllarda kalp damar rahatsızlıklarının oluşumunda etkili olabilecekleri ileri sürülen trans yağ asitlerinin nicel ve nitel analizi için Fourier Transform Infrared Spektroskopisi ve Attenuated Total Reflectance'in birlikte kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Kayahan ve ark. (1996) tarafından hidrojenasyonun ayçiçeği yağının bazı kimyasal özellikleri üzerinde etkisi araştırılmıştır. Çalışmada hidrojenasyon sırasında yağda oluşan trans yağ asitleri içeriği, AOAC (1984)'de belirtilen, FTIR cihazına dayalı yöntemin bir modifikasyonu uygulanarak saptanmıştır. Çalışma sonuçları süreye bağlı olarak trans yağ asitleri içeriğinde önemli artışlar meydana geldiğini göstermektedir.

Arnold ve Hartung (1971) katı ve sıvı yağların doymamışlık derecesini saptamak üzere infrared spektroskopi cihazını kullanmışlardır. Çalışmada 3.3μ (olefinik C-H gerilim bandı) 'deki absorbansın diğer karakteristik trigliserid absorbans bandlarına oranından yararlanılmışlardır. Bu oranlarla doymamışlık arasındaki ilişki iyot değerlerinin belirlenmesi ile saptanmıştır. 25 yağ örneğinin analiz sonuçları 3.3μ 'deki absorbansın 3.5μ 'deki (alifatik C-H gerilim bandına) absorbansa oranının, iyot değeri ile doğrusal ilişkide olup, 0.98'lik bir korelasyon katsayısına sahip olduklarını göstermektedir. İstatistiksel analiz sonucu elde edilen regresyon denkleminin kullanılması ile 19 yağ örneği üzerinde yapılan çalışmada elde edilen IR değerleri ile Wijs yöntemi ile ölçülen değerler arasında 0.97'lik iyot değeri birimi farkı veya % 1.12'lik bir ortalama sapma olduğu anlaşılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak A.B.D.' den getirilmiş olan ve antioksidan olarak BHA, propil gallat ve sitrik asit içeren Hormal marka domuz yağı ile hidrojene domuz yağı karışımı, Ankara'da et ürünleri üreten bir özel firmanın kesimhanesinden sağlanan taze sığır gömlek ve böbrek üstü yağları ve koyun kuyruk yağı, İstanbul'dan sağlanan saf işlem görmemiş sırt bölgesine ait domuz yağı ve Atatürk Orman Çiftliğinden alınan tereyağı kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Araştırma Planı

Bu çalışmada materyal olarak alınan sığır içyağı, koyun kuyruk yağı, tereyağı ve domuz yağı ile sığır içyağı, koyun kuyruk yağı ve tereyağına % 10, 20, 40, 60, 80, 90 oranlarında domuz yağı katılarak hazırlanan karışımlarda Bömer (Javidipour ve Ergin, 1994), Gaz-kromatografisi (Christie, 1973; Litchfield, 1972) ve FTIR cihazına dayalı (Arnold and Hartung, 1971; Kayahan ve ark. 1996) yöntemler uygulanmıştır.

3.2.2. Örneklerin Hazırlanması

Materyal olarak sağlanan sığır içyağı, koyun kuyruk yağı ve işlem görmemiş saf domuz yağı bağ dokuları çıkarıldıktan ve kıyma makinesinden geçirildikten sonra 500 ml lik beherlere konulup, azot gazı ortamında 70-80°C'lik etüvde eritilmiş ve aynı etüvde bulunan 250 ml'lik erlene süzgeç kağıdından geçirilerek süzölmüştür. Tereyağı ve domuz yağı ile hidrojene domuz yağı karışımı ise 45-50°C'lik etüvde eritilip, süzgeç kağıdından geçirilerek analiz için hazırlanmıştır. Bu şekilde eritilip, filtre edilerek yabancı unsurlarından arındırılmış yağlardan 10 ml'lik pipetlerle istenilen oranlardaki karışımlar hazırlanmıştır.

3.2.3. Bömer Yöntemi

Bu araştırmada AOAC yöntemleri (Anonymous, 1990a) arasında yer alan ve ayrıca Uluslararası Standardlar (Anonymous, 1976) kapsamında da bulunan Bömer Yönteminin bir modifikasyonu (Javidipour ve Ergin, 1994) kullanılmıştır. Bu yöntem esas olarak hayvansal yağların doymuş trigliseridlerinin erime noktası ile bu trigliseridleri oluşturan yağ asitlerinin erime noktası arasındaki farkın saptanmasına dayanmaktadır. Bu çalışmada sığır içyağı, koyun kuyruk yağı, tereyağı ve bunların domuz yağı ile hazırlanan karışımlarına Bömer Yöntemi uygulanarak erime noktası farkı değerinin saptanmasına çalışılmıştır.

3.2.3.1. Trigliserid ve Doymuş Yağ Asitlerinin Elde Edilmesi

Bömer Yöntemi iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Sığır içyağı, koyun kuyruk yağı, tereyağı ve bunların domuz yağı ile karışımlarının ilk önce doymuş trigliseridleri ve daha sonra bu trigliseridleri oluşturan yağ asitleri kristal şeklinde elde edilir.

Doymuş trigliseridlerin elde edilmesi için özel yaptırılmış 300 mm uzunluğunda ve 30 mm iç çapındaki deney tüpüne 3.2.2.'de belirtildiği gibi hazırlanmış 5 g örnek konulur, üzerine 20 ml aseton (30-35°C) eklenir. İyi karıştırıldıktan sonra çözelti berrak bir görünüm alana kadar sıcaklığın 30°C nin altına düşmemesine dikkat edilir. Çözelti daha sonra 30°C sıcaklıktaki etüvde 16-18 saat kendi haline bırakılır. Bu süre sonunda tüpün dibine ince kristal kütlesi çöker. Aseton dikkatlice boşaltılır ve kristal üzerine her defasında 6 ml olmak üzere üç kez aseton (30-35°C) eklenir. Çökeltiye zarar vermeden asetonun 2/3'ü boşaltılır. Tüp içindeki aseton ve çökelti kuvvetlice karıştırılır ve kristaller hızlı bir biçimde nüçe erleni üstüne yerleştirilmiş bühner hunisinin içindeki süzgeç kağıdına boşaltılır. Kristaller 5 kez aseton (30-35°C) ile yıkanır ve fazla aseton vakum ile ortamdan uzaklaştırılır. Filtre kağıdı üzerinde büyük kristaller varsa bunlar kırılarak oda sıcaklığında kurumaları sağlanır. Bu şekilde izole edilen doymuş trigliseridlerin bir kısmı erime noktası tayini için ayrılırken, geri kalan kısım bunların yapısında bulunan doymuş yağ asitlerinin ayırımı için kullanılır. Yağ asitlerinin eldesi için önceki aşamada kurutulan trigliseridlerden 0.2 g tartılır ve 250 ml'lik rodajlı balona konulur. Üzerine 25 ml 0.5 N KOH eklenip, bir kaç tane kaynama

taşı konduktan sonra geri soğutucu düzeninde sabunlaşma tam gerçekleşinceye kadar (30 dk) ısıtılır. Bu işlemten sonra çözelti 200 ml saf su, 3-5 ml % 25'lik HCl ve 75 ml eter içeren 500 ml'lik ayırma hunisine konulup, iyice çalkalandıktan sonra kendi haline bırakılır. Çözelti berrak bir görünüm kazanınca alttaki asit tabakası boşaltılır ve eter çözeltisi en az üç kez saf su ile yıkanır ve yıkama suyu boşaltılır. Geri kalan çözelti 50 ml' lik temiz, kuru ve ağzı geniş bir cam kaba konulur. Çözeltideki eter buhar banyosunda uçurulur ve yağ asitleri 100°C de kurutulur. Yağ asitleri iki saat oda sıcaklığında kendi haline bırakıldıktan sonra erime noktası tayini için kullanılır.

3.2.3.2. Triglicerid ve Doymuş Yağ Asitlerinin Erime Noktası Saptanması

Kristallerin erime noktaları 1 mm çapında ve 150 mm boyundaki kılcal borularda Erime Noktası Tayini Düzenegi'nden yararlanarak saptanır. Bu düzenek alttan bek alevi ile ısıtılan 1-2 litrelik bir beher, bu beher içine daldırılmış yaklaşık 30 mm çapında ve 300 mm boyundaki deney tüpü ve tüp içerisindeki sıcaklığı ölçmeye yarayan 0.1°C taksimatlı özel Anschütz termometresi ile beher içerisindeki suyun sıcaklığını ölçmeye yarayan 100°C'lik normal bir termometreden oluşur. Gerek büyük beher gerekse deney tüpü su ile doldurulmuştur. Toz halindeki kristallerin, bir ucu kapalı kılcal boruya alınması zorluk gösterdiğinden, kristaller eritilir ve bu haliyle kılcal boruya 2 cm kadar alınır ve buzdolabının buzluğunda 2 saat süreyle dondurulur. Kılcal boru, deney tüpü içerisine daldırılan Anschütz termometresinin alt kısmına tutturulur. Kılcal borunun açık ucu bek alevinde eritilerek kapatılmıştır. Kılcal boruya çekilmiş örneğin erime noktası tayini için beherdeki su 55°C' ye kadar hızlı bir şekilde ısıtılır ve tüpdeki termometre 50°C'ye yükselene kadar beherin suyu 55°C de sabit tutulur. Tüpdeki termometre 53°C' yi gösterince bek alevi iyice kısılır ve kılcal boru içerisindeki madde tam anlamıyla berrak ve ışığı geçirgen bir yapı kazandığı zaman hassas termometreden erime noktası okunur. Bu şekilde farklı karışım oranlarından elde edilen triglicerid ve yağ asitleri kristallerinin erime noktaları saptanır. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek her bir karışımın farklı oranlarının triglicerid ve yağ asitlerinin erime noktası farkı, karışım oranlarına karşı grafiğe geçirilir. Bu şekilde her bir karışım için bir eğri hazırlanır.

3.2.4. Gaz-Kromatografisi Yöntemi

Çalışma kapsamına alınan sığır içyağı, koyun kuyruk yağı, tereyağı ve bu yağların domuz yağı ile hazırlanmış karışımlarının yağ asidi bileşimlerini ve bu örneklerdeki doymuş trigliseridlerin 2-yerleşime bağlanan yağ asitlerinin nitel ve nicel analizini gerçekleştirmek için Gaz- kromatografisi Yöntemi uygulanmıştır.

3.2.4.1. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması

Gliseritlerdeki genel (Anonymous, 1990b; Christie, 1973) ve 2-yerleşimli yağ asitlerinin analizinde Litchfield (1972)'de belirtilen yöntemlerin modifikasyonu kullanılmış ve örnekler Borontrifluoride-metanol karışımıyla esterleştirildikten sonra, Çizelge 3.1.'de çalışma koşulları verilen gaz kromatografisine enjekte edilmiş ve sonuçlar % metil esteri dağılımı halinde integratör aracılığıyla saptanmıştır. Uygulanan yöntem şöyledir:

Küçük bir şifli balona 0.15-0.2 g yağ örneği tartılır. Üzerine 5 ml 0.5 N metanollu KOH çözeltisi eklenir. Kaynama taşı atılarak geri soğutucuya bağlanır ve kaynayan su banyosu üzerinde 10 dakika kadar tutularak sabunlaşma sağlanır. Soğutucunun üzerinden 5 ml Borontrifluoride-metanol reaktifi aktarılır. 2 dakika daha kaynatılır ve yine soğutucu üzerinden 5 ml heptan akıtılarak 1 dakika daha kaynatılır, su banyosundan alınarak soğutulur ve 25 ml'lik bir ölçülü balona aktarılır. Esterleşmenin yapıldığı balon doymuş NaCl çözeltisi ile çalkalanarak balon içeriği 25 ml'lik balonun boynuna gelene kadar ilave edilir. Balon kapatılarak birkaç defa ters çevirme sureti ile çalkalanır. Fazların iyice ayrışması beklenir. Üstteki heptan fazından 1 ml kadar mikropipetle çekilerek küçük bir kapaklı cam şişeye aktarılır. Kalmış olabilecek suyu tutmak için birkaç kristal susuz sodyum sülfat ilave edilir. Şişenin üzerinden azot gazı verilerek havası boşaltılır, ağzı kapatılarak Gaz-kromatografisi cihazına verilmeye kadar buzdolabında saklanır.

3.2.4.2. Kromatografide Tanımlama ve Oransal Nicelik Saptanması

Yağların uçucu metil esterlerine dönüştürülen yağ asitlerinin gaz- kromatografisi cihazı ile birbirinden ayrıştırılması, kolondan çıkma süreleri göz önüne alınarak ve gerektiğinde standart yağ asidi metil esterleri kullanılarak teşhisi ve her yağ asidi metil esterinin pik alanının toplam pik alanlarının toplamına oranından, o yağ asidinin tüm yağ içindeki niceliğinin saptanmasına dayanır.

Yağ asidi bileşimi belirlenecek olan yağ örneği 3.2.4.1.'de belirtilen yöntemle metil esterlerine dönüştürüldükten sonra Çizelge 3.1'de verilen koşullarda Gaz-kromatografisi cihazına uygulanır. Yapılan işlem şöyledir:

Cihazdan önce taşıyıcı gaz geçirilir. Çalışma sıcaklıkları ayarlanır. Örneklerin, hazırlanan metil esterlerinden, bir şırınga ile 5 mikrolitre kadar alınarak enjeksiyon kolonuna enjekte edilir. İğne geri çekildiğinde, kaydedici, kağıt üzerinde solventten gelen ilk piki verir ve bu nokta referans olarak işaretlenir. Tüm piklerin çıkışı sona erdiğinde, kalem başlama hattına döner. Düşük karbon sayılı ve doymuş yağ asidi metil esterlerin kolondan daha önce çıktıkları bilindiğinden, esterler, piklerin grafik üzerindeki relatif yerlerine göre ve gerektiğinde internal ve/veya eksternal standartlar kullanılarak tanımlanabilirler. Oransal niceliklerin hesaplanmasında ise, cihaza bağlanmış ve senkronize çalışan entegratör kullanılmaktadır.

Çizelge 3. 1. Kullanılan gaz-kromatografisi aleti ve çalışma koşulları

Alet	Varian 3700 model gaz kromatografisi
Dedektör	FID
Kolon	2 m uzunluğunda, 1/8 inç çapında, Chromosorb W/AW 80-100 mesh üzerine %15 DEGS kaplanmış, çelik kolon
İntegratör	Shimadzu, C-R6A
Taşıyıcı gaz	N ₂ , 40 ml/dk.
Sıcaklıklar	
Enjektör	220°C
Kolon	200 °C
Dedektör	220 °C
Kağıt hızı	7mm/dk.
Range	10 ⁻¹⁰ Amps/mV

3.2.5. Yağların 2-Yerleşimli Yağ Asitlerinin Nitel ve Nicel Analizi

Araştırma kapsamına alınan saf hayvansal yağlar ve bunların domuz yağı ile karışımlarının yağ asidi bileşimlerinin belirlenmesinden sonra örneklerin 2-yerleşimli yağ asitlerinin nitel ve nicel analizi yapılmıştır (Anonymous, 1990b). Domuz yağını diğer hayvansal yağlardan belirgin şekilde ayıran özelliklerinden biri domuz yağındaki palmitik asidin büyük bir bölümünün 2- yerleşime bağlanmasıdır. Yağların 2-yerleşimli yağ asitlerinin nitel ve nicel analizi aşağıda belirtildiği gibi gerçekleştirilir.

3.2.5.1. Pankreatik Lipaz ile Hidrolize Ederek Monoglisidlerin Eldesi

5 cm çapında ve 15 cm uzunluğundaki deney tüpüne 0.3 g örnek tartılır, üzerine 0.225 gr pankreatik lipaz enzimi konur. Tris (pH:8)' den 6 ml ekledikten sonra tüpün içeriği hafifçe çalkalanır. NaCl-cholate ve CaCl_2 (%22'lik)'den sırasıyla 1.5 ve 0.6 ml koyduktan sonra karıştırma yapılır ve tüp 40°C'lik su banyosunda 1 dk. bekletilir. Isıtma işleminden sonra vortex karıştırıcıda 2 dk. karıştırma yapılır ve tüp çeşme suyu altında soğutulur. Daha sonra tüp içeriğine 3 ml 6N HCl ve 2 ml dietileter konulur ve şiddetli çalkalamadan sonra santrifuj işlemi uygulanır. Üstteki eterli faz alınır ve eter kısmı azot gazı ile uçurulur.

3.2.5.2. Monoglisidlerin İnce Tabakaya Aktarılması

Bölüm 3.2.5.1.'de anlatılan şekilde elde edilen yağ asidi , mono ve diglisidler karışımı monoglisidlerin ayırımı için ince tabakaya uygulanır. Karışıma 0.1 ml kloroform ilavesi yapıldıktan sonra 100 mikrolitrelik şırınga ile örnekler daha önce çekilmiş ve develop edilmiş ince tabakalara bir şerit halinde uygulanır. İnce tabakaların hazırlanması için 5 adet plaka iyice yıkanır, kurutulur, 78 ml su ile karıştırılmış 35.5 g silikajel yayıcıya yerleştirilmiş plakalara yayılır. Çekilmiş plakalar 15 dk. açık havada kurutulduktan sonra 103°C'ye ayarlı etüvde 2 saat süreyle aktive edilir ve daha sonra desikatöre konulur.

3.2.5.3. Plakaların Developesi

Örneğin uygulandığı plakalar 60 ml hekzan, 40 ml dietileter ve 1.5 ml formik asit içeren tanka yerleştirilerek develope edilir. Yürütme işlemi bittikten sonra plakalar oda sıcaklığında kurutulur ve plakalar üzerine alkolde hazırlanmış % 0.07'lik 2,7, dichlorofluorescein püskürtülür. UV ışığı altında RF değeri 0.035 olan (yaklaşık 0.6 cm) 2-monoglisericid bandı saptanır. 2- monoglisericid bandı kazınarak bir erlene konulur ve birkaç defa eterle yıkanarak esterleşme balonlarına toplanır.

3.2.5.4. 2-Yerleşimli Monoglisericidlerin Yağ Asidi Bileşiminin Saptanması

2-yerleşimli monoglisericid örneğinin eter fazı uçurulduktan sonra, Bölüm 3.2.4.1.'de belirtilen yöntemle esterleştirilir ve Çizelge 3.1.'de çalışma koşulları verilen gaz-kromatografisi cihazına uygulanır. Elde edilen pikler 2-monoglisericide bağlanan yağ asitlerinin çeşidi ve miktarları hakkında bilgi verir.

3.2.6. Fourier Transform İnfrared Spektroskopisi Yöntemi

İnfrared cihazı bu yüzyılın ortalarından itibaren lipidlerin nitel ve nicel analizinde kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmalara öncülük edenlerin başında gelen O'Oconner (1956) Cis-, Trans-izomerler, gliseridler, otoksidasyon ve acılaşıma sonucu oluşan bileşenler ve kuruyan yağlar gibi lipid bileşenlerin yapılarını infrared spektroskopisi ile araştırmıştır. Basit yağ asitleri, alkol esterleri, gliseridlerin polimorfik yapıları, kolesterol esterleri, sabunlar, fosfolipidler ve lipoproteinler Chapman (1964) tarafından bu yöntemle incelenmiştir. Arnold ve Hartung (1971) bitkisel ve hayvansal yağların doymamışlık düzeylerini IR ile saptamaya çalışırken, Keeney (1961) doymuş yağ asitlerinin ortalama zincir uzunluklarının IR ile saptanabileceğini ileri sürmüştür. Youssef ve ark. (1988) çeşitli et ürünlerinin IR spektrumlarını inceleyerek domuz yağı varlığının saptanmasına yönelik bir çalışma yapmışlardır.

İnfrared spektroskopisinin temel prensibi, çeşitli bağlar ve fonksiyonel grupların infrared ışığına maruz kaldıklarında gösterdikleri titreşim ve gerilimin farklı olması ve bu titreşim ve gerilim davranışlarının belli dalga boylarında, karakteristik pikler

şeklinde ortaya çıkmasına dayanır. Bu yöntemin uygulanışı oldukça basit olup, birkaç dakika içerisinde sonuç verir. Yöntem aşağıdaki şekilde uygulanmaktadır.

Analizi gerçekleştirilecek yağ örneğinin CCL_4 içerisindeki %10'luk çözeltisi hazırlanır. Daha önce hazırlanan 1cm çapında ve 1mm kalınlığındaki KBr plakası üzerine 10 μl yağ örneği konulur ve plaka ayarlanmış FTIR cihazının haznesine yerleştirilir. Örneğin IR ışığına maruz kalması sağlandıktan sonra spektrumu kaydediciden alınır. Spektrumun farklı dalga boylarındaki karakteristik piklerin nitel ve nicel analizi gerçekleştirilerek domuz yağı oranı artışı ile bu karakteristik piklerdeki olası değişiklikler incelenir. Piklerin tanımlanmasında Çizelge 3.2.'de verilen bazı titreşim türlerinin infrared bölgesinde gözlenebilme aralıklarından yararlanılmaktadır. Ek-2'de ise bazı fonksiyonel gruplar ve bağların FTIR özellikleri verilmektedir.

Çizelge 3.2. Bazı titreşim türlerinin infrared bölgesinde gözlenebilme aralıkları (Yıldız ve Genç, 1993)

Titreşim Türü	Dalga sayısı aralığı, cm^{-1}
C-H gerilme	2700-3300
C-H eğilme	1300-1500
O-H gerilme	3000-3700
O-H gerilme (üst ton)	6700-7100 (yakın IR)
N-H gerilme	3000-3700
N-H gerilme (üst ton)	6300-7100 (yakın IR)
N-H eğilme	700-900
C-O gerilme	900-1300
C-N gerilme	900-1300
C=C gerilme	1600-1700
C=O gerilme	1600-1900
C=N gerilme	1600-1700
C≡C gerilme	2100-2400
C≡N gerilme	2100-2400
C-F gerilme	1000-1350
C-Cl gerilme	710-770
C-Br gerilme	500-670 (uzak IR)
C-I gerilme	480-600 (uzak IR)

3.2.7. Sonuçların Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Sığır içyağı, koyun kuyruk yağı ve tereyağına karıştırılan domuz yağının saptanması için uygulanan yöntemlerden elde edilen sonuçların değerlendirilmesinden önce korelasyon katsayıları hesaplanıp, önem kontrolü gerçekleştirilmiştir. Korelasyon katsayılarının istatistiksel açıdan önemli bulunması sonucu, çeşitli hayvansal yağlarda domuz yağının saptanması için kullanılabilecek oranların domuz yağı oranı ile nasıl bir değişim gösterdiğini anlamak üzere farklı örnekler için doğrusal regresyon denklemleri çıkarılarak sonuçlar yorumlanmıştır (Kutsal ve Muluk, 1978).



4. SONUÇLAR

4.1. Bömer Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçlar

Daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda elde edilen sonuçlar Bömer Yönteminin özellikle sığır içyağı ve domuz yağına uygulanabileceğini göstermektedir. Javidipour ve Ergin (1994) yaptıkları bir araştırmaya dayanarak sığırın böbrek üstü ve gömlek yağları ile domuz yağı + hidrojene domuz yağı karışımlarına uygulanan Bömer Yönteminden olumlu sonuçlar elde edildiğini belirtmektedirler. Bu çalışmada da sığır içyağı ve domuz yağı karışımlarına uygulanan Bömer Yönteminden olumlu sonuçlar alınmış, ancak koyun kuyruk yağı ve tereyağından olumlu sonuç alınamamıştır. Koyun kuyruk yağı ve tereyağının bu yönteme yanıt vermemeleri, bu yağların yağ asidi bileşimlerine ve içerdikleri trigliserid yapılarına bağlanabilir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre, bir yağ örneğinin Bömer Yöntemine yanıt verebilmesi için en az % 14'lük bir stearik asit içeriğine sahip olması gerekmektedir. Buna ek olarak incelenen yağ örneğinin % 5'in üzerinde tamamen doymuş yağ asidi içeren trigliseridler içermesi, palmitik asit başta olmak üzere bu doymuş yağ asitlerinin önemli bir yüzdesinin 2-yerleşime bağlanmış olması da gerekmektedir. Aksi halde Bömer Yönteminin ilk aşaması olan doymuş yağ asitleri içeren trigliseridlerin kristal halinde elde edilmesi mümkün olmamaktadır. Kaufmann (1958) domuz ve sığır yağı üzerinde gerçekleştirdiği bir çalışmada Erime Noktası Farkı'nın oluşabilmesi için α -palmitodistearin, β -palmitodistearin ve dipalmitostearin trigliseridlerin önemine değinmiştir. Çizelge 4.1.'deki değerler bu trigliseridlerin Bömer Yöntemindeki rolünü göstermektedir.

Çizelge 4.1. Domuz ve sığır yağındaki doymuş yağ asitleri içeren trigliseridlerin ve doymuş yağ asitlerinin erime noktaları (°C), (Kaufmann, 1958)

Trigliserid	Gliseridlerin erime noktası	Gliseridlerden elde edilen yağ asitlerinin erime noktası	Erime Noktası Farkı
Domuz Yağı			
β - Palmitodistearin	68.5	63.3	5.2
Dipalmitostearin	58.2	55.2	3.0
Sığır Yağı			
Tristearin	73.0	70.5	2.5
α - Palmitodistearin	63.3	63.2	0.1
Dipalmitostearin	57.5	55.7	1.8

Yapılan analizler domuzun çeşitli bölgelerinden elde edilen yağların tümünün Bömer Yöntemine olumlu yanıt vermediğini de ortaya koymaktadır. Örneğin domuzun sırt bölgesine ait yağlarda Erime Noktası Farkı saptanamamıştır. Bu da daha önce belirtildiği gibi bu bölgeden elde edilen yağların yağ asidi bileşimine bağlanmaktadır. Çizelge 4.2'deki veriler domuz vücudunun değişik bölgelerindeki yağların yağ asidi bileşiminin ne ölçüde farklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.2. Domuz ve sığırın vücutlarının farklı bölgelerine ait yağların yağ asidi bileşimleri (%) (Hilditch and Williams, 1964).

	Miristik asit	Palmitik asit	Stearik asit	Toplam yüzde (mol)	Tamamen doymuşlar yüzdesi (mol)
Domuz sırt dış yağı	4.6	21.7	7.6	33.9	2.2
Domuz sırt iç yağı	2.8	27.3	14.4	44.5	4.2
Domuz böbrek üstü yağı	4.7	29.4	16.9	51.0	11.4
Sığır böbrek üstü yağı	3.5	31.0	20.4	54.9	18.4

Görüldüğü gibi domuzun sırt bölgesine ait yağlarda palmitik asit ve tamamen doymuş yağ asitlerini içeren trigliseridlerin yüzdesi oldukça düşüktür. Domuzun sırt içyağı ise stearik asit içeriği açısından gereken düzeye ulaşmakta ancak tamamen doymuş yağ asitleri içeren trigliseridler içeriği açısından yeterli değildir. Bunlara karşılık domuz ve sığırın böbrek üstü yağları hem stearik asit hem de tamamen doymuş yağ asitleri içeren trigliseridler içeriği açısından gerekli derişime sahiptirler (Hilditch and Williams, 1964).

Bir başka çalışmada elde edilen sonuçlar da Bömer Yönteminden sonuç alınabilmesi için doymuş yağ asitlerinin trigliserid içerisinde dağılımının ve özellikle palmitodistearin trigliserid oranının önemine değinmektedir (Hilditch and Williams, 1964), (Çizelge 4.3.).

Bömer Yönteminden sonuç alınabilmesi için büyük önem taşıyan tamamen doymuş trigliserid ve palmitodistearin trigliserid oranlarının hayvanın türü ve vücut bölgesine oldukça bağlı olduğu bu çalışmanın sonuçlarından da anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.3. Bazı hayvansal depo yağlarındaki trigliserid çeşitleri (%) (Hilditch and Williams, 1964)

	Yağ asidi bileşimi		Gliserid bileşimi				
	Doy. ⁴	Doym. ⁵	Üç-doy.	İki-doy.	Tek-doy.	Üç-doym.	Palmito- distearin
¹ D. sırt	44.1	55.9	5	36	52	7	2
D.perinefrik	50.5	49.5	9	46	40	5	6
² K. sırt (İngiliz)	50.2	49.8	6	45	47	2	2
K. perinefrik (İngiliz)	57.2	42.8	14	50	32	4	13
³ S. (İngiliz)	58.7	41.3	17	49	34	0	10
K. (Hint)	60.6	39.4	28	28	41	3	17
S. (Hint)	67.5	32.5	28	54	15	3	18

¹D: Domuz

⁴ Doy. : Doymuş

²K: Koyun

⁵ Doym. : Doymamış

³S: Sığır

Yağ örneklerinin Bömer Yöntemine yanıt verebilmesi için taşınması gereken özellikler açısından durumları Çizelge 4.4.'de verilmektedir.

Çizelge 4.4. Yağların Bömer Yöntemine yanıt verebilmeleri için taşınmaları gereken özellikler açısından durumları

%	Standard Örnek	Sığır içyağı	Koyun kuyruk yağı	Tereyağı	Koyun içyağı	Domuz yağı
Stearik asit	>14	32.45	11.57	9.95	29.3	17.69
2-MG-St.	-	18.1	3.00	4.38	5.3	1.98
2-MG-Pal.	>15	20.01	9.80	46.72	28.1	77.10
S3	>5	15.88	3.65	11.13	26.6	5.71
Palmitik asit	>20	25.12	22.59	34.99	26.2	26.25

Çizelge 4.1., Çizelge 4.2., Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4.'deki değerlerin dikkate alınması, tamamen doymuş yağ asitleri içeren trigliseridler, başka bir deyimle α -palmitodistearin, β -palmitodistearin ve dipalmitostearin trigliseridleri ve palmitik ve stearik asit oranlarının Bömer Yöntemindeki önemini ortaya koymaktadır. Bir yağ örneğinin Bömer Yöntemine yanıt verebilmesi için Çizelge 4.4.'de belirtilen kriterlerin tümünü aynı zamanda taşınması gerekmektedir. Bu verilerin incelenmesi ile tereyağı, domuzun sırt ve koyunun kuyruk yağının bu kriterlerin tümünü aynı zamanda taşımadığı anlaşılmaktadır (Hilditch and Williams, 1964).

Çalışmamızda sığır içyağı ile domuz yağı karışımlarına uygulanan Bömer Yönteminden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5.'de verilmektedir.

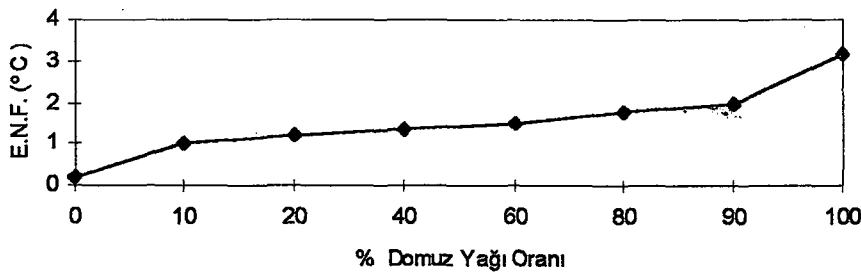
Çizelge 4.5. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarındaki doymuş trigliseridler ve yağ asitlerinin erime noktası farkı değerleri (°C)*

Domuz yağı oranı	Trigliseridlerin erime noktası	Yağ asitlerinin erime noktası	Erime Noktası Farkı
0	54.60	54.39	0.21
10	55.10	54.09	1.01
20	55.57	54.36	1.21
40	56.07	54.73	1.34
60	59.02	57.52	1.50
80	62.07	60.27	1.80
90	63.07	61.07	2.00
100	63.87	60.67	3.20

*Veriler üç ölçümün ortalamasıdır

Çizelgeden görüldüğü gibi domuz yağı oranındaki artış Erime Noktası Farkı Değerleri'nin yükselmesine neden olmuştur. Yapılan istatistiksel analizler iki değişken arasındaki korelasyon katsayısının $P < 0.05$ düzeyinde önemli olduğunu göstermektedir ($R^2=0.81$). Böbrek yağı + gömlek yağı karışımındaki domuz yağı oranı ile Erime Noktası Farkı Değerleri arasında doğrusal bir bağıntı olduğu ve bu bağıntının $y = 0.0204 X + 0.5122$ doğrusal regresyon denklemi ile tahmin edilebileceği saptanmıştır.

Sığır içyağındaki domuz yağı oranı artışı ile Erime Noktası Farkı Değerleri arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılması için bu iki değişken arasındaki ilişki grafiksel olarak Şekil 4.1.'de verilmektedir. Görüldüğü gibi domuz yağı oranı artışı ile E.N.F.değerlerinde artış meydana gelmektedir.



Şekil 4.1. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının erime noktası farkı değerleri (°C)

Yapılan literatür taramaları koyun içyağının gerek yağ asidi bileşimi gerekse yağ asitlerinin trigliserid içerisindeki dağılımına bağlı olarak Bömer Yöntemine yanıt verebilecek nitelikte olduğunu göstermiştir. Bu düşüncüyü doğrulamak üzere koyun içyağına Bömer Yöntemini uygulayarak Çizelge 4.6.'de verilen sonuçlar elde edilmiştir.

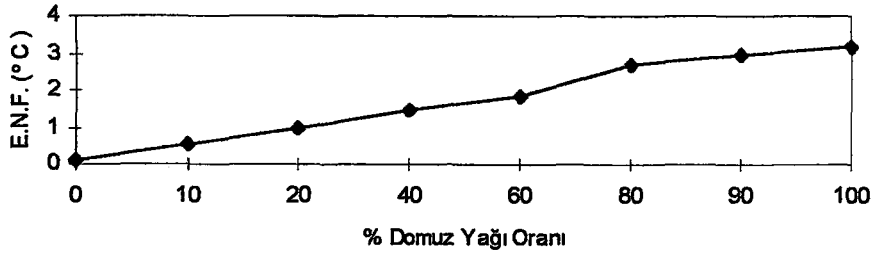
Çizelge 4.6. Koyun içyağı + domuz yağı karışımlarındaki doymuş trigliseridler ve doymuş yağ asitlerinin erime noktası farkı değerleri (°C)*

Domuz yağı oranı	Trigliseridlerin erime noktası	Yağ asitlerinin erime noktası	Erime Noktası Farkı
0	54.20	54.10	0.10
10	55.58	55.06	0.52
20	56.96	55.96	1.00
40	58.34	56.88	1.46
60	59.72	57.87	1.85
80	61.11	58.41	2.70
90	62.49	59.54	2.95
100	63.87	60.67	3.20

*Veriler üç ölçümün ortalamasıdır

Çizelge 4.6.'daki sonuçlar koyun içyağındaki domuz yağı oranı artışı ile Erime Noktası Farkı'nın doğrusal bir ilişki içinde olduklarını göstermektedir. Şekil 4.2.'de ise bu ilişki grafiksel olarak ifade edilmektedir. Koyun içyağı ile domuz yağı oranı arasındaki korelasyon katsayısı $P < 0.05$ düzeyinde 0.99 olarak hesaplanmaktadır. Bu iki değişken arasında doğrusal bir bağıntı olduğu ve bu bağıntının $y = 0.0301 X + 0.2171$ doğrusal regresyon denklemi ile tahmin edilebileceği saptanmıştır.

Ancak koyun içyağı tek başına herhangi bir gıda sanayii dalında kullanılmadığı ve daha çok koyun eti ile birlikte tüketildiği ve buna ek olarak ithal edilen hayvansal yağlar arasında yer almadığından dolayı bu çalışmanın kapsamına tam olarak alınmamıştır. Bömer Yöntemine tabi tutulmasının nedeni ise Çizelge 4.4.'de ileri sürülen düşüncüyü doğrulamaktır.



Şekil 4.2. Koyun içyağı + domuz yağı karışımlarındaki doymuş trigliseridler ve doymuş yağ asitlerinin erime noktası farkı değerleri (°C)

Bu çalışmada elde edilen sonuç, Bömer Yönteminin çalışmamızda uyguladığımız biçimiyle, sığır içyağlarının domuz yağıyla katkılı olup olmadığının anlaşılmasında güvenilir bir yöntem olarak kullanılabileceğini, sığır yağına katılan %10'dan daha düşük orandaki domuz yağının bile bu yöntemle saptanabileceğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, Erime Noktası Farkı'nın 0.5'in üzerine çıkması durumunda analizi yapılan sığır içyağına domuz yağının katıldığı söylenebilir. Bu değer koyun içyağı için 0.3 olarak belirlenmiştir.

4.2. Gaz-Kromatografisi Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçlar

Bu çalışmada saf sığır içyağı, koyun kuyruk yağı, tereyağı ve domuz yağına uygulanan gaz-kromatografisi yöntemi ile elde edilen yağ asitleri spektrumu ve 2-yerleşimli yağ asitleri oranları Ek-3.'de verilmektedir.

4.2.1. Sığır İçyağı ile Domuz Yağı Karışımları

Sığır içyağı ve domuz yağının yağ asidi bileşimlerinin özellikle doymuş asitler açısından birbirine benzediği Çizelge 4.7.'de verilen sığır içyağı ve domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimlerinden anlaşılmaktadır. Ancak sığır içyağındaki belli bazı yağ asitlerinin domuz yağı oranı artışı ile belirgin bir şekilde değişmesi de dikkat çekmektedir. Sığır içyağındaki domuz yağı oranının artmasıyla miristik, palmitoleik ve stearik asit miktarında azalma meydana gelirken, oleik ve linoleik asit oranlarında artış gözlenmektedir. Bu da domuz yağının daha çok doymamış yağ asidi içermesi nedeniyle beklenen bir sonuçtur. Yapılan istatistiksel analizler sığır içyağındaki miristik, stearik ve oleik asidin domuz yağı oranı artışı ile doğrusal bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Sığır içyağındaki domuz yağı oranı artışı ile miristik asit, stearik asit ve oleik asit arasındaki korelasyon katsayılarının sırasıyla 0.997, 0.988 ve 0.9407 ($P < 0.05$) çıkması bu doğrusal ilişki hakkında bilgi vermektedir. Ancak yağ asitleri oranlarının saf örneklerdeki değerlerinin birbirinden önemli ölçüde farklılık göstermemesi ve bunlara ek olarak hayvansal yağların yağ asidi bileşimlerinin birçok etmene bağlı olarak geniş bir aralık içerisinde değişkenlik gösterebilmesi nedeniyle yağ asitleri oranına bakarak karışımdaki domuz yağı oranını belirlemek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle birçok yağ asidini kapsamına alan bazı oranların kullanılmasının olası hataları azaltabileceği ileri sürülmektedir. Bu amaçla sonuçların değerlendirilmesinde doymamışlık oranı, C16:0/C18:0 oranı, palmitik asit zenginleştirme faktörü ve (%) 2-yerleşimli monogliseridlerdeki palmitik asit gibi değerler de göz önünde bulundurulmaktadır. Linoleik asit oranı ve (%) 2-yerleşimli doymamış yağ asitlerinin / (%) trigliseritteki doymamış yağ asitlerine oranının sığır içyağı ile domuz yağının saflığı hakkında bilgi edinilmesine yarayan en önemli kriterlerden ikisi olduğu da çeşitli araştırmacılar tarafından ileri sürülmektedir. Özellikle

saf haldeki sığır ve domuz yağlarının linoleik asit içeriklerinin birbirinden oldukça farklı olması linoleik asit içeriğine dayalı bir yöntemin geliştirilmesini gündeme getirmiştir. Sığır içyağı ile domuz yağı karışımlarında domuz yağı oranı artışı ile doymamışlık oranında önemli bir artış kaydedilmektedir. Bu iki değişken arasındaki ilişkinin yakınlığı korelasyon katsayısının yüksek çıkması ($R^2=0.979$, $P<0.05$ düzeyinde) ile belirtilmektedir. İstatistiksel analizler, doymamışlık oranı söz konusu olduğunda domuz yağı oranının $y= 0.0054 X + 0.6363$ regresyon denklemi ile hesaplanabileceğini göstermektedir. C16:0/C18:0 oranı da domuz yağı miktarının artması ile belirgin bir artış göstermektedir. Domuz yağı oranı ile C16:0/C18:0 oranı arasındaki korelasyon katsayısının $P<0.05$ düzeyinde önemli çıkması ($R^2=0.948$), bu oranın domuz yağı miktarına ne düzeyde bağlı olduğunun göstergesidir. C16:0/C18:0 oranına bağlı olarak domuz yağı miktarının tahmininde $y=0.007 X + 0.7158$ regresyon denkleminin kullanılabileceği istatistiksel analizler sonucu hesaplanmıştır. Bunlara ek olarak C18:0/ C18:2 oranının da sığır içyağındaki domuz yağının varlığının saptanmasında kullanılabileceği görülmüştür (Magoli et al., 1979). Palmitik asit zenginleştirme faktörü ve monogliseritteki palmitik asit oranlarının da domuz yağı oranının artmasıyla doğrusal ilişkide oldukları belirlenmiştir. Bu iki oran ile domuz yağı oranı artışı arasındaki korelasyon katsayısının ($P<0.05$) sırasıyla 0.923 ve 0.918 çıkması bu ilişkinin yakınlığını göstermektedir. Palmitik asit zenginleştirme faktörüne bağlı olarak domuz yağı oranı $y= 0.0197 X + 0.7506$ regresyon denklemi ile tahmin edilirken, 2-Yerleşimdeki monogliseritteki palmitik asit oranı esas alındığında, domuz yağı oranı $y= 0.5266 X + 18.174$ regresyon denkleminin kullanılması ile tahmin edilebilir. Sığır içyağı ile domuz yağı karışımlarının istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmektedir. Çizelge 4.7.'deki verilerin Youssef ve Rashwan (1987), Youssef ve ark. (1987), Rashwan ve Youssef (1989), Abdelfattah (1970,1974) ve Rashwan (1986)'in yaptıkları çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyum içinde oldukları görülmektedir.

Şekil 4.3.'de domuz yağı oranı artışı ile sığır içyağındaki yağ asidi bileşimleri ve bu yağ asidi bileşimlerinin çoğunun katılması ile oluşturulan oranların grafiksel ifadesi verilmektedir. Görüldüğü gibi tek tek yağ asitleri ele alındığında domuz yağı oranı artışı ile palmitik ve palmitoleik asit dışında diğer yağ asitleri doğrusal bir ilişki

göstermektedir. Bu doğrusal ilişkinin eğimi özellikle stearik ve oleik asitte göze çarpmaktadır. Şekil 4.4. ve Şekil 4.5.'de verilen grafiklerde ise özellikle P.Z.F. ve % 2-Monogliseritteki palmitik asit oranlarına ilişkin eğimlerin bu oranların domuz yağı oranı artışı ile önemli düzeyde değiştikleri görülmektedir.



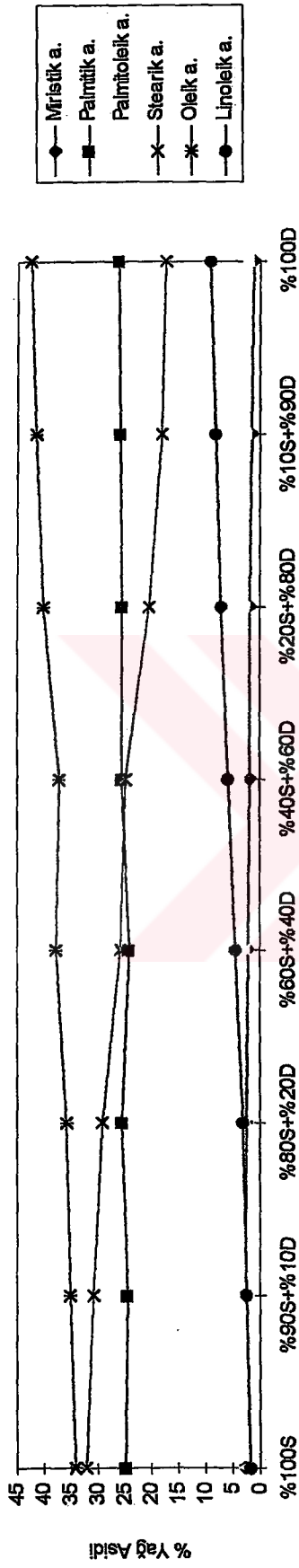
Çizelge 4.7. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri (% metil ester)*

	%100S	%90S + %10D	%80S + %20D	%60S + %40D	%40S + %60D	%20S + %80D	%10S + %90D	%100D
Miristik asit	3.08	2.86	2.72	2.44	2.11	1.84	1.71	1.47
Palmitik asit	25.1	24.7	25.6	24.4	25.7	25.8	26.0	26.3
Palmitoleik asit	3.12	3.00	3.05	3.12	3.94	3.10	2.54	2.47
Stearik asit	32.4	30.9	29.3	25.9	24.9	20.8	18.4	17.7
Oleik asit	34.3	35.4	36.0	38.1	37.3	40.4	41.7	42.5
Linoleik asit	1.91	2.64	3.37	4.83	5.88	7.42	8.37	9.32
%Doym. / %Doy.	0.65	0.70	0.74	0.87	0.90	1.05	1.14	1.20
C16:0 / C18:0	0.77	0.80	0.87	0.94	1.03	1.24	1.41	1.48
C18:0 / C18:2	17.0	11.7	8.70	5.37	4.22	2.80	2.20	1.89
Palmitik Asit Zenginleştirme Faktörü	0.80	0.88	1.37	1.51	1.70	1.97	2.74	2.94
(%) 2-Monogliseritteki Palmitik Asit	20.0	21.8	34.9	36.7	43.7	50.7	71.2	77.1

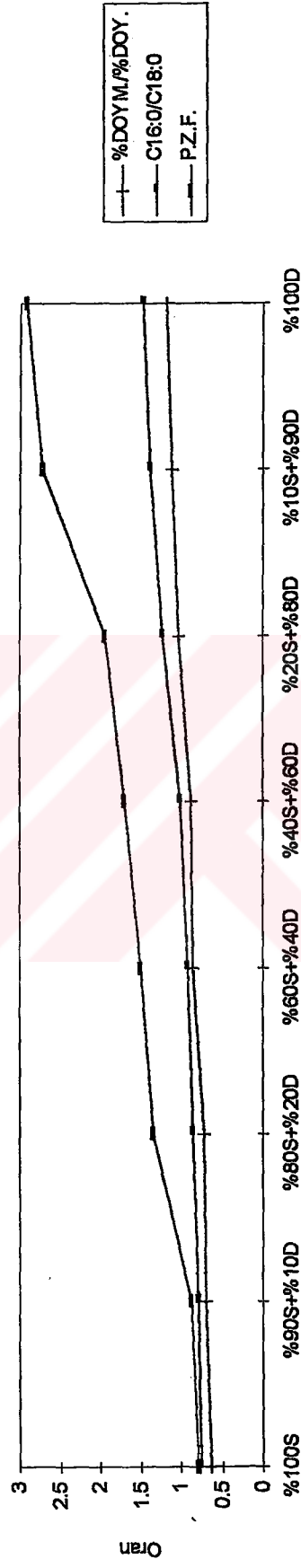
*Veriler üç ölçümün ortalamasıdır.

Çizelge 4.8. Domuz yağı oranı artışı ile sığır içyağındaki yağ asitleri ve bazı oranların istatistiksel analiz sonuçları

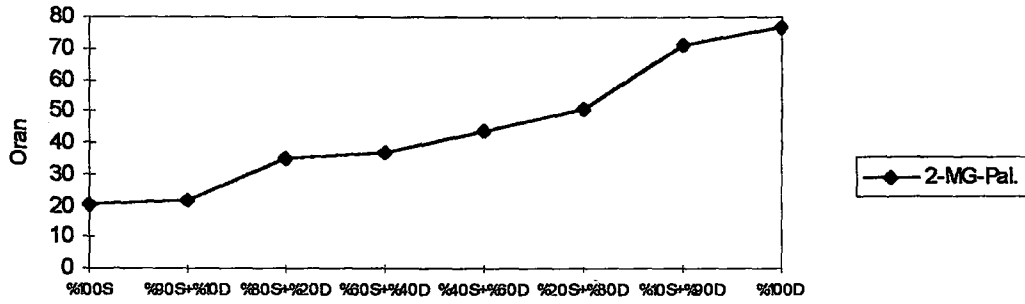
	Domuz yağı oranı artışı (%)	
	Korelasyon katsayısı (R^2)	Regresyon denklemi
Miristik asit	$R^2 = 0.997$	$y = -0.0154 X + 3.0501$
Palmitik asit	$R^2 = 0.552$	$y = 0.0129 X + 24.779$
Palmitoleik asit	$R^2 = 0.116$	$y = -0.004 X + 3.2395$
Stearik asit	$R^2 = 0.988$	$y = -0.1474 X + 32.415$
Oleik asit	$R^2 = 0.941$	$y = 0.0787 X + 34.314$
Linoleik asit	$R^2 = 0.996$	$y = 0.0718 X + 1.8773$
%DoyM. / %Doy.	$R^2 = 0.979$	$y = 0.0054 X + 0.6363$
C16:0 / C18:0	$R^2 = 0.948$	$y = 0.007 X + 0.7158$
C18:0 / C18:2	$R^2 = 0.854$	$y = -0.1296 X + 13.208$
Palmitik asit Zenginleştirme Faktörü	$R^2 = 0.923$	$y = 0.0197 X + 0.7506$
(%) 2- Monogliseritdeki Palmitik asit	$R^2 = 0.918$	$y = 0.5266 X + 18.174$



Şekil 4.3. Sığır iç yağı + domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri (% metil ester)



Şekil 4.4. Sığır iç yağı + domuz yağı karışımında bazı faktörlerin değişimi



Şekil 4.5. Sığır içyağı + domuz yağı karışımında (%) 2-monogliseritteki palmitik asit (% metil ester)

Hayvansal yağların yağ asidi bileşiminin hayvanın türü, ırkı, cinsiyeti, yaşı, vücut bölgesi ve rasyonu gibi etmenlere bağlı olarak önemli ölçüde değişmesinden dolayı bu yağların içerdikleri trigliseridlerin yağ asidi dağılımı değişkenlik göstermektedir. Ancak bilinen önemli bir konu, diğer hayvansal yağların aksine domuz yağı içerisindeki palmitik asidin önemli bir bölümünün 2-yerleşime bağlandığıdır. Bu özellikten yararlanarak domuz yağının diğer hayvansal yağlarda varlığının saptanmasına çalışılmıştır. Çizelge 4.9.'daki değerler, sığır içyağı + domuz yağı karışımlarında domuz yağı oranı artışı ile 2-yerleşimdeki bazı yağ asitlerinin niteliği ve niceliği hakkında bilgi vermektedir.

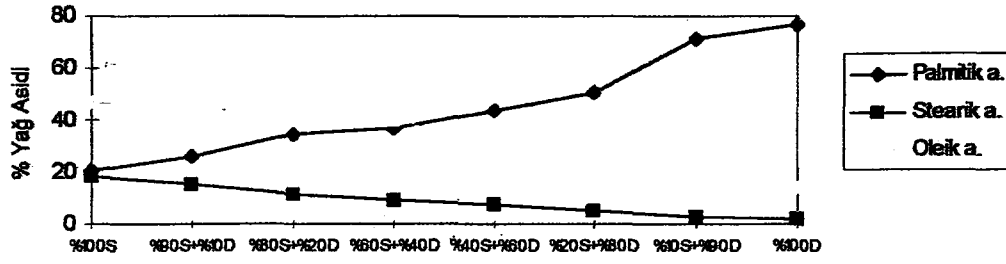
Çizelge 4. 9. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının 2- yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları (% metil ester)

	%100S	%90S+	%80S+	%60S+	%40S+	%20S+	%10S+	%100D
		%10D	%20D	%40D	%60D	%80D	%90D	
Palmitik asit ¹	20.6	25.8	34.9	36.7	43.7	50.6	71.2	77.1
Stearik asit ²	18.1	15.2	11.6	9.17	7.62	5.74	2.86	1.98
Oleik asit ³	46.8	44.02	43.6	40.1	31.2	17.8	15.7	13.6
C16:0/C18:0 ⁴	1.14	1.70	3.02	4.00	5.74	8.83	24.9	38.9
C16:0/C18:1 ⁵	0.44	0.59	0.80	0.91	1.40	2.84	4.54	5.69
¹ R ² = 0.9447	y= 8.0533 x + 8.8368		⁴ R ² = 0.7306		y= 4.7541 x -10.369			
² R ² = 0.9807	y= -2.3045 x + 19.399		⁵ R ² =0.8473		y= 0.7517 x -1.2307			
³ R ² = 0.9216	y= -5.4864 x + 56.285							

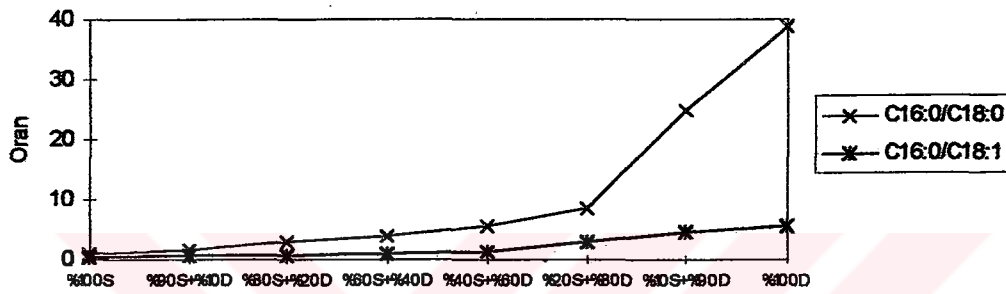
Sığır ile domuz yağı karışımlarının 2-yerleşimli yağ asitleri bileşimini veren Çizelge 4.9.'daki verilerden anlaşıldığı gibi domuz yağı oranı artışı ile 2- yerleşimdeki stearik

ve oleik asit oranlarında azalma meydana gelirken, domuz yağını diğer hayvansal yağlardan belirgin şekilde ayıran palmitik asidin 2-yerleşime bağlanma oranında önemli bir artış olmaktadır (Soliman and Younes, 1986; Coleman and Fulton, 1961). Palmitoleik ve linoleik asitlerin içeriğinde önemli ve düzenli bir değişiklik olmamakta; miristik asit oranında ise domuz yağı oranı artışı ile azalma meydana gelmektedir. Yapılan istatistiksel analizler palmitoleik asit ve linoleik asit dışında 2-yerleşimli diğer yağ asitlerinin domuz yağı oranı artışı ile doğrusal bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Domuz yağı oranı artışı ile 2-yerleşimli monoglisidlerdeki C16:0/C18:0 ve C16:0/C18:1 oranında düzenli bir artış saptanmaktadır. Verbeke ve Brabander (1979)'in yaptıkları bir çalışmada elde edilen sonuçlarla uyum içinde olan bu değerlerin, özellikle palmitik asit ve oleik asidin 2-yerleşime bağlanma oranı ve 2-yerleşimli monoglisidlerdeki C16:0/C18:0 oranının domuz yağının sığır içyağında saptanması için kullanılabileceğini göstermektedir. Domuz yağı oranı ile 2- yerleşimli monoglisidlerdeki palmitik asit, stearik asit ve oleik asit oranları arasındaki korelasyon katsayısının $P < 0.05$ düzeyinde önemli çıkması bu yağ asitleri oranları ile domuz yağı oranı arasındaki ilişkinin yakınlığını ortaya koymaktadır. Yapılan istatistiksel analizler domuz yağı oranı artışı ile 2-yerleşimdeki monoglisidlerdeki C16:0:C18:0 ve C16:0/C18:1 oranları arasında da $P < 0.05$ düzeyinde doğrusal bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Ancak C16:0/C18:0 değerinin sığır içyağındaki domuz yağı oranının %80'i aşmasıyla 8.83'den 24.9'e yükselmesi korelasyon katsayısının düşmesine neden olmuştur. Sığır içyağı ile domuz yağı karışımlarının 2-yerleşimli yağ asitlerinin analizinde elde edilen sonuçların değerlendirilmesi, palmitik asit, oleik asit ve C16:0/C18:0'in saf örneklerdeki değerlerinin birbirinden önemli düzeyde farklı olmasının bu değerlerin sığır içyağına karıştırılan domuz yağının saptanmasında etkili bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

2-yerleşimli palmitik, stearik, oleik asitler ve C16:0/C18:0 ve C16:0/C18:1 oranlarının domuz yağı oranı artışı ile gösterdikleri değişimin grafiği Şekil 4.6.'da verilmektedir. Bu değişkenler arasındaki ilişki grafikte belirgin bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.6. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının 2- yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları (% metil ester)



Şekil 4.7. Sığır içyağındaki domuz yağı oranı artışı ile 2-yerleşimdeki C16:0/C18:0 ve C18:0/C18:2 oranlarının değişimi

Bu çalışmada elde edilen sonuçların Hilditch ve Williams, (1964) ; Youssef ve Rashwan, (1987); Verbeke ve Brabander, (1979); Youssef ve Rashwan, (1989); Rashwan ve Youssef, (1989) tarafından elde edilen sonuçlarla uyum içinde oldukları görülmektedir.

Bu sonuçlara göre, genel ve 2-yerleşimli yağ asidi analizleri uygulandığı sığır içyağı örneğinde stearik asit oranı %30'dan düşük, oleik ve linoleik asit oranları ise sırasıyla %35 ve %2.5'den büyük olması durumunda domuz yağı varlığından kuşku duyulabilir. Ayrıca analiz edilen sığır içyağı örneğinde doymamışlık, C16:0/C18:0, P.Z.F. ve 2-MG-Pal. oranlarının sırasıyla 0.70, 0.80, 0.90 ve 22'den büyük, C18:0/C18:2 oranının ise 12'den düşük olması domuz yağı varlığını gösterebilir. 2-Yerleşimli analiz sonuçlarında ise palmitik asit oranı % 25'den büyük, stearik asit ve oleik asit oranlarının sırasıyla % 17 ve % 44'den düşük olması, ayrıca 2-yerleşimdeki C16:0/C18:0 ve C16:0/C18:1 oranlarının sırasıyla 1.7 ve 0.6'den büyük olması da domuz yağı varlığının göstergesi olabilir.

4.2.2. Koyun Kuyruk Yağı ile Domuz Yağı Karışımları

Koyun kuyruk yağı ile domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri Çizelge 4.10.'da verilmektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi domuz yağı oranı artışı ile yağ asidi bileşimlerinde önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Domuz yağı oranı artışı ile miristik ve palmitoleik asit oranlarında düzenli bir azalma gözlenirken, palmitik ve stearik asit oranlarında artış olmaktadır. Koyun kuyruk yağı ve domuz yağının oleik asit içerikleri birbirine yakın olmasından dolayı domuz yağı oranının artması ile oleik asit miktarında ilk aşamada bir artış, ancak domuz yağı oranının % 60'ı aşmasıyla bir azalma meydana gelmektedir. Koyun kuyruk yağının yüksek oleik asit içeriğinin, bu yağı sığır içyağı ve tereyağından ayıracı bir özellik olabileceği düşünülmektedir. İstatistiksel değerlendirmeler miristik asit, palmitik asit ve stearik asit oranlarının domuz yağı oranı artışı ile doğrusal bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Bu yağ asitlerinin domuz yağı oranı artışı ile korelasyon katsayılarının sırasıyla 0.996, 0.933 ve 0.987 olarak hesaplanması bu ilişkinin önem derecesini ortaya koymaktadır. Koyun kuyruk yağı ile domuz yağının doymamış yağ asitleri oranlarının birbirine yakın olması, doymamışlık oranının bu yağların birbirine katkılı olup olmadıklarının belirlenmesinde kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Domuz yağı oranı ile doymamışlık oranı arasındaki korelasyon katsayısının 0.75 gibi düşük bir değer çıkması bu iki değişken arasındaki ilişkinin pek yakın ve doğrusal olmadığını göstermektedir. Ancak doymamış yağ asitleri oranlarına bağlı olmayan C16:0/ C18:0, palmitik asit zenginleştirme faktörü ve 2-yerleşimli monogliseridlerdeki palmitik asit oranı bu durumdan etkilenmediklerinden domuz yağı miktarının artması ile çok yakın ve doğrusal bir ilişki içinde oldukları korelasyon katsayılarının sırasıyla 0.993, 0.972 ve 0.982 çıkması ile anlaşılmaktadır. Doymamışlık oranı, palmitik asit zenginleştirme faktörü ve % 2-yerleşimli monogliseridlerdeki palmitik asit değerlerine dayanarak olası domuz yağı varlığının tahmini nitel ve nicel analizi Çizelge 4.11.'de verilen regresyon denklemleri ile gerçekleştirilebilir. Koyun kuyruk yağı ile domuz yağı karışımlarının genel ve 2-yerleşimli yağ asitleri bileşimlerini ve bu yağların saflığının belirlenmesinde kullanılabilecek oranların yer aldığı Çizelge 4.10'daki değerlerin grafiksel gösterimini sunan Şekil 4.7., Şekil 4.8. ve Şekil 4.9.'dan anlaşıldığı gibi saf örneklerdeki değerleri

birbirinden önemli düzeyde farklı olmasından ötürü % 2-yerleşim'deki palmitik asit ve P.Z.F. değerleri en büyük eğimi göstermektedirler. Genel yağ asidi bileşimi içeriklerinin her iki yağda birbirine ne kadar yakın olduğu grafiklerden de açıkça görülmektedir. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda koyun kuyruk yağına karıştırılan domuz yağının saptanmasında genel yağ asidi bileşiminin saptanması ile birlikte 2-yerleşimli yağ asitlerinin belirlenmesinin de gerekli olduğu anlaşılmaktadır.



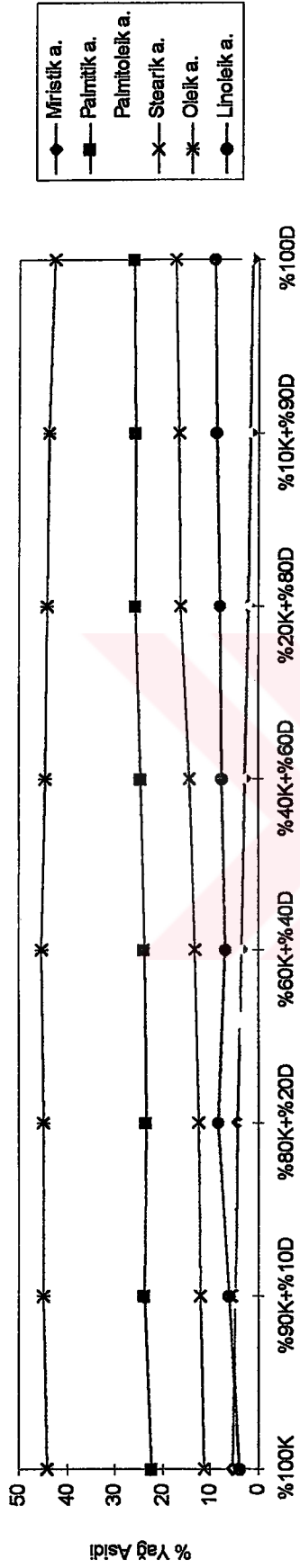
Çizelge 4.10. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri (% metil ester)*

	%100K	%90K + %10D	%80K + %20D	%60K + %40D	%40K + %60D	%20K + %80D	%10K + %90D	%100D
Miristik asit	5.49	4.90	4.53	3.59	2.96	2.21	1.74	1.47
Palmitik asit	22.6	24.1	23.8	24.1	24.9	25.8	26.0	26.3
Palmitoleik asit	4.89	4.95	3.30	4.59	3.87	2.59	2.50	2.47
Stearik asit	11.6	12.5	12.6	13.7	14.8	16.6	16.8	17.7
Oleik asit	44.3	45.0	45.1	45.3	44.8	44.5	43.8	42.5
Linoleik asit	4.16	6.25	8.82	7.25	7.83	8.24	9.13	9.32
%Doym. / %Doy.	1.35	1.35	1.35	1.38	1.32	1.24	1.24	1.20
C16:0 / C18:0	1.95	1.92	1.89	1.77	1.68	1.55	1.55	1.48
Palmitik Asit Zenginleştirme Faktörü	0.43	0.62	1.20	1.78	2.31	2.52	2.70	2.94
(%) 2-Monogliseritteki Palmitik Asit	9.79	15.0	28.6	43.0	57.5	65.0	70.2	77.1

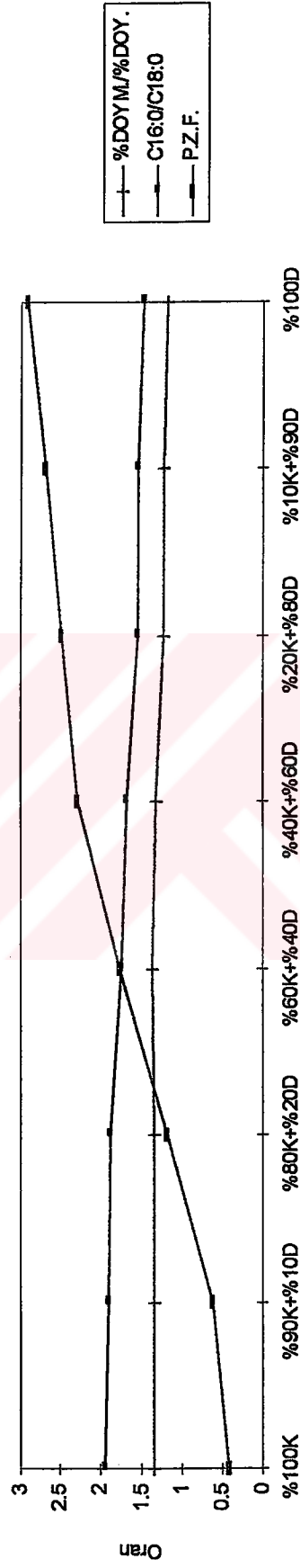
*Veriler üç ölçümün ortalamasıdır

Çizelge 4.11. Domuz yağı oranı artışı ile koyun kuyruk yağının yağ asitleri ve bazı oranların istatistiksel analiz sonuçları

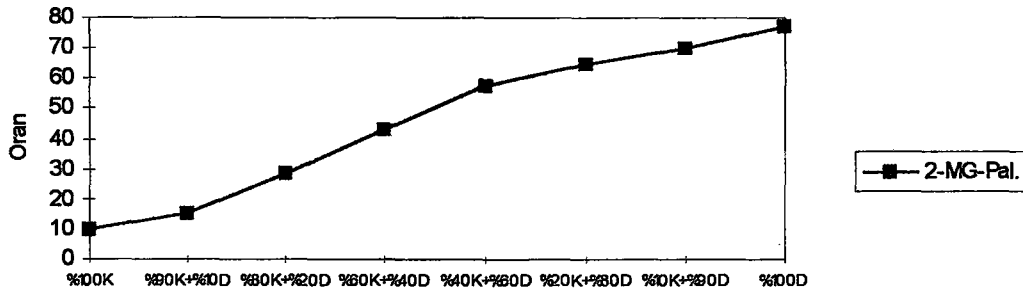
	Domuz yağı oranı artışı (%)	
	Korelasyon katsayısı	Regresyon denklemleri
Miristik asit	$R^2=0.996$	$y = -0.0395 X + 5.3382$
Palmitik asit	$R^2=0.933$	$y = 0.0323 X + 23.077$
Palmitoleik asit	$R^2=0.739$	$y = -0.0243 X + 4.8582$
Stearik asit	$R^2=0.987$	$y = 0.0599 X + 11.548$
Oleik asit	$R^2=0.439$	$y = -0.0144 X + 0.4387$
Linoleik asit	$R^2=0.609$	$y = 0.0355 X + 5.8525$
%Doym. / %Doym.	$R^2=0.757$	$y = 0.0015 X + 1.3804$
C16:0 / C18:0	$R^2=0.993$	$y = 0.0048 X + 1.9654$
Palmitik asit Zenginleştirme Faktörü	$R^2=0.972$	$y = 0.00247 X + 0.5656$
(%) 2-Monoglisitlerdeki Palmitik asit	$R^2=0.982$	$y = 0.6678 X + 12.369$



Şekil 4.8. Koyun kuyrukyacağı + domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri (% metil ester)



Şekil 4.9. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarındaki bazı faktörlerin değişimi



Şekil 4.10. Koyun kuyruk yağı+ domuz yağı karışımlarındaki (%) 2-monogliseritteki palmitik asit (% metil ester)

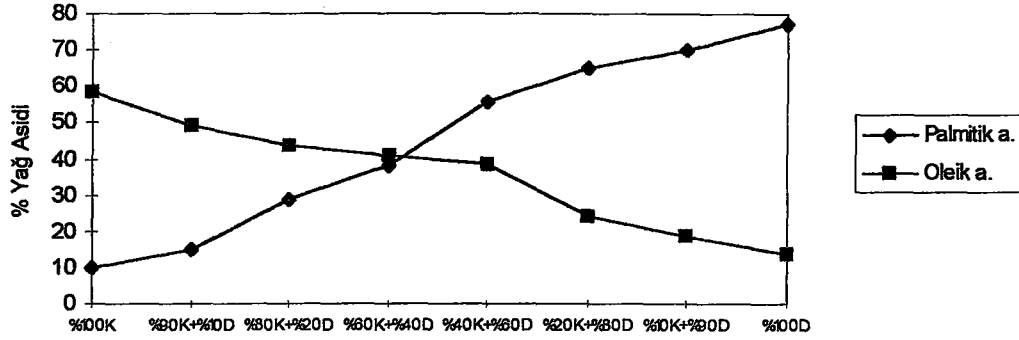
Koyun kuyruk yağının domuz yağı ile hazırlanmış karışımlarının 2-yerleşimli karakteristik yağ asitleri bileşimleri Çizelge 4.12.'de verilmektedir. Görüldüğü gibi koyun kuyruk yağındaki domuz yağı oranı artışı ile palmitik asit ve oleik asit derişimlerinde önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Burada çok önemli bir nokta koyun kuyruk yağındaki oleik asidin çok büyük bir kısmının 2-yerleşime bağlanmasıdır. Görüldüğü gibi koyun kuyruk yağında 2-yerleşime bağlanan asitler içinde oleik asit oranı % 58.68'iken, bu oran domuz yağında sadece % 13.56 dir. Çizelge 4.12.'de domuz yağı oranı artışı ile önemli ve düzenli artış gösteren ve koyun kuyruk yağına karıştırılan domuz yağının saptanmasında kriter olarak kullanılabilecek palmitik ve oleik asit ile C16:0/C18:1 oranlarına yer verilmiştir. İstatistiksel hesaplamalar 2-yerleşimdeki palmitik asit, oleik asit ve C16:0/C18:1 oranının koyun kuyruk yağına karıştırılan domuz yağının saptanmasında kullanılabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.12. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarındaki 2- yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları (% metil ester)

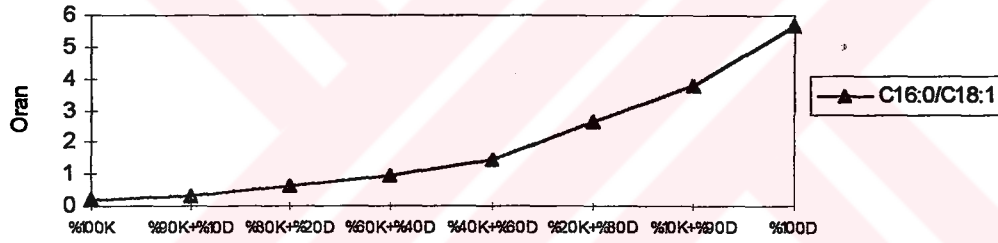
Yağ asitleri	% K	%90K+ %10D	%80K+ %20D	%60K+ %40D	%40K+ %60D	%20K+ %80D	%10K+ %90D	%100D
Palmitik asit ¹	9.80	14.9	28.5	38.2	55.5	65.0	70.1	77.1
Oleik asit ²	58.7	48.9	43.4	41.0	38.6	24.5	18.5	13.6
C16:0/C18:1 ³	0.17	0.31	0.66	0.93	1.44	2.65	3.79	5.69

¹R²= 0.9811 y= 10.402 x - 1.91
²R²= 0.9669 y= -6.2725 x + 64.125
³R²= 0.8723 y= 0.7446 x - 1.3979

Koyun kuyruk yağına karıştırılan domuz yağı oranı artışı ile 2-yerleşimdeki palmitik asit, oleik asit ve C16:0/C18:1 oranlarında meydana gelen değişimin grafiği Şekil 4.10. ve Şekil 4.11.'de görülmektedir.



Şekil 4.11. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının 2- yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları (% metil ester)



Şekil 4.12. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının C16:0/C18:1 oranları

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre miristik asit oranı % 5'den düşük, stearik asit ve linoleik asit oranları ise sırasıyla % 12 ve % 5'den büyük olması durumunda domuz yağı varlığından kuşku duyulabilir. Doymamışlık, P.Z.F. ve 2-MG-Pal. oranlarının ise sırasıyla 1.350, 0.5 ve 12'dan büyük, C16:0/C18:0 oranının ise 1.930'den düşük olması domuz yağı varlığının belirtisi olduğu düşünülmektedir. 2-yerleşimdeki palmitik asit oranının %11'den büyük, oleik asit oranının %56'den düşük ve C16:0/C18:1 oranının 0.2'den büyük olması domuz yağı varlığının göstergesi olabilir.

4.2.3. Tereyağı ile Domuz Yağı Karışımları

Domuz yağının tereyağına karıştırılması belli bazı yağ asitlerinin konsantrasyonunu değiştirmektedir. Hilenin yapıp yapılmadığının saptanmasında genel yağ asidi bileşiminin belirlenmesi ile birlikte yağ içerisindeki bazı yağ asitlerinin birbirine oranından da yararlanılmaktadır (Carisano and Riva, 1976; Farag, et al., 1980). Bunlara ek olarak domuz yağının tereyağına karıştırılması ile belli bazı yağ asitlerinin trigliserid içerisindeki konumlarında meydana gelen değişikliklerden yararlanarak domuz yağının saptanması gerçekleştirilebilir (Bracco and Winter, 1976; Abou-Arab, 1980 ve Rashwan, 1986). Çizelge 4.13.'de tereyağı ile domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri verilmektedir. Tereyağını diğer yağlardan ayıran en önemli özellik bütirik, kaproik, kaprilik, kaprik, laurik ve miristik asit gibi kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin varlığıdır. Çizelge 4.13.'deki verilerden anlaşıldığı gibi domuz yağı oranının artışı ile bütirik, kaproik, kaprilik, kaprik, laurik ve miristik asit oranları azalmaktadır. Domuz yağı oranı artışı ile tereyağında diğer yağlara göre daha yüksek oranda bulunan miristoleik asit miktarında belirgin bir azalma gözlenirken stearik, oleik ve linoleik asit oranlarında önemli artışlar meydana gelmektedir. Palmitik, ve palmitoleik asit miktarında da bir miktar azalma eğilimi görülmektedir. Tereyağına karıştırılan domuz yağı oranı artışı ile genel yağ asidi bileşiminde ve oranlarında meydana gelen değişikliklerin istatistiksel analiz sonuçlarının verildiği Çizelge 4.14.'deki değerlerin incelenmesi, palmitoleik asit dışında diğer yağ asitlerinin tümünün domuz yağı oranı artışı ile ($P < 0.05$ düzeyinde) doğrusal bir ilişki içinde olduklarını göstermektedir. Palmitoleik asit oranında ise domuz yağı oranı artışı ile meydana gelen dalgalanmalar korelasyon katsayısının düşmesine neden olmuştur ($R^2 = 0.752$, $P < 0.05$). Doymamışlık oranı, domuz yağı oranı artışı ile 0.501'den 1.202'ye ulaşmıştır. Korelasyon katsayısının 0.976 çıkması bu doğrusal ilişkinin varlığını kanıtlamaktadır. C16:0 / C18:0 oranı da domuz yağı oranı artışı ile doğrusal bir değişim göstermektedir. Palmitik asidin trigliserid içerisindeki konumunun saptanması ile elde edilen palmitik asit zenginleştirme faktörü ve (%) 2-monogliseritteki palmitik asit değerlerinin domuz yağı oranı artışı ile doğrusal bir ilişki içinde oldukları, korelasyon katsayılarının sırasıyla 0.970 ve 0.969 olarak bulunması ile doğrulanmaktadır. Yapılan istatistiksel

analizler doymamışlık oranı, C16:0/C18:0, palmitik asit zenginleştirme faktörü ve % 2-yerleşimli monogliseridlerdeki palmitik asit oranlarının tereyağındaki olası domuz yağı varlığının saptanmasında kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Tereyağında göze çarpan bir başka durum % 2-yerleşimli monogliseridlerdeki palmitik asit oranının sığır içyağı ve koyun kuyruk yağına göre oldukça yüksek çıkmasıdır. Tereyağındaki trigliseridlerin 2- yerleşimine bağlanan palmitik asit oranının yüksekliği Breckenridge ve Kuksis (1968) tarafından da saptanmıştır. Çalışmamızda tereyağı ve domuz yağı karışımları ile ilgili olarak elde edilen sonuçlar Soliman ve Younes (1986) ve Youssef ve Rashwan (1987) tarafından yürütülen çalışmalarda elde edilen sonuçlarla da uyum içindedir. Tereyağına karıştırılan domuz yağı oranı artışı ile genel yağ asidi bileşimi ve bazı oranlarda meydana gelen değişikliklerin daha iyi anlaşılması için domuz yağı oranı artışına karşı bu değerler grafiğe geçirilerek Şekil 4.13., 4.14., 4.15. ve 4.16.'de verilmektedir.

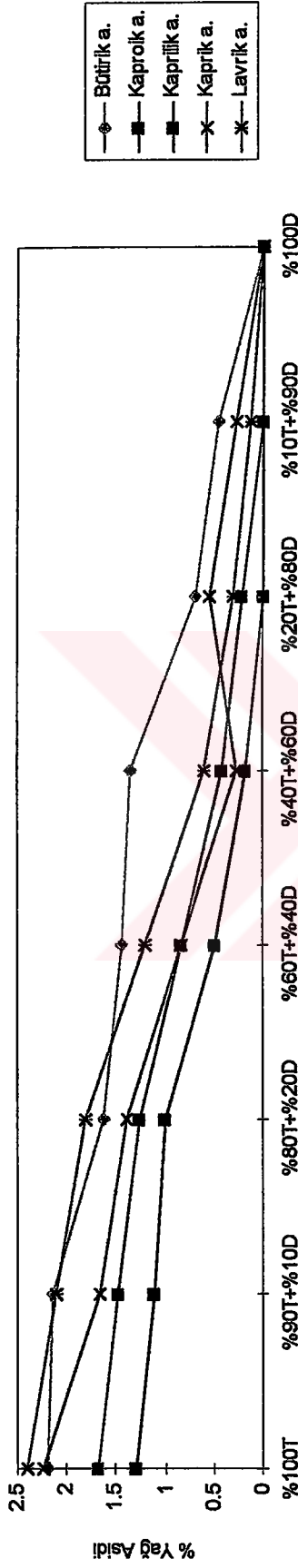
Çizelge 4.13. Tereyağı + domuz yağı karışımlarının yağ asidi bileşimleri (% metil ester)*

	%100T	%90T + %10D	%80T + %20D	%60T + %40D	%40T + %60D	%20T + %80D	%10T + %90D	%100D
Bütirik asit	2.22	2.15	1.63	1.46	1.37	0.70	0.46	-
Kaproik asit	1.70	1.48	1.27	0.85	0.43	0.22	-	-
Kaprilik asit	1.31	1.12	1.01	0.50	0.18	-	-	-
Kaprik asit	2.24	1.68	1.40	0.84	0.28	0.56	0.28	-
Laurik asit	2.42	2.11	1.81	1.21	0.61	0.31	0.13	-
Miristik asit	12.7	11.0	9.76	7.95	5.86	3.54	2.73	1.47
Miristoleik asit	3.94	3.48	2.92	2.23	1.57	0.77	0.21	-
Palmitik asit	33.7	33.7	33.5	31.5	29.9	27.3	26.5	26.3
Palmitoleik asit	4.15	4.60	3.96	4.32	3.18	2.53	3.16	2.47
Stearik asit	9.95	10.5	11.3	13.3	14.1	15.7	16.6	17.7
Oleik asit	23.6	25.0	27.4	30.9	35.4	39.7	40.2	42.5
Linoleik asit	1.49	3.06	3.82	5.05	6.49	8.65	8.67	9.32
%Doym. / %Doy.	0.50	0.57	0.62	0.74	0.88	1.07	1.12	1.20
C16:0 / C18:0	3.38	3.20	2.96	2.37	2.11	1.74	1.60	1.48
Palmitik Asit Zenginleştirme Faktörü	1.34	1.43	1.59	1.75	2.17	2.40	2.61	2.94
(%) 2-Monoglisitteki Palmitik Asit	46.7	49.6	55.0	55.2	64.9	67.1	69.3	77.1

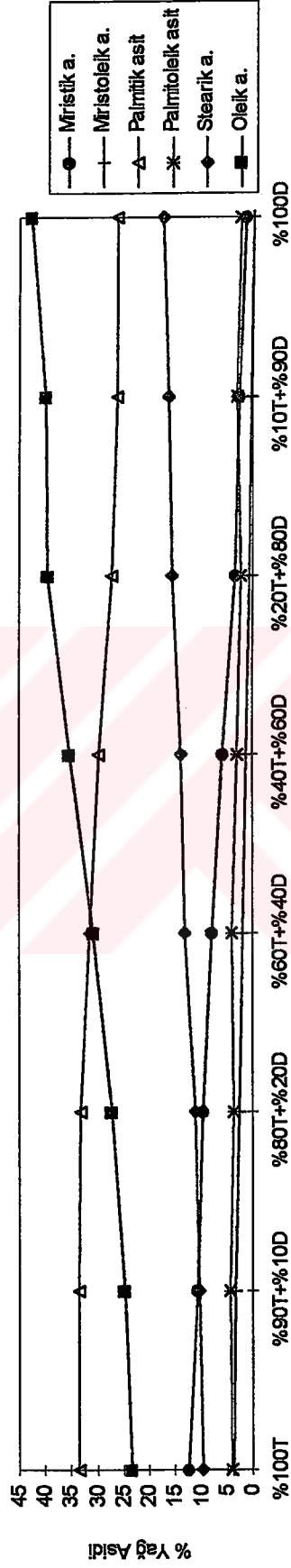
*Veriler üç ölçümün ortalamasıdır.

Çizelge 4.14. Domuz yağı oranı artışı ile tereyağındaki yağ asitleri ve bazı oranların istatistiksel analiz sonuçları

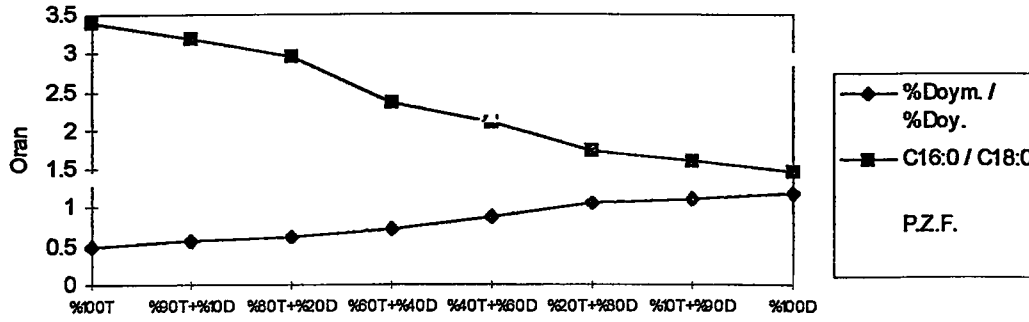
Domuz yağı oranı artışı (%)		
	Korelasyon katsayısı	Regresyon denklemi
Bütirik asit	$R^2=0.967$	$y = -0.3197 X + 2.6867$
Kaproik asit	$R^2=0.965$	$y = -0.2724 X + 1.9688$
Kaprilik asit	$R^2=0.908$	$y = -0.2157 X + 1.4859$
Kaprik asit	$R^2=0.909$	$y = -0.3061 X + 2.2861$
Laurik asit	$R^2=0.965$	$y = -0.3803 X + 2.7858$
Miristik asit	$R^2=0.990$	$y = -1.6724 X + 14.396$
Miristoleik asit	$R^2=0.990$	$y = -0.6074 X + 4.623$
Palmitik asit	$R^2=0.934$	$y = -1.2833 X + 36.066$
Palmitoleik asit	$R^2=0.752$	$y = -0.2902 X + 4.8521$
Stearik asit	$R^2=0.988$	$y = 1.1763 X + 8.3616$
Oleik asit	$R^2=0.976$	$y = 2.997 X + 19.62$
Linoleik asit	$R^2=0.972$	$y = 1.1759 X + 0.5269$
%Doym. /%Doy.	$R^2=0.976$	$y = 0.109 X + 0.3459$
C16:0 / C18:0	$R^2=0.969$	$y = -0.3008 X + 3.7092$
Palmitik Asit Zenginleştirme Faktörü	$R^2=0.970$	$y = 0.2312 X + 1.0132$
(%) 2-Monoglisitteki Palmitik Asit	$R^2=0.969$	$y = 4.2583 X + 41.458$



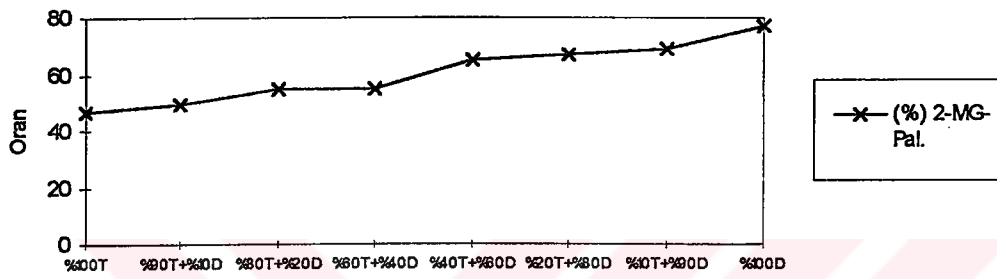
Şekil 4.13. Tereyağı + domuz yağı karışımlarının kısa ve orta zincirli yağ asidi bileşimleri (% metil ester)



Şekil 4.14. Tereyağı + domuz yağı karışımlarının uzun zincirli yağ asidi bileşimleri (% metil ester)



Şekil 4.15. Tereyağı + domuz yağı karışımlarındaki bazı faktörlerin değişimi



Şekil 4.16. Tereyağı+domuz yağı karışımlarındaki (%) 2-monogliseritteki palmitik asit (% metil ester)

Özellikle tereyağı ve domuz yağının saflığının belirlenmesi söz konusu olduğu durumlarda kısa ve orta zincirli yağ asitleri ile palmitik, stearik, oleik ve linoleik asit içeriklerinin kriter olarak alınabileceği düşünülmektedir.

2-yerleşimli yağ asitleri oranının hayvansal yağların domuz yağı ile katkılı olup olmadıklarının anlaşılmasında kullanılabileceği daha önce belirtilmiştir. Tereyağının 2-yerleşimli yağ asitlerinin niteliği ve niceliği ve domuz yağı oranı artışı ile bu değerlerdeki olası değişikliklerin incelenmesi için gerçekleştirilen analiz sonuçları Çizelge 4.15’de verilmektedir. Çizelge’deki verilerin gösterdiği gibi domuz yağı oranı artışı ile miristik ve oleik asit oranında düşüş, ancak beklendiği gibi palmitik asit oranında önemli bir artış meydana gelmektedir. C16:0/C14:0 ve C16:0/C18:1 oranları ise domuz yağı oranındaki artışa paralel olarak artış göstermektedir. Burada dikkat çeken bir nokta tereyağında diğer hayvansal yağların aksine 2-yerleşime önemli ölçüde miristik asidin bağlanmasıdır. Bu değer tereyağında % 24.5 iken sığır içyağı, koyun kuyruk yağı ve domuz yağında sırasıyla % 7.71, 8.24 ve 6.64 olarak bulunmuştur. Bu da 2-yerleşimli miristik asit oranının tereyağının saflığının belirlenmesinde önemli bir

kriter olarak kullanılabileceğini göstermektedir. İstatistiksel analiz sonuçlarının verildiği Çizelge 4.14'deki değerler de bu düşüncüyü doğrulamaktadır. 2- yerleşimli yağ asitleri ve C16:0/C14:0 ve C16:0/C18:1 oranlarının istatistiksel analiz sonuçları bu değerlerin domuz yağı oranı artışı ile doğrusal bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.15. Tereyağı + domuz yağı karışımlarında 2- yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları (% metil ester)

	% T	%90T+ %10D	%80T+ %20D	%60T+ %40D	%40T+ %60D	%20T+ %80D	%10T+ %90D	%100D
Miristik asit ¹	24.5	24.0	22.8	18.9	11.4	8.4	6.7	6.64
Palmitik asit ²	46.7	49.6	51.0	55.2	64.9	67.1	69.3	77.1
Oleik asit ³	20.4	19.1	18.5	15.3	14.2	13.6	13.5	13.6
C16:0/C14:0 ⁴	1.91	2.07	2.24	2.92	5.71	7.96	10.3	11.6
C16:0/C18:1 ⁵	2.29	2.59	2.76	4.39	4.59	4.93	5.13	5.69

¹ $R^2=0.9722$, $y=-0.2047x+25.651$

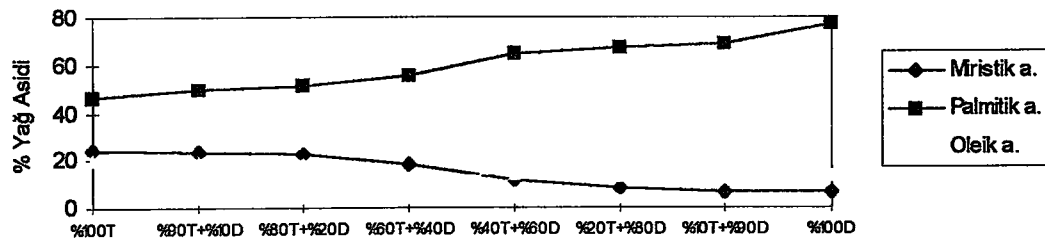
² $R^2=0.9708$, $y=0.2835x+45.943$

³ $R^2=0.8994$, $y=-0.0711x+19.577$

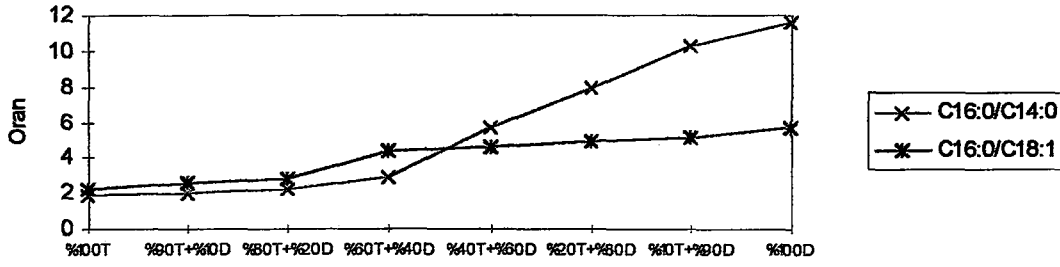
⁴ $R^2=0.9144$, $y=1.535x-1.3214$

⁵ $R^2=0.9316$, $y=0.5141x+1.7296$

Şekil 4.17. ve Şekil 4.18., 2-yerleşimli yağ asitleri ve C16:0/C14:0 ve C16:0/C18:1 oranlarının domuz yağı oranı artış ile ilişkisini grafiksel olarak göstermektedir.



Şekil 4.17. Tereyağı + domuz yağı karışımlarının 2- yerleşimli bazı yağ asitlerinin oranları (% metil ester)



Şekil 4.18. Tereyağı + domuz yağı karışımlarında 2- yerleşimli C16:0/C14:0 ve C16:0/C18:1 oranları

Tereyağındaki yağ asitleri oranlarının geniş bir aralık içerisinde değişkenlik göstermesi nedeniyle saf tereyağının çeşitli yağ asitleri için belirli bir sınır belirlemek oldukça zordur. Ancak bu çalışma ve diğer araştırmacıların bu alanda yaptıkları çalışmalardan elde edilen sonuçların topluca değerlendirilmesi, kısa ve orta zincirli yağ asitleri (bütirik, kaproik, kaprilik, kaprik ve laurik asit) oranları toplamının % 8-10 arasında olmasının tereyağının saflığının belirtisi olabileceğini göstermiştir. 2-yerleşimli yağ asidi bileşimleri incelendiğinde miristik asit ve oleik asit oranlarının sırasıyla % 24 ve %19'den düşük olması domuz yağı varlığının belirtisi olabilir. 2-yerleşimli yağ asitlerine ilişkin C16:0/C14:0 ve C16:0/C18:1 oranlarının ise sırasıyla 2.1 ve 2.5'den büyük olması da domuz yağı varlığını gösterebilir.

Çalışma kapsamına alınan hayvansal yağların genel ve 2-yerleşimli yağ asitlerine dayanarak saflıklarının belirlenmesinde Çizelge 4.16.'da verilmekte olan kriterlerin göz önünde bulundurulması önerilebilir. Bir yağın saflığı hakkında kesin karar verilmek istendiğinde, bu kriterlerin tümünün aynı zamanda göz önünde bulundurulması ve tek bir kritere dayanarak yorum yapılmaması gerekir.

Çizelge 4.16. Yağların saflığını belirlemede kullanılabilecek kriterler ve çeşitli hayvansal yağlarda saptanan bu kriterlere ilişkin değerler

	Doymamışlık Oranı	C16:0/ C18:0	C18:0/ C18:2	P.Z.F.	2-MG-Pal.(%)	Linoleik asit %
S	0.65	0.77	17.0	0.80	20.0	1.91
K	1.35	1.95	2.78	0.43	9.79	4.16
T	0.55	3.52	6.67	1.34	46.7	1.49
D	1.20	1.48	7.90	2.94	77.1	9.32

S: Sığır içyağı; K: Koyun kuyruk yağı; T: Tereyağı; D: Domuz yağı

Çizelge 4.16.'daki verilerden anlaşıldığı gibi çeşitli yağlara ait bu kriterler birbirinden oldukça farklıdır. Yapılan literatür çalışmaları bu çizelgede verilen değerlerin bu alanda çalışan birçok araştırmacının elde ettikleri sonuçlarla uyum içinde olduğunu göstermektedir. Ancak hayvansal yağların yağ asidi bileşimleri ve yağ asitlerinin trigliserid içerisindeki konumunun aynı hayvanın değişik bölgelerinden alınan yağlarda bile önemli farklılıklar göstermesi olası sapmaların doğal karşılanması gerektiğini kaçınılmaz kılmaktadır.



4.3. Fourier Transform Infrared Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçlar

Sığır içyağı ve koyun kuyruk yağının domuz yağı ile hazırlanmış karışımlarından FTIR cihazıyla elde edilen spektrumlarındaki 3.3 μ transmittans/ 3.5 μ transmittans değerleri, domuz yağı oranının artışıyla doğrusal bir ilişki göstermiştir. Buna karşın tereyağı ile domuz yağı karışımlarında bu iki değişken arasında doğrusal bir ilişki saptanamamıştır. Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18'deki değerler ve yapılan istatistiksel analizler sığır içyağı ve koyun kuyruk yağındaki domuz yağı oranı ile 3.3 μ transmittans / 3.5 μ transmittans değerleri arasında $P < 0.05$ düzeyinde olumlu ilişki bulunduğunu göstermektedir. Tereyağı ile domuz yağı karışımlarında elde edilen 3.3 μ transmittans / 3.5 μ transmittans değerleri ise Çizelge 4.19'de verilmektedir.

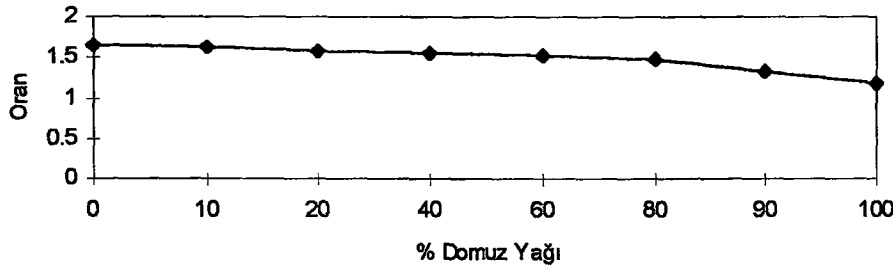
Çizelge 4.17. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının 3.3 μ transmittans değerleri/ 3.5 μ transmittans değerleri*

Sığır içyağındaki domuz yağı oranı (%)	3.3 μ transmittans / 3.5 μ transmittans
0	1.660
10	1.625
20	1.590
40	1.561
60	1.532
80	1.474
90	1.334
100	1.195

$R^2 = 0.83$, $Y = -0.0038x + 1.6859$

*Veriler üç ölçümün ortalamasıdır.

Çizelge 4.17.'deki değerler sığır içyağındaki domuz yağı oranı artışı ile 3.3 μ transmittans / 3.5 μ transmittans oranları arasında doğrusal ilişkinin varlığını göstermektedir. Bu ilişki Şekil 4.14.'de grafiksel olarak ifade edilmektedir. İki değişken arasındaki ($P < 0.05$) korelasyon katsayısının 0.83 olarak hesaplanması, bu yöntemle dayanarak sığır içyağı saflığı hakkında kısa bir sürede kaba bir tahmin yürütülebileceğini göstermektedir.



Şekil 4.19. Sığır içyağı + domuz yağı karışımlarının 3.3 μ transmittans /3.5 μ transmittans değerleri

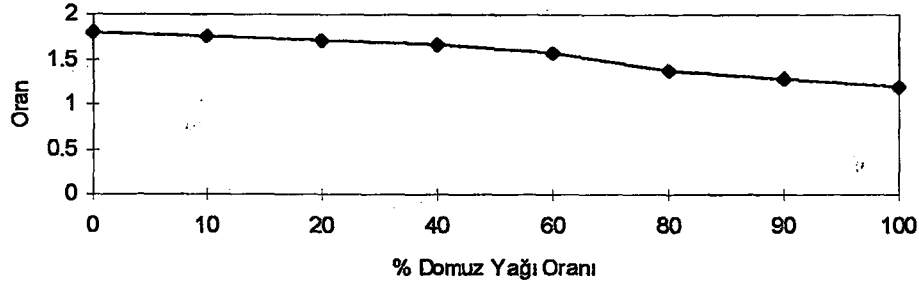
Çizelge 4.18.'deki değerler koyun kuyruk yağına karıştırılmış domuz yağı ile 3.3μ Transmittans / 3.5 μ Transmittans değerleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir. İki değişken arasındaki $P < 0.05$ önem düzeyinde korelasyon katsayısının 0.95 olarak bulunması, bu kriterden yararlanarak koyun kuyruk yağının saflığı hakkında yorum yapılabileceğini göstermektedir. Koyun kuyruk yağındaki domuz yağı oranı ile transmittans oranı arasındaki ilişki Şekil 4.20.'de açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.18. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının 3.3μ transmittans / 3.5 μ transmittans değerleri*

Koyun kuyruk yağındaki domuz yağı oranı (%)	3.3 μ Transmittans/3.5 μ Transmittans
0	1.800
10	1.757
20	1.715
40	1.660
60	1.581
80	1.388
90	1.291
100	1.195

$$R^2 = 0.95, Y = -0.0058 X + 1.84$$

*Veriler üç ölçümün ortalamasıdır.



Şekil 4.20. Koyun kuyruk yağı + domuz yağı karışımlarının 3.3µ transmittans / 3.5 µ transmittans oranları

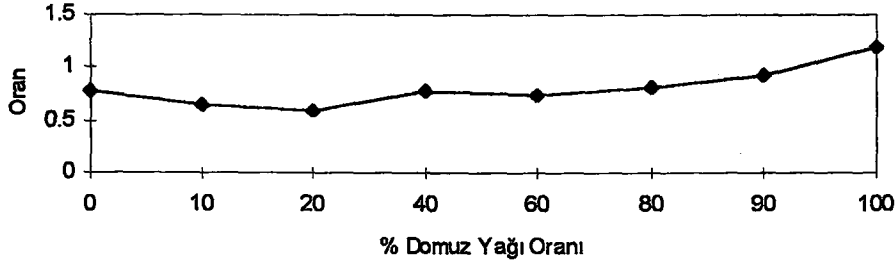
Çizelge 4.19.'deki verilerden anlaşıldığı gibi tereyağındaki domuz yağı oranı artışı ile 3.3µ transmittans / 3.5 µ transmittans değerleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmamaktadır. Şekil 4.21'deki grafik tereyağındaki domuz yağı oranı artışı ile 3.3µ transmittans / 3.5 µ transmittans değerleri arasında doğrusal bir ilişkinin var olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.19. Tereyağı + domuz yağı karışımlarının 3.3µ transmittans /3.5 µ transmittans değerleri*

Tereyağındaki Domuz Yağı Oranı (%)	3.3 µ Transmittans/3.5 µ Transmittans
0	0.769
10	0.650
20	0.586
40	0.770
60	0.750
80	0.825
90	0.930
100	1.195

$$R^2 = 0.6285, y = -0.0608x + 0.5366$$

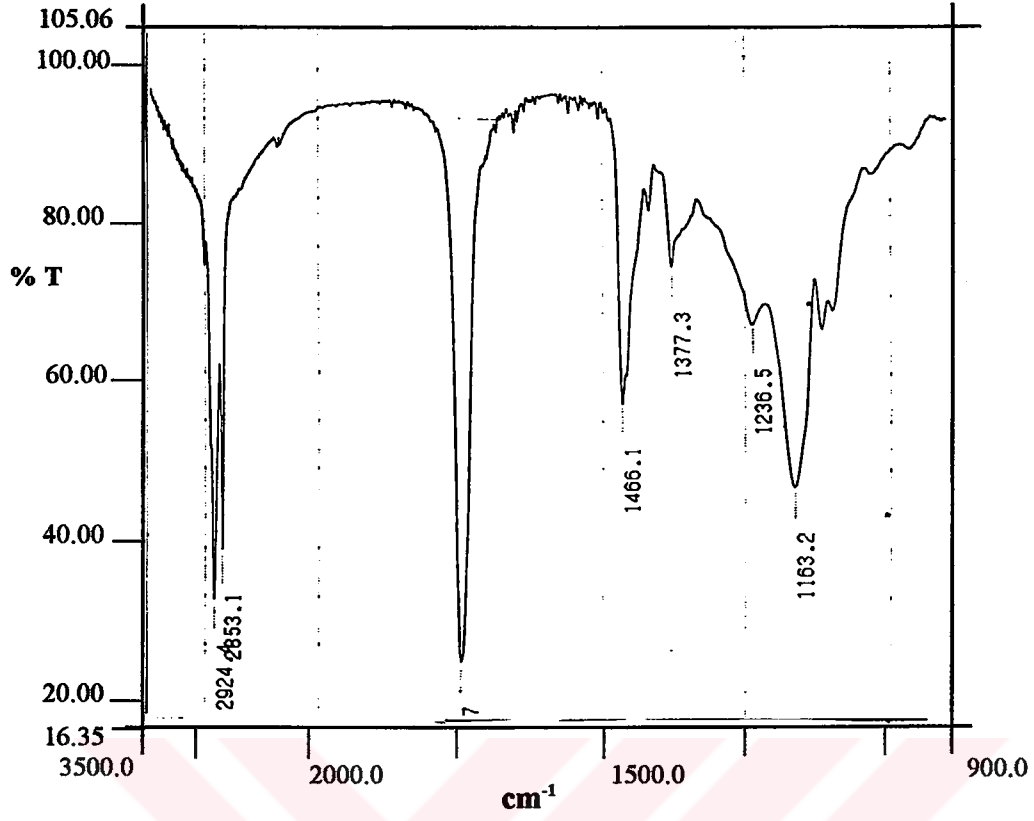
*Veriler üç ölçümün ortalamasıdır.



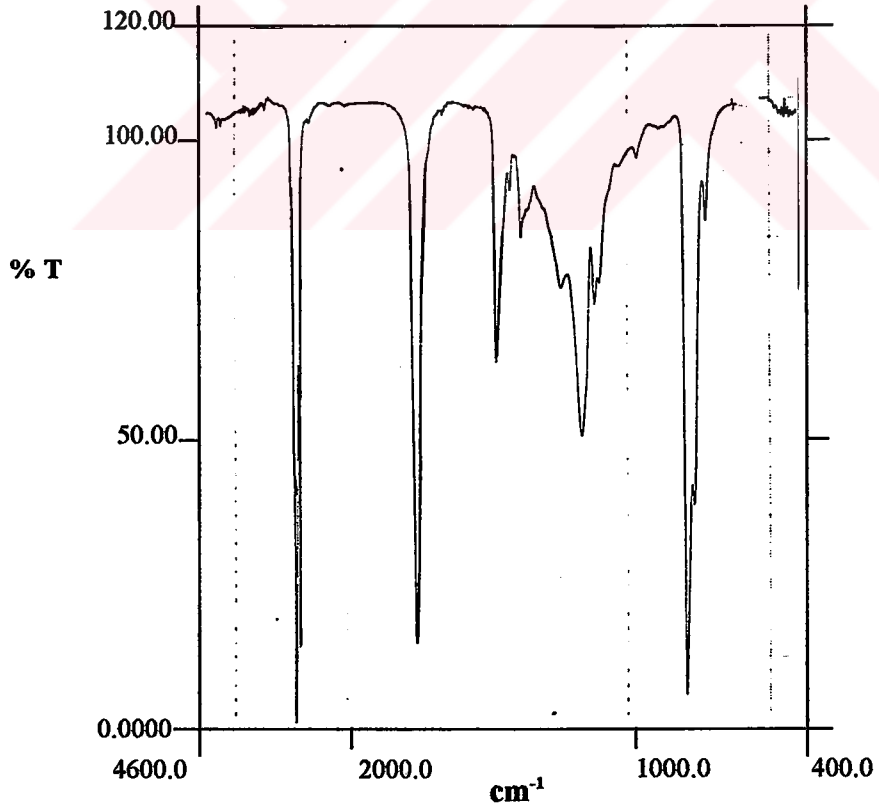
Şekil 4.21. Tereyağı + domuz yağı karışımlarının 3.3μ transmittans /μ transmittans değerleri

Çalışmanın bu bölümünde elde edilen sonuçlar, sığır içyağındaki 3.3μ transmittans/ 3.5μ transmittans değerinin 1.650'nin altında olmasının domuz yağı varlığının belirtisi olabileceğini göstermektedir. Koyun içyağının saflığının belirlenmesi söz konusu olduğu durumlarda ise 3.3μ transmittans / 3.5 μ transmittans değerinin 1.780'den düşük olmasının domuz yağı varlığını gösterebileceği düşünülmektedir.

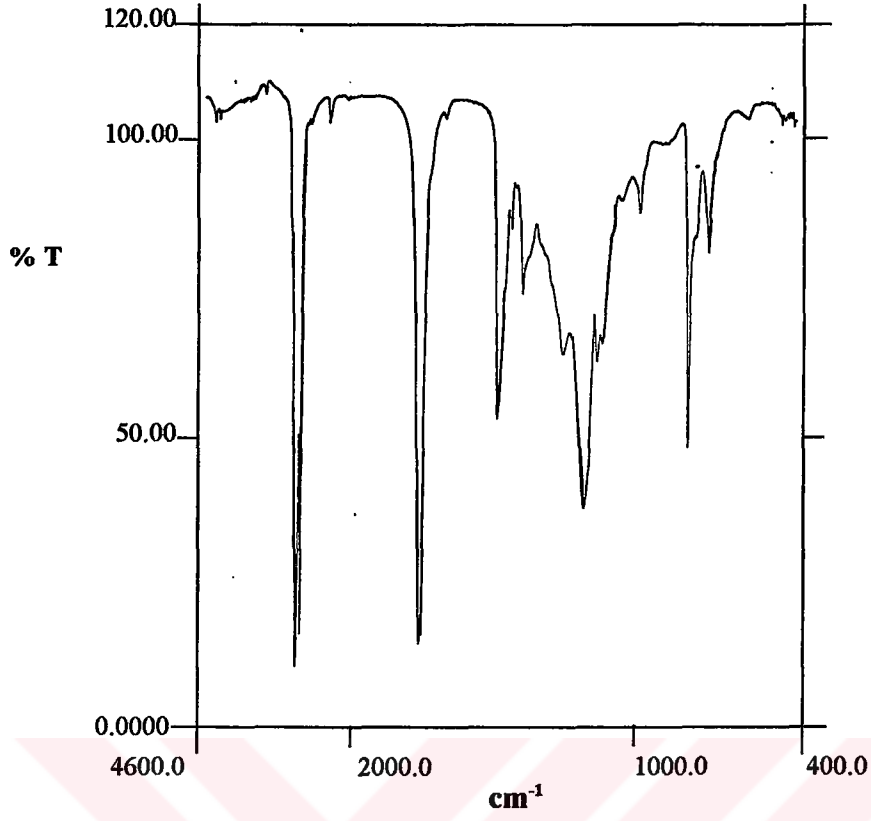
FTIR spektroskopisine dayalı bu analizde elde edilen domuz yağı, sığır içyağı, koyun kuyrukyacı ve tereyağının FTIR spektrumları Şekil 4.22., 4.23., 4.24., 4.25.'de verilmektedir. Görüldüğü gibi farklı yağ spektrumları temelde birbirine benzemektedirler, ancak farklı olan bu piklerin şiddetidir. Koyun kuyruk yağında göze çarpan bir durum, bu yağın önemli miktarda trans yağ asidi içermesidir. Bu özellikten yararlanarak sığır ve koyun yağlarının birbirine katkılı olup olmadıklarının belirlenmesine çalışılmıştır (Szonyi et al., 1962).



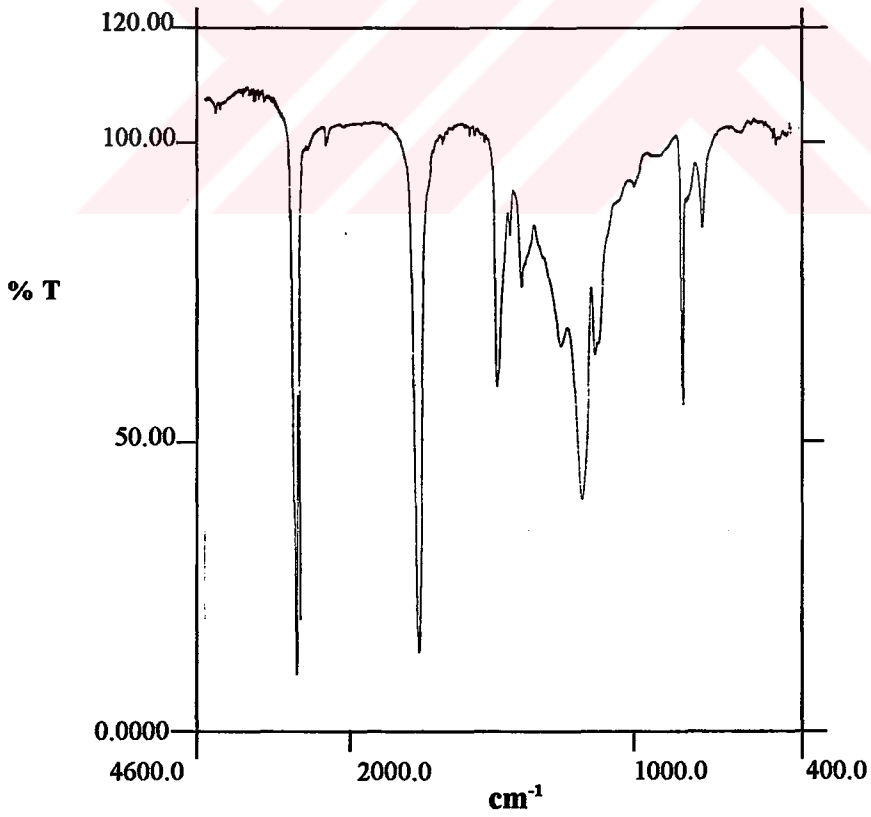
Şekil 4.22. Domuz yağının FTIR spektrumu



Şekil 4.23. Sığır içyağına FTIR spektrumu



Şekil 4.24. Koyun kuyruk yağının FTIR spektrumu



Şekil 4.25. Tereyağının FTIR spektrumu

5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Türkiye'ye her yıl önemli miktarda hayvansal yağ ithal edilmesi ve bununla birlikte Müslüman Türk Toplumunun domuzdan elde edilen hiçbir ürünün herhangi bir şekilde yaşamlarına girmesini istememesine karşın hayvansal yağların saflığının belirlenmesinde kullanılabilecek herhangi bir yöntemin olmayışı bu çalışmayı planlamamıza neden olmuştur. Bu çalışmada hayvansal yağların saflığının belirlenmesinde kullanılabilecek kriterler ve yabancı araştırmacıların bu konuda geliştirdikleri yöntemlerin olumlu ve olumsuz yanları incelenerek farklı materyal ve koşullarda uygulanması gereken en uygun yöntemin geliştirilmesine çalışılmıştır.

Bu yüzyılın başında Bömer, domuz yağındaki sığır içyağının saptanması için Bömer Yöntemini geliştirerek bu alanda ilk adımı atmış; sonraki yıllarda Gaz-kromatografisi cihazının geliştirilmesi sonucu yağların yağ asidi içeriğinin belirlenmesine ilişkin çalışmalar derinleştğinde bu alandaki araştırmalar yeni bir boyut kazanmaya başlamıştır. Likid-kromatografisi ve İnfrared cihazlarının geliştirilmesi, araştırmacılar tarafından farklı yöntemlerin gündeme getirilmesine neden olmuştur.

Bu alanda atılmış ilk adım olarak kabul edilen, hayvansal yağların içerdikleri doymuş yağ asitlerini içeren trigliseridler ile bu trigliseridleri oluşturan yağ asitlerinin Erime Noktası Farkı değerlerinin saptanmasına dayalı Bömer Yönteminin en önemli avantajı bu yöntemin oldukça basit oluşu, herhangi bir laboratuvar koşulunda rahatlıkla uygulanabilmesi ve yağlara uygulanan hidrojenasyon işleminden önemli ölçüde etkilenmemesidir. Bu yöntemin başlıca dezavantajı ise sığır içyağı, domuz yağı ve koyun içyağı ile kısmen hidrojene edilmiş domuz yağı dışında diğer yağlarda sonuç vermemesidir. Bömer Yönteminin sonuç verebilmesi için palmitik ve stearik asidin belirli bir yüzdesinin 2-yerleşime bağlanması gerektiğinden interesterifikasyon işlemi bu yöntemden elde edilen sonuçları olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzluklar, Bömer Yönteminin bütün hayvansal yağlara uygulanabilen genel bir yöntem olmasını engellemektedir. Bu olumsuzluklara rağmen sığır içyağı ve domuzun iç bölgelerine ait veya kısmen hidrojene edilmiş domuz yağlarının söz konusu olduğu durumlarda ve tam donanımlı bir laboratuvarın olmadığı koşullarda Bömer Yönteminin uygulanması önerilebilir. Javidipour ve Ergin (1994) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada

sığırın böbrek üstü ve gömlek yağlarına karıştırılan domuz yağı + kısmi hidrojene domuz yağı karışımına uygulanan Bömer Yönteminden elde edilen olumlu sonuçlarla bu araştırmada elde edilen sonuçlar birbiriyle uyum göstermektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuç, Bömer Yönteminin çalışmamızda uyguladığımız biçimiyle, sığır içyağlarının domuz yağıyla katkılı olup olmadığının anlaşılmasında güvenilir bir yöntem olarak kullanılabileceğini, sığır yağına katılan %10'dan daha düşük orandaki domuz yağının bile bu yöntemle saptanabileceğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, Erime Noktası Farkı'nın 0.5'in üzerine çıkması durumunda analizi yapılan sığır içyağına domuz yağının katıldığı söylenebilir. Bu değer koyun içyağı için 0.3 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında yapılan literatür çalışmaları gaz-kromatografisine dayalı analiz yöntemlerinin bu alanda başvuru en yaygın yol olduğunu göstermektedir. Hayvansal yağların yağ asidi bileşimlerinin nitel açıdan birbirine oldukça benzemelerine karşın, yağların yağ asidi niceliği birbirinden belirgin farklılıklar göstermektedir. Yalnızca tereyağında belirgin bir şekilde kısa ve orta zincirli yağ asitleri varlığı saptanırken, domuz ve koyun kuyruk yağında doymamış yağ asitlerinin yüksek oranda bulunması göze çarpmaktadır. Sığır içyağında ise stearik asidin yüksek içeriği bu yağın belirgin bir özelliğidir. Yapılan analizler yağların genel yağ asidi bileşiminin, incelenen yağın saflığı hakkında kaba bir tahmin yürütmemizi sağladığını göstermektedir. Yağ asitlerinin birbirine oranından elde edilen değerlerin de genel yağ asidi bileşimi ile birlikte yağların saflığının belirlenmesinde kullanılabileceği yapılan istatistiksel analizler sonucu saptanmıştır. Ancak yağların genel yağ asidi bileşimleri ile birlikte bu yağ asitlerinin trigliserid içerisinde bağlandıkları konumun birlikte değerlendirilmesi, son yıllarda domuz yağının diğer hayvansal yağlarda bulunup bulunmadığının saptanmasında kullanılabilecek önemli kriterlerden biri olarak önerilmektedir. Pankreatik lipaz enzimi ile parçalama sonucu elde edilen veriler domuzun içerdiği trigliseridlerin 2- yerleşimine bağlanan yağ asitlerinin % 90'ını doymuş yağ asitlerinin oluşturduğunu ve bu doymuş yağ asitlerinin önemli bir yüzdesinin palmitik asitten geldiğini göstermektedir. Bu özellikten yararlanarak geliştirilen yöntemden oldukça olumlu sonuçlar elde edilmektedir. Domuz yağının 2- yerleşimine bağlanan palmitik asit yüzdesi 77.11 olarak saptanırken bu değer sığır

içyağı, koyun kuyruk yağı ve tereyağında sırasıyla 46.72, 20.01 ve 9.791 olarak bulunmuştur. Sığır içyağı ve koyun kuyruk yağının 2-yerleşimine önemli ölçüde oleik asidin bağlanması bu yağların karakteristik özelliği olduğu düşünülmektedir. Tereyağının 2-yerleşimine önemli ölçüde miristik asidin bağlanması da, bu özelliğin tereyağının saflığının belirlenmesinde kullanılabilecek önemli bir kriter olabileceğini gündeme getirmektedir.

Bu sonuçlara göre, genel ve 2-yerleşimli yağ asidi analizleri uygulanan sığır içyağı örneğinde stearik asit oranının % 30'dan düşük, oleik ve linoleik asit oranlarının ise sırasıyla % 35 ve % 2.5'den büyük olması durumunda domuz yağı varlığından kuşku duyulabilir. Ayrıca analiz edilen sığır içyağı örneğinde doymamışlık, C16:0/C18:0, P.Z.F. ve 2-MG-Pal. oranlarının sırasıyla 0.70, 0.80, 0.90 ve 22'den büyük, C18:0/C18:2 oranının ise 12'den düşük olması domuz yağı varlığını gösterebilir. 2-yerleşimli analiz sonuçlarında ise palmitik asit oranı % 25'den büyük, stearik asit ve oleik asit oranlarının sırasıyla %17 ve % 44'den düşük olması, ayrıca 2-yerleşimdeki C16:0/C18:0 ve C16:0/C18:1 oranlarının sırasıyla 1.7 ve 0.6'den büyük olması da domuz yağı varlığının göstergesi olabilir. Elde edilen bu sonuçlar, Hilditch ve Williams (1964), Solima ve Younes (1986), Youssef ve Rashwan (1989) tarafından yürütülen çalışmalardan elde edilen sonuçlarla uyum içindedir.

Koyun kuyruk yağının saflığının belirlenmesi söz konusu olduğu durumlarda ise, miristik asit oranının % 5'den düşük, stearik asit ve linoleik asit oranlarının ise sırasıyla % 12 ve % 5'den büyük olması durumunda domuz yağı varlığından kuşku duyulabilir. Doymamışlık, P.Z.F. ve 2-MG-Pal. oranlarının sırasıyla 1.35, 0.5 ve 12'den büyük, C16:0/C18:0 oranının ise 1.93'den düşük olmasının domuz yağı varlığının belirtisi olduğu düşünülmektedir. 2-Yerleşimdeki palmitik asit oranının % 11'den büyük, oleik asit oranının % 56'dan düşük ve C16:0/C18:1 oranının 0.2'den büyük olması domuz yağı varlığının göstergesi olabilir.

Tereyağında ise, yağ asitleri oranlarının geniş bir aralık içerisinde değişkenlik göstermesi nedeniyle saf tereyağının çeşitli yağ asitleri için belirli bir sınır belirlemek oldukça zordur. Ancak bu çalışma ve diğer araştırmacıların bu alanda yaptıkları çalışmalardan elde edilen sonuçların topluca değerlendirilmesi, kısa ve orta zincirli yağ

asitleri (bütirik, kaproik, kaprilik, kaprik ve laurik asit) oranları toplamının % 8-10 arasında olmasının tereyağının saflığının belirtisi olabileceğini göstermiştir. 2-yerleşimli yağ asidi bileşimleri incelendiğinde miristik asit ve oleik asit oranlarının sırasıyla % 24 ve %19'dan düşük olmasının domuz yağı varlığına işaret ettiği düşünülebilir. 2-yerleşimli C16:0/C14:0 ve C16:0/C18:1 oranlarının ise sırasıyla 2.1 ve 2.5'den büyük olması da domuz yağı varlığını gösterebilir.

Fourier Transform Infrared Spektroskopisi'ne dayalı yöntemler bu yüzyılın ortalarında lipidlerin analizinde kullanılmaya başlanmıştır. Çeşitli lipid karakterli bileşenlerin nitel ve nicel analizi FTIR cihazı ile gerçekleştirilmektedir. FTIR cihazının en büyük avantajı çok düşük miktarda örnekle, birkaç saniye içinde sonuç alınabilmesidir. Yağların nitel ve nicel analizinin FTIR ile başarıyla yapılmasına karşın bu yöntemden yağların saflığının belirlenmesinde pek yararlanılmamaktadır. Çalışmamızda bu eksikliği gidermede belli ölçüde başarı sağlanmıştır. Sığır içyağı ve koyun kuyruk yağının domuz yağı ile karışımlarında olumlu sonuçlar elde edilirken tereyağı ile domuz yağı karışımlarında sonuç alınamamıştır. FTIR cihazının yazılım programlarının modifiye edilmesi ile bu yöntemin yağların birçok analizinde kullanılmaya elverişli hale getirilebileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde elde edilen sonuçlar, sığır içyağındaki 3.3μ transmittans / 3.5μ transmittans değerinin 1.65'in altında olmasının domuz yağı varlığının belirtisi olabileceğini göstermektedir. Koyun içyağının saflığının belirlenmesi söz konusu olduğu durumlarda ise 3.3μ transmittans / 3.5μ transmittans değerinin 1.78'den düşük olmasının domuz yağı varlığını gösterebileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, hayvansal yağların saflığının belirlenmesi söz konusu olduğu durumlarda genel ve 2-yerleşimli yağ asitlerinin belirlenmesine dayalı bir yöntemin uygulanması önerilmektedir. Bununla birlikte bu yöntem daha da geliştirilerek, gerektiğinde ilgili kuruluşlar tarafından özellikle ithal edilen hayvansal yağlara ve ticari güvenirliliğin daha da pekiştirilmesi için müslüman ülkelere ihrac edilen yağ içerikli gıda maddelerine uygulanmasının yararlı olabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abdelfattah, E.L., 1970, Detection and determination of pig's fat in other animal fats, M. Sc. Thesis, Faculty of Pharmacy, Cairo, University, Cairo, Egypt.
- Abdelfattah, E.L., 1974, Analysis study of some food and pharmaceutical lipids products, Ph. D. Thesis, Faculty of Pharmacy, Cairo, University, Cairo, Egypt.
- Abou-Arab, A.A., 1980, Identification of the sort of fats and oils in different foods, M.Sc. Thesis, Food Science Dept., Faculty of Agric. Ain Shams University.
- Anonymous, 1976, Animal Fats- Determination of Bömer Value, International Standard, ISO, 3577.
- Anonymous, 1985, Marmara Bölgesinde elde edilen iç ve kuyruk yağlarının analitik karakterlerinin tesbiti üzerinde araştırmalar, T. C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, s: 13-18.
- Anonymous, 1990a, Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Association of Official Chemists, Inc., Virginia, p: 1928.
- Anonymous, 1990b, Fatty acids in oils and fats, AOAC Official Methods of Analysis, 15 th Edition, Helrich, K. Ed. Vol: 2, p: 963-964.
- Anonymous, 1997a, Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1996-2000, DPT 1997 Yılı Programı Destek Çalışmaları, Ekonomik ve Sosyal sektörlerdeki gelişmeler, s: 37- 44.
- Anonymous, 1997b, Başbakanlık DİE Başkanlığı, B. 02. 1. DİE: 0. 16. 00. 03. 906. KŞL.-A- 3671, s: 1.
- Arnold, R.G., Hartung, T.E., 1971, Infrared spectroscopic determination of degree of unsaturation of fats and oils, Journal of Food Science, 36, p: 167-168.

- Belton, P.S., Wilson, R.H., Sadeghi- Jorabchi H., Peers, K.E., 1988, A rapid method for the estimation of isolated trans double bonds in oils and fats using Fourier transform infrared spectroscopy combined with attenuated total reflectance, *Lebensm-Wiss., U., Technol.*, 21, p: 153-157.
- Bracco, U., Winter, H., 1976, Analytical characterisation of mixed animal fats, *Revue Francaise des Corps Grass*, 23, 2, p: 87-93.
- Breckenridge, W.C., Kuksis, A., 1968, Specific distrubution of short-chain fatty acids in molecular distillates of bovine milk fat, *Journal of Lipid Research*, 9, p: 388-393.
- Brixins, L., Treiber, H., 1974, Comparative gas- chromatographic studies on the fatty acid composition of lard and goose dripping, *Fette Seifen Anstrichmittel*, 76, 2, p: 83-86.
- Carisano, A., Riva, M., 1976, Chromatografic method for detecting adulteration of butter, *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 53, 11, p:297-300.
- Chapman, D., 1964, Infrared spectroscopy of lipids, *The Journal of the American Oil Chemists Society*, 42, p: 353-371.
- Christie, W.W., 1973, *Lipid Analysis*, Pergamon Press, London, p: 88.
- Coleman, M.H., Fulton, W.C., 1961, *Enzymes and Lipid Metabolism*, P. Desmuelled, Pergamon Press, England, p: 127.
- Colombini, M., Amelotti, M.C.G., Vanoni, M.C., 1978, Adulteration of butter with beef suet and lard. II. GLC of sterols and UV spectrophotometric Analysis, *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 55, 11, p: 356-361.
- Dabash, A.S., Gebriel, A.Y., Hussein, M.F., Dashlouty, A.A., 1979, Detection of lard in canned meat, *Research Bulletin, Faculty of Agriculture, Ain Shams University*, 1043, p:17.
- Ergin, G., 1976a, Erzurum ve Kars yöresi tereyağlarının Gaz-kromatografik analizi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7, 3, s: 77-92.

- Ergin, G., 1976b, Erzurum ve Kars yöresi tereyağlarının Gaz-kromatografik analizi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7, 4, s: 1-16.
- Farag, R.S., Abd-El-Samad, A., El-Rafey, H.H.A., 1980, Detection of lard and shortening adulteration in pure buffalo and cow ghee, Research Bulletin, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, 1283, p:23.
- Fischer, K., Freudenreich, P. Hoppenbrock, K.H., und Sommer, W., 1990, Einflüsse von Fütterung, Mastengewicht und Geschlecht auf die Fettqualität beim Schwein: Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung, Klumbach. 29, Nr. 108, p: 130-139.
- Freeman, N.K., 1968, Application of infrared absorption spectroscopy in the analysis of lipids, Journal of the American Oil Chemists Society, 40, p: 798-809.
- Grampone, M.A., Moyna, P., 1983, Characteristics of Uruguayan beef tallow, Journal of the American Oil Chemists Society, 60, 7, p:1331-1332.
- Grampone, M.A. 1990, Characteristics of Uruguayan mutton tallow, Journal of the American Oil Chemists Society, 67, 12, p: 980.
- Gunstone, F.D., Harwood, J.L., Padley, F.B., 1995, The Lipid Handbook, 2 nd. Ed. Chapman & Hall, Chemical Database, p: 490-492.
- Guyot, A.L., 1978, Detection of animal body fats in milk fat by triglyceride gas liquid chromatography, International Dairy Congress, E, 400.
- Hermann, C.H., Mcglade, J.J., 1974, Industrial application for animal fatty oils, Journal of the American Oil Chemists Society, 51, p: 88-92.
- Hilditch, T.P., Williams, P.N., 1964, The Chemical Constitution of Natural Fats; Spottiswoode, Ballantyne & Co. Ltd. London & Colchester, p: 369, 387, 406.
- Imamura, M., Niiya, I., Matsumoto, T., 1969a, The Bömer number. IX. Correlation between physical properties and the Bömer number of lard, Journal of Japanese Oil Chemists Society, 18, 3, p: 124-131.

- Imamura, M., Niiya, I., Maruyama, T., Matsumoto, T., 1969b, The Bömer number. X. Detection of foreign fat by differential thermal analysis, *Journal of Japanese Oil Chemists Society*, 18, 4, p: 171-176.
- Javidipour, İ., Ergin, G., 1994, Sığır içyağlarına karıştırılan domuz yağının saptanması, *Tarım ve Mühendislik*, 47, p: 30-34.
- Kaufmann, H.P., 1958, *Analyse der Fette und Fettprodukte*, I. Allgemeiner Teil., II. Spezieller Teil., Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, p: 1816.
- Kayahan, M., Tekin, A. Javidipour, I., Küçük, M., Karabacak, H., 1996, Ayçiçeği yağının bazı kimyasal özellikleri üzerine hidrojenasyonun etkisi, *Gıda*, 21, 5, s: 375-381.
- Keeney, P.G., 1961, Estimating the average carbon chain length of saturated fatty acid esters by infrared spectroscopy, *The Journal of the American Oil Chemists Society*, 39, p: 304-305.
- Kutsal, A., Muluk, Z., 1978, *Uygulamalı Temel İstatistik*, H. Ü. Fen Fakültesi Basımevi, Beytepe, s: 237.
- Litchfield, C., 1972, *Analysis of Triglycerides*, Academic Press, New York, p: 175.
- Magoli, E.S.B., Morad, M.M., Roushdi, M., 1979, Evaluation of some Egyptian animal fats and their use in shortenings, *Fette Seifen Anstrichmittel*, 81, 6, p: 244-245.
- Movia, E., Remoli, S., 1977, Application of enzymatic hydrolysis to determine the genuineness of butter, 1977, *Bollettino Dei Chimici Dei Laboratori Provinciali*, 7, p: 187-192.
- O'Connor, R.T., 1956, Application of infrared spectrophotometry to fatty acid derivatives, *American Oil Chemists Society*, 33, p: 1-15.
- Parodi, P.W., 1971, Detection of synthetic and adulterated butterfat. III. Triglyceride fatty acid analysis, *Australian Journal of Dairy technology*, 26, 4, p: 155-158.

- Rashwan, M.R.A., 1986, Studies on the detection and evaluation of lard in some food products, Ph.D. Thesis, Faculty of Agric. , Assiut Univ. Egypt.
- Rashwan, M.R.A., Youssef, M.,K.,E., 1989, Detection and evaluation of lard adulteration in pure goat and mutton tallow, Proceedings, International Congress of Meat Science and Technology, 35, II, p: 542- 548.
- Saeed, T., Abu-Dagga, F., Abdulrahman, H., 1986, Detection of pork and lard as adulterants in beef and mutton mixtures, Food Adulteration, Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 69, 6, p: 999-1002.
- Saeed, T., Ali, S.G., Abdulrahman, H.A., Sawaya, W.N., 1989, Detection of pork and lard as adulterants in processed meat: Liquid chromatographic analysis of derivatized triglycerides. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 72, 6, p:921-925.
- Schon, I., 1974, Beeinflussung von Fleisch und Fettgewebe durch kokosfettenthaltende Fütterung an Mastschweine, Fleischwirtschaft, 54, 11, p: 1813-1814, 1817.
- Schon, I., 1977, Variation der Fettbeschaffenheit im Rindfleischangebot, Fette Seifen Anstrichmittel, 79, 9, p: 365-374.
- Schon, I., 1978, Charakteristische Eigenschaften Tierischer Fettgewebe, Fleischwirtschaft, 58, 8, p: 1313-1320.
- Soliman, M.M.A., Younes, N.,A., 1986, Adulterated butterfat : Fatty acid composition of triglycerides and 2-monoglycerides, Journal of the American Oil Chemists Society, 63, 2, p: 248- 250.
- Szonyi, C., Craske, J.D., Tait, R.S., Poulos, A., 1962, The determination of mutton tallow in mutton / beef tallow mixture, Journal of the American Oil Chemists Society, 39, p: 185-188.

- Van De Voort, F.R., Sedman, J., Emo, G., Ismail, A.A., 1992, Rapid and direct iodine value and saponification number determination of fats and oils by attenuated total reflectance / fourier transform infrared spectroscopy, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69, 11, p:1118-1123.
- Vanoni, M.C., Colombini, M., Amelloti, G., 1978, Adulteration of butter with beef suet and lard. I. GLC analysis of fatty acids, *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 55, 10, p: 320-325.
- Verbeke, R., Brabander, H.F., 1979, An alternative method for the detection of pork fat adulteration with beef tallow, *Proceedings of the European Meeting of Meat Research Workers*, 25, 9.3:767-9.3:772.
- Yıldız, A., Genç, Ö., 1993, Enstrumental Analiz , H.Ü. yayınları, A-64, s:104.
- Younes, N.A., Soliman, M.A., 1986, Adulteration of butterfat with other sources of fat, *Grasas Y Aceites*, 37, 4, p: 200-203.
- Younes, N.A., Soliman, M.A., 1987, Adulteration of butterfat: Sterol composition, *Grasas Y Aceites*, 38 , 6, p: 372-374.
- Youssef, M.K.E., Omar, M.B., Skulberg, A., Rashwan, M., 1986, Estimation of lard in beef tallow by GLC, *Proceedings of the European Meeting of Meat Research Workers*, 32, II, 9:9, p: 455-457.
- Youssef, M.K.E., Rashwan, M., 1987, Detection and evaluation of lard adulteration in pure buffalo and cow butter, *Proceedings of the European Meeting of Meat Research Workers*, 33, II, 8:4, p: 373-376.
- Youssef, M.K.E., Omar, M.B., Skulberg, A., Rashwan, M., 1988, Detection and evaluation of lard in certain locally processed and imported meat products, *Food Chemistry*, 30, p: 167-180.
- Youssef, M.K.E., Rashwan, M., 1989, GLC detection and assessment of lard adulteration in buffalo tallow, *Proceedings, International Congress of Meat Science and Technology*, 35, II, p: 549-555.

7. EKLER

EK-1.

1994-1995 Yıllık ithalat bilgisi

Ürün Adı (1994)	Ölçü Adı	Miktar	Dolar
Ertitilmiş domuz yağları- Sınai amaçlı	Kg	854.945	290.612
Domuz yağları-diğer amaçlı	Kg	14.341	27.923
Kümes hayvanlarının yağları-sınai amaçlı	Kg	5.900	15.816
Siğır, koyun/keçi kemik yağları-sınai amaçlı	Kg	157.914	30.537
Siğır, koyun/keçi diğer yağları-sınai amaçlı	Kg	76.827.304	33.722.172
Siğır yağları-diğer amaçlı	Kg	7.266.682	3.781.302
Koyun /keçi yağları-diğer amaçlı	Kg	22.000	16.796
Sıvı don yağı-sınayi amaçlı	Kg	6.080	7.161
Diğer domuz yağları-diğer amaçlı	Kg	3.055	4.102
Toplam	Kg	85.158.221	37.896.421
Ürün Adı (1995)			
Ertitilmiş domuz yağları- Sınai amaçlı, diğer	Kg	170.859	77.362
Domuz yağları-diğer amaçlı	Kg	9.692	21.881
Kümes hayvanlarının yağları	Kg	8000	24.772
Siğır, koyun/keçi kemik yağları-sınai amaçlı	Kg	420.790	211.422
Siğır, koyun/keçi diğer yağları-sınai amaçlı	Kg	122.434.200	67.938.474
Siğır yağları-diğer amaçlı	Kg	4.618.581	3.822.535
Koyun /keçi yağları-diğer amaçlı	Kg	18.150	21.647
Diğer domuz yağları	Kg	3.040	4.451
Toplam	Kg	127.683.312	72.122.544
GENEL TOPLAM	Kg	212.841.533	110.018.965

1996 (İlk 7 Aylık) İTHALAT BİLGİSİ

Ürün Adı	Ölçü Adı	Miktar	Dolar
Diğer katı domuz yağları-sınai amaçlarla kullanılan, diğer	Kg	100	363
Kümes hayvanlarının katı yağları	Kg	6.000	21.264
Siğır, koyun, keçilerin kemik yağı, artıklardan elde edilen yağlar	Kg	191.680	103.233
Diğer siğır yağları	Kg	8.840.903	5.983.909
Diğer koyun ve keçi yağları	Kg	1.787.463	951.091
Sıvı don yağı (insan gıdası olarak kullanılan ürünlerde kullanılanlar)	Kg	2.850	4.938
Toplam	Kg	10.828.996	7.064.798

EK-1. (Devamı)**1994-1995 Yıllık ihracat bilgisi**

Ürün Adı (1994)	Ölçü Adı	Miktar	Dolar
Sığır, koyun/keçi diğer yağları-sınai amaçlı	Kg	2.855.345	1.608.782
Sığır yağları-diğer amaçlı	Kg	2.300	2.803
Koyun /keçi yağları-diğer amaçlı	Kg	1500	2.932
Sıvı don yağı-sınai amaçlı	Kg	208	345
Diğer domuz yağları	Kg	537	764
Toplam	Kg	2.859.890	1.615.626
Ürün Adı (1995)			
Domuz yağları-diğer amaçlı	Kg	250	142
Sığır, koyun/keçi diğer yağları-sınai amaçlı	Kg	6.405.554	4.768.829
Sığır yağları-diğer amaçlı	Kg	550	940
Sıvı don yağı-sınai amaçlı	Kg	5	6
Toplam	Kg	6.406.359	4.769.917
GENEL TOPLAM	Kg	9.266.249	6.385.543

1996 (İlk 7 Aylık) İHRACAT BİLGİSİ

Ürün Adı	Ölçü Adı	Miktar	Dolar
Diğere katı domuz yağları-sınai amaçlarla kullanılan, diğer	Kg	20.358	24.241
Sığır, koyun, keçilerin kemik yağı, artıklardan elde edilen yağlar	Kg	18.500	27.250
Diğer sığır yağları	Kg	224	148.394
Diğer domuz yağları	Kg	115	824
Toplam	Kg	39.197	201.209

EK-2. Lipidlerin analizinde kullanılan önemli fonksiyonel grupların infrared absorpsiyon bantları (Gunstone et al., 1995)

Fonksiyonel grup	Absorpsiyon türü	Frekans (cm ⁻¹)
-CH ₃	CH gerilim	2962; 2872
	CH eğilme (simetrik)	1450
	CH eğilme (asimetrik)	1375
-OCH ₃	CH eğilme	1430
-CH ₂	CH gerilim	2962; 2853
	CH eğilme	1465
-C(CH ₃) ₂ (izopropil)	CH eğilme	1385; 1365
-C(CH ₃) ₃ (t-bütil)	CH eğilme	1395-1385; 1365
C=C (alifatik)	C=C gerilim, izolen	1680-1620
	C=C gerilim, fenil, konjuge	1625
	C=C gerilim, C=O veya C=C konjuge	1600
-CH=CH (trans)	CH düzlem dışı (deformasyon)	970-960
-CH=CH (cis)	CH düzlem dışı (deformasyon)	690
-CH=CH ₂	CH gerilim	3095-3075
C=C (aromatik)	=C-H gerilim	3030
RC≡CR	C≡C gerilim	2260-2190
RC≡CH	C≡C gerilim	2140-2100
	C-H gerilim	3300
-C-OH	O-H gerilim, serbest OH	3650-3590
	O-H gerilim,	3400-3200
-C-OH	C-O gerilim	1150-1140 (üçlü)
		1120-1100 (ikincil)
		1075-1010 (birincil)
-C-O-C-	C-C gerilim	1250
	cis	830
	trans	890
Keton C=O	C=O gerilim, doymuş keton	1725-1705
	α,β- doymamış keton	1685-1665
Karboksil, RCOOH	C=O gerilim	
	doymuş yağ asidi	1725-1700
	α,β- doymamış asit	1715-1690
	C-O gerilim	1320-1210
R-COO ⁻	C=O gerilim (asimetrik)	1610-1550
	C-O gerilim (simetrik)	1400-1300
Ester, RCOOR	C=O gerilim	
	doymuş ester	1750-1730
	α,β- doymamış ester	1730-1717
	β- keto ester (enol)	1650-1540
	C-O gerilim	
	formatlar	1200-1180
	asetatlar	1250-1230
	propionatlar	1200-1150

EK-2. (Devamı)

Fonksiyonel grup	Absorbsiyon türü	Frekansı (cm ⁻¹)
Fosfatlar	P=O gerilim (serbest)	1300-1250
	P=O gerilim (bağlı)	1250-1200
	P-O-C (alifatik)	1050-1000
	P-O-C (aromatik)	1240-1190, 995-850
	P-O ⁻	1110-1090, 2700-2560
R-O-PO(OH) ₂ serbest asit	P-OH	2700-2560
	P=O gerilim	1240-1180
	P-O-C	1070-1000
R-O-PO(OCH ₃) ₂	P=O gerilim	1275-1180
	P-O-CH ₃	1190, 1040
Sulfatlar R-O-SO ₂ -O ⁻	S=O gerilim	1265-1200, 1080-1040
	C-O gerilim	1040-990 (birincil)
		990-930 (ikincil)
	S-O gerilim	840-760
R-O-SO ₂ -O-R-	S=O gerilim	1440-1350, 1230-1150
	C-O gerilim	1040-930
	S-O gerilim	850-760

Ek-3. Saf sığır içyağı, koyun kuyruk yağı, tereyağı ve domuz yağının yağ asidi bileşimleri (% metil ester)

	S	K	T	D
Bütirik asit	-	-	2.22	-
Kaproik asit	-	-	1.70	-
Kaprilik asit	-	-	1.31	-
Kaprik asit	-	-	2.24	-
Laurik asit	-	-	2.42	-
Miristik asit	3.08	5.49	12.7	1.47
Miristoleik asit			3.94	-
Palmitik asit	25.1	22.6	33.7	26.3
Palmitoleik asit	3.12	4.89	4.15	2.47
Stearik asit	32.4	11.6	9.95	17.7
Oleik asit	34.3	44.3	23.6	42.5
Linoleik asit	1.91	4.16	1.49	9.32
%Doym. / %Doy.	0.65	1.35	0.50	1.20
C16:0 / C18:0	0.77	1.95	3.38	1.48
C18:0 / C18:2	17.0	2.79	6.68	1.90
Palmitik Asit Zenginleştirme Faktörü	0.80	0.43	1.34	2.94
(%) 2-Monogliseritteki Palmitik Asit	20.0	9.79	46.7	77.1

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Issa Javidipour

Doğum Yeri : Tahran

Doğum Yılı : 1960

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

İlk, Orta ve lise : 1967-1979, Don Bosco Koleji, Tahran

Lisans : 1984-1990, Hacettepe Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : 1990-1992, Hacettepe Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora : 1992-1998, Hacettepe Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yabancı Dil : İngilizce

İş Tecrübesi : Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Pilot
Entegre İşletmesinde Pastörizasyon
Sorumlusu, 1991-1998.