

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AFYONKARAHİSAR İLİNDE YEMEK SEKTÖRÜNDE KULLANILAN  
KIZARTMALIK YAĞLARIN KULLANILABİLİRLİK DÜZEYLERİNİN  
SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ VE KULLANILAN BU YAĞLARIN  
EKONOMİYE KAZANDIRILMASI**

**Erman DUMAN**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MAYIS 2008**

## ONAY SAYFASI

**Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR** danışmanlığında,  
**Erman DUMAN** tarafından hazırlanan  
**“AFYONKARAHİSAR İLİNDE YEMEK SEKTÖRÜNDE KULLANILAN  
KIZARTMALIK YAĞLARIN KULLANILABİLİRLİK DÜZEYLERİNİN  
SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ VE KULLANILAN BU YAĞLARIN  
EKONOMİYE KAZANDIRILMASI”**

başlıklı bu çalışma lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri  
uyarınca

**06 /05 / 2008**

tarihinde aşağıdaki jüri tarafından  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında  
Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Unvanı, Adı, SOYADI

İmza

Başkan : **Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR**

Danışman : **Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR**

Üye : **Yrd. Doç. Dr. Murat OLGUN**

Üye : **Yrd. Doç. Dr. Mustafa UÇAR**

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

.... / ..... / 2008

tarih ve

..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Doç. Dr. Zehra BOZKURT**

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### AFYONKARAHİSAR İLİNDE YEMEK SEKTÖRÜNDE KULLANILAN KIZARTMALIK YAĞLARIN KULLANILABİLİRLİK DÜZEYLERİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ VE KULLANILAN BU YAĞLARIN EKONOMİYE KAZANDIRILMASI

Erman DUMAN

**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR

Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinde faaliyet gösteren restoran, fast-food ve catering firmalarından alınan toplam 25 adet numunenin önemli yağ asitleri, trans yağ asitleri, peroksit değeri ve serbest yağ asitleri bakımından analizleri yapılmıştır. Referans teşkil etmesi bakımından, kızartmada kullanılmamış taze ayçiçeği yağı ile laboratuvar şartlarında 180°C’de, 3’ er dakikalık art arda 15 kez 50’şer gramlık patatesler kızartılarak ve kızartma sonrası kullanılan yağ soğutulup, her kızartma sonrası alınan yağ numunelerine, oleik, linoleik, linolenik, trans yağ asitleri , peroksit değeri ve serbest yağ asitleri bakımından analizler yapılarak, piyasadan toplanan yağların analiz sonuçları ile kıyaslanmıştır. Bu çalışmanın amacı, Afyonkarahisar ilinde restoran sektöründe kullanılan kızartmalık yağların, insan sağlığı üzerine etkileri ve ulusal ekonomiye katkısıdır. Yaptığımız çalışmalar sonucu, 180 °C’de 3 dk. ardı ardına kullanılan kızartmalık yağların serbest yağ asitlik derecesi açısından Türk Gıda Kodeksi’nin belirlediği max.0,6 (% oleik asit cinsinden) değerine 8. kızartma da ulaştığı fakat serbest yağ asitliği açısından yağın acılaşmaya başladığı 0,3 değerine 3. kızartmada ulaştığı saptanmıştır. Peroksit sayısı açısından ise TGK’nin belirlediği max.10 meq/kg değerine 6. kızartma da ulaştığı fakat peroksit değeri açısından da yağda hidroperoksitlerin oluşmaya başladığı 5 meq/kg değerine 3. kızartmada ulaştığı saptanmış olup, gerek serbest yağ asitliği, gerekse peroksit ve trans yağ asitliği açısından kızartma amacıyla bir yağın en fazla 3 kez kullanılabilceği ve her kullanım sonrasında yağın süzülmesi, gerektiği tespit edilmiştir. Ayrıca kullanılan yağın kızartma sayısı arttıkça önemli yağ asitlerinin konsantrasyonunda da azalma yönünde küçük sapmaların olduğu tespit edilmiştir. Afyonkarahisar ili catering, fast-food ve diğer hazır gıda işletmelerinden alınan kızartmalık yağ numunelerinin de serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı analizlerinin sonuçları, bu işletmelerin yarısından fazlasının bu yağları 3 kezden fazla kızartma amacıyla kullandıkları tespit edilmiştir.

**2008, 74 sayfa**

**Anahtar kelimeler:** Kızartmalık Bitkisel Yağlar, Kızartma, Yağ Kimyası, Sağlık

## **ABSTRACT**

M. Sc. Thesis

# **THE EFFECTS of REUSED FRYING OILS on EDIBILITY and HEALTH in CATERING INDUSTRY of AFYONKARAHISAR PROVINCE and RECYCLIBILITY of THESE OIL into TURKISH ECONOMY**

Erman DUMAN

**Afyon Kocatepe University**  
**Graduate School of Natural and Applied Sciences**  
Department of Food Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR

In this study, significant fatty acids, trans fatty acids, peroxide value and free fatty acids of twenty five samples collected from general restaurants, fast-food restaurants and catering companies in Afyonkarahisar province and neighbourhood were analyzed. Fresh sunflower oil was used as reference oil, 15 time frying was made in same oil 50 g potato pieces were fried at 180 °C with 3 minutes in every frying intervals. Oleic, linoleic, linolenic, trans fatty acids, peroxide value and ffa of this fresh oil after every frying process were measured and compared to oils collected from different sources. The purpose of this study was to determine utilization level of frying oils for restaurant sector to reveal their effect on human nutrition and health and to detective contrubition of recycling oils to national economy. As a result of the study, free fatty acids level reached to maximum codex level % 0,6 at 8 th frying interval and this level in it reached % 0.3 codex level at thirth frying interval. This point is assumed as starting of rancidity level. 6 th frying interval gave 10 meq/kg of peroxide value and this point is accepted maximum codex level of Turkish Food Codex, but hidroperoxide occurrence level of 5meq/kg seemed at thirth frying interval as a result of this findings it could be said that three times frying could be made and these oils must be filtered after each use and stored in cold conditions. Oil results collected from common restaurants, fast-food restaurants and catering companies in Afyonkarahisar province show that more than half of the these companies use these frying oils at least more than three times.

**2008, 74 pages**

**Key Words:** Fried Vegatable Oils, Fried, Oil Chemistry, Health

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarımın her aşamasında, bilgi ve deneyimlerini her zaman benimle paylaştığı ve manevi destek sağladığı için saygı değer hocam sayın Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR, a sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca her konuda destek veren ve özverilerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme en derin şükranlarımı sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımı Oruçoğlu Yağ San. AR-GE laboratuvarında ve Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Uçucu Yağlar laboratuvarında gerçekleştirmemi sağlayan Oruçoğlu Yağ San. Yöneticilerine, Sayın Prof. Dr. Musa Özcan ve Gıda Mühendisi Sabire Erüenal'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca bu tezin fikir aşamasındaki analitik önerilerinden, istatistik çalışmalarındaki ve düzenlemelerindeki yardımlarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat Olgun ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet Metin Kumlay'a şükranlarımı sunar, bilgi ve deneyimlerinden yararlanmama olanak sağlayan Sayın Prof. Dr. Mustafa Solak, kıymetli hocalarım ve arkadaşlarıma da içtenlikle teşekkür ederim.

Erman DUMAN

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	v
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	vi
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>RESİMLER DİZİNİ</b> .....	viii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	ix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	6
2.1 İnsan Gıdası Olarak Yağın Önemi.....	6
2.2 Yağların Kimyasal Kompozisyonu.....	7
2.2.1 Yağların Temel Yapı Unsurlarından Biri Olan Önemli Yağ Asitleri Ve Genel Yapıları.....	8
2.3 Gıda ile Alınan Yağların Metabolizması.....	11
2.4 Kızartmanın Kuramı.....	12
2.5 Kızartmalık Yağlar.....	13
2.6 Kızartma İşlemi Sırasında Yağlarda Oluşan Değişiklikler.....	14
2.6.1 Kızartma da kullanılmış yağ içerisinde oluşan diğer maddeler ve Bu Maddelerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	17
2.6.1.1 Polar Olmayan Dimeler (Apoler Dimerler).....	19
2.6.1.2 Polar Dimerler.....	19
2.6.1.3 Oligomerler.....	19
2.6.1.4 Okside Olmuş Steroller.....	20
2.6.1.5 Dioksinler.....	20
2.6.1.6 Poli Aromatik Hidrokarbonlar.....	21
2.6.2. Kızartılan Ürünlerde Oluşan Değişiklikler.....	21
2.6.3. Kızartma Yağlarında İstenen Nitelikler.....	22
2.7. Kullanılmış Kızartmalık Yağların Çevreye Verdiği Zararlar ve Geri Dönüşümü.....	24

<b>3. MATERYAL VE METOD</b> .....	26
3.1. Materyal.....	26
3.2. Metot.....	26
3.2.1. Bitkisel Ayçiçeği Yağı'nın Isıl İşleme Tabi Tutulması.....	26
3.2.2. Örneklerin Alınması ve Analize Hazırlanması .....	26
3.2.3 Türev Oluşturma .....	27
3.2.3.1 Bitkisel Yağların Alkali Katalizli Transesterifikasyonu.....	27
3.2.4 Uygulanan Analizler.....	28
3.2.4.1. Gaz Kromatografisi.....	28
3.2.4.2 Oleik Asit cinsinden Serbest Yağ Asitliği.....	29
3.2.4.3. Peroksit Değeri Tayini .....	30
<b>4. BULGULAR</b> .....	32
4.1. Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin İçeriklerinin Önemli Yağ Asitleri (Oleik, Linoleik, Linolenik, Trans Yağ Asitliği, Serbest Yağ Asitliği) ve Peroksit Sayısı Yönünden Değerlendirilmesi.....	32
4.1.1. Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerinin İçeriklerinin Trans Yağ Asidi Yönünden Değerlendirilmesi .....	32
4.1.2. Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin İçeriklerinin Oleik Asit Değerleri.....	34
4.1.3. Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin İçeriklerinin Linoleik Asit Değerleri.....	36
4.1.4. Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin İçeriklerinin Linolenik Asit Değerleri.....	38
4.1.5 Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin Serbest Yağ Asitliği Değerleri.....	40
4.1.6 Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin Peroksit Sayısı Değerleri.....	43
4.2. Kızartmalar Sonucu Elde Edilen Yağ Numunelerinin İçerdikleri Önemli Yağ Asitleri (Oleik, Linoleik, Linolenik Yağ asidi) ile Trans Yağ Asidi, Serbest Yağ Asitliği, Peroksit Sayısı Değerlerinin Her Kızartma Sonrası Değişimleri.....	46

4.2.1. Oleik Asidin(C18:1,9-Oktadesenoik asit) Her Kızartma Sonrası Değişimi.....	46
4.2.2. Linoleik Asidin(C18:2, w-6,9-Oktadekadiyenoik asit) Her Kızartma Sonrası Değişimi.....	48
4.2.3.Linolenik Asidin (18.3, w-6,9,12-Oktadekatriyenoik asit) Her Kızartma Sonrası Değişimi.....	50
4.2.4. Trans Yağ Asitlerinin Her Kızartma Sonrası Değişimi.....	51
4.2.5. Serbest Yağ Asitliğinin (FFA) Her Kızartma Sonrası Değişimi.....	54
4.2.6. Peroksit Değerinin Her Kızartma Sonrası Değişimi.....	56
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>58</b>
5.1. Beslenme Fizyolojisi Açısından Önemli Olan Yağ asitleri (Oleik, Linoleik, Linolenik Yağ Asitleri) Kompozisyonu.....	58
5.2. Trans Yağ Asitliği.....	60
5.3. Serbest Yağ Asitliği (FFA) Değeri.....	62
5.4. Peroksit Değeri.....	64
5.5. Kullanılmış Kızartmalık Yağların Geri Dönüşümü.....	65
5.6. SONUÇ.....	67
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>69</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>XV</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### 1. Simgeler

%	Yüzde Oranı
lt	Litre
C	Karbon
H	Hidrojen
O	Oksijen
°C	Santigrat Derece
R-	Alkil Grubu
—COOH	Karboksil Grubu
w	Omega İşareti
β	Beta
kg	Kilogram
mg	Miligram
+	Artı
cc	Cubic centimeter
g	Gram
KOH	Potasyum Hidroksit
m	Metre
sn	Saniye
NaOH	Sodyum Hidroksit
meq	Mili ekivalent
N	Normalite
KI	Potasyum İyodür
lt	Litre
kcal	Kilokalori
mm	Milimetre
Mm	Mikrometre

## 2. Kısaltmalar

k J	Kilojoule
Mol	Mol
FAO	Birleşik Devletler Gıda ve İlaç Dairesi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
Tr	Trans
FA	Fatty Acid (Yağ asidi)
LDL	Düşük Dansiteli Lipoproteinler
HDL	Yüksek Dansiteli Lipoproteinler
GC	Gaz Kromatografisi
HPLC	Sıvı Kromatografisi
PAH	Poli Aromatik Hidrokarbonlar
DNA	Deoksi-ribonükleik Asit
FID	Flammenionisationdetektor / Alev İyonizasyon Detektörü
FFA	Free Fatty Acid (Serbest Yağ Asidi)
ns	No Significant (önemsiz)
C.V.	Coefficient of Variation ( Varyasyon Katsayısı)
ark.	Arkadaşları
L.S.D	Least Significant Difference (En Az Önem Farklılığı)
Max.	Maksimum
KKH	Koroner Kalp Hastalığı
TCH	Trigliserit Kolesterol
Ch	Kolesterol
AOCS	American Oil Chemists' Society (Amerikan Yağ Kimyası Kurumu)
MG	Monogliserit
DG	Digliserit
İnt. Kyn.	İnternet Kaynağı
TGK	Türk Gıda Kodeksi
vd.	Ve diğerleri

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa No</u>
2.1	18 karbonlu yağ ve karbonhidratın CO <sub>2</sub> ve H <sub>2</sub> O düzeyine değin yakılmaları,	6
2.2	Yağ asitlerinin trans ve cis izomerizasyonları	10
2.3	Kızartma sırasında, meydana gelen bozulma ürünlerinin prosesi	17
4.1	Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin trans yağ asitliği değerlerinin bölgesel ortalamaları,	34
4.2	Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin % oleik yağ asitliği değerlerinin bölgesel ortalamaları,	36
4.3	Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin % linoleik yağ asitliği değerlerinin bölgesel ortalamaları,	38
4.4	Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin % linolenik yağ asitliği değerlerinin bölgesel ortalamaları,	40
4.5	Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin serbest yağ asitliği değerlerinin bölgesel ortalamaları,	42
4.6	Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin peroksit sayısı değerlerinin bölgesel ortalamaları,	45
4.7	Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % oleik asit değışimi,	47
4.8	Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % linoleik asit değışimi,	48
4.9	Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % linolenik asit değerleri,	51
4.10	Kızartma sonucu elde edilen numunelerin trans yağ asitliği değışimi,	53
4.11	Kızartma sonucu elde edilen numunelerin serbest yağ asitliği değışimi,	55
4.12	Kızartma sonucu elde edilen numunelerin peroksit değerlerinin değışimi,	57
5.1	Afyonkarahisar ilinde erişkin yaş grubunda koroner kalp hastalıkları öyküsü olanların oranı ,	61

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
2.1. Değişik yemeklik yağların kızartmada kullanılabilirliğine ilişkin göreceli süreler	14
2.2. C <sub>18</sub> serisi yağ asitlerinin 250°C’ de saptanan indüksiyon Periyodu ve rölatif hızı	15
2.3 Kızartma işlemlerinde ilk kez kullanılacak sıvı yağlarda Bulunması gereken niteliklerin bazıları	23
4.1 Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin trans yağ asitliği Yönünden varyans analizi,	32
4.2. Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların trans yağ asitliği değerleri,	33
4.3. Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin oleik asidi yönünden varyans analizi,	34
4.4. Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış Bitkisel kızartmalık yağların % oleik asit değerleri,	35
4.5. Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin linoleik asidi Yönünden varyans analizi,	36
4.6. Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde Kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların % linoleik asit değerleri,	37
4.7. Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin linolenik asidi yönünden varyans analizi,	38
4.8. Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların % linoleik asit değerleri,	39
4.9. Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin serbest yağ asitliği yönünden varyans analizi,	40
4.10. Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların serbest yağ asitliği değerleri,	41
4.11. Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin peroksit sayısı yönünden varyans analizi,	43
4.12. Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların serbest yağ asitliği değerleri,	43

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
4.13. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin oleik asit yönünden varyans analizi,	46
4.14. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % oleik asit değerleri,	46
4.15. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin linoleik asit yönünden varyans analizi,	48
4.16. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % linoleik asit değerleri,	48
4.17. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin linolenik asit yönünden varyans analizi,	50
4.18. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % linolenik asit değerleri,	50
4.19. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin trans yağ asitliği yönünden varyans analizi,	51
4.20. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin trans yağ asitliği değerleri,	52
4.21. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin serbest yağ asitliği yönünden varyans analizi,	54
4.22. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin serbest yağ asitliği değerleri,	55
4.23. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin peroksit değeri yönünden varyans analizi	56
4.24. Kızartma sonucu elde edilen numunelerin peroksit değerleri,	56
5.1. Afyonkarahisar ilinde erişkin yaş grubunda sık görülen bazı kronik hastalıklar	60

## 1. GİRİŞ

Beslenme, açlık duygusunu bastırmak, karın doyurmak ya da canının çektiği şeyleri yemek içmek olmayıp, sağlığı korumak, geliştirmek ve yaşam kalitesini yükseltmek için vücudun gereksinimi olan besin öğelerini yeterli miktarlarda ve uygun zamanlarda almak için bilinçli yapılması gereken bir eylemdir. Bilim adamları sağlıklı bir beslenmenin, bizi kalp hastalıkları, arterit, katarak ve bazı kanser türlerine karşı koruduğunu ispatlamışlardır Bu bağlamda, insanoğlunun canlılığın ve yaşamın gerektirdiği işlevleri sürdürebilmesi için, bilinen tüm besin öğelerini yeterli miktarda, sürekli olarak alması gerektiği de, değişik araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Köylüoğlu ve Yurteri 1999, Kara 2006).

İnsanoğlunun alması gereken besin öğelerinden karbonhidratların, vücudumuzdaki en temel işlevleri enerji kaynağı olmalarıdır. 1 gr karbonhidrat yaklaşık 4 kcal enerji sağlamaktadır. Doğru beslenen bir birey enerjisinin yarısından fazlasını karbonhidratlardan sağlamakta ve insan vücudundaki tüm dokular enerji gereksinimi için karbonhidratları kullanmaktadırlar. Akbaba (2007) tarafından da beyin dokusunun enerji gereksinimi için sadece karbonhidratları kullanmaktadır. Ayrıca karbonhidratlar, proteinlerin enerji için kullanılmasını önlemektedirler. Karbonhidratlar aynı zaman da eklemlerin aralarını kayganlaştırmakta ve vücutta suyun tutulmasını da sağlamaktadırlar. Gereğinden fazla alınan karbonhidratlar ise vücut tarafından yağlara dönüştürülmekte ve bu şekilde vücut tarafından depolanmaktadır ( İnt. Kyn. 5).

Proteinler ise, yapı ve fonksiyon maddeleri olarak, biyokimyasal açıdan çok önemli bir yere sahiptir ve canlı bünyesinde en fazla işleve sahip moleküllerdir. Proteinler, enzimlerin ve polipeptid hormonların yapısında bulunmak suretiyle vücuttaki metabolizmanın düzenlenmesini sağlaması, kastaki kontraktıl proteinler sayesinde hareketin sağlanması, kemikteki kollojen proteinlerin bir betondaki çelik demirler gibi davranarak bu yapıyı güçlendirmesi, dolaşımda hemoglobin ve plazma albümini gibi proteinlerin hayat için gerekli molekülleri taşıması, immunoglobulinlerin enfeksiyöz bakteri ve virüsleri yok etmesi gibi birçok önemli görevlere sahiptirler. Vücutta günlük protein alınımı, her kg başına 0,8 gram olacak şekilde alınmalıdır. Vücut karbonhidrat

ve yağ yetersizliğinde, enerji üretmek için proteinleri yakmakta bu durumda birçok olumsuzluğa neden olmaktadır (İnt. Kyn. 8).

Vitamin ve minerallerde vücudumuzda gerçekleşen tüm işlemlerde anahtar rol oynayan ortak fonksiyon gösterdikleri diğer besin öğelerinin yerine de çalışarak organizmada birçok işin aksamadan yerine getirilmesini sağlayan besin öğeleridir. Bu maddelerden vitaminler, düzenleyici olarak çalışan, koenzim veya bir enzim ortağı olarak görev yapan kompleks kimyasal maddelerdir. Yağda çözünen vitaminler, A, D, E, K vitaminleri olmak üzere dört gruptur. Suda çözünen vitaminler ise B ve C vitaminleri olmak üzere iki gruptur. Bitkisel yağlar özellikle E vitamini bakımından iyi bir kaynaktır. E vitamini özellikle bitkisel yağlarda antioksidan görevi gören, kalp ve damar sağlığı yönünden son derece önemli olan eikosanoidler ve prostaglandinler için bir ön maddedir. Mineraller ise kemik, diş ve tırnak gibi dokularda hücrelerin önemli bir kısmını oluşturan, enzimlerle birlikte çalışan ve organizmada gerçekleşen enzimatik reaksiyonları hızlandıran besin öğeleridir. Hormon üretimi, sinirlerden mesaj iletimi gibi, bir çok biyolojik reaksiyonda, reaksiyonu hızlandırıcı rol oynarlar. Kalsiyum, iyot, demir, magnezyum, fosfor, potasyum, selenyum, sodyum, çinko en önemlileridir ve mineraller olmadan vitaminler görev yapamaz (İnt. Kyn. 6, Samur 2006)

Gıdalarda bulunan proteinler, vitaminler, mineraller, karbonhidratlar ve yağlar ile ilgili insan sağlığını nasıl etkilediklerine dair son yıllarda birçok araştırma yapılmış olmasına rağmen, bu besin öğelerinden yağlar üzerinde yapılan araştırmalar birçok değişik vücut fonksiyonunda rol oynamaları açısından en çok araştırılan besin öğesi olduğu görülmektedir. Yağlar, yağ asitlerinden oluşmakta ve yağ türleri içerdikleri yağ asitlerinin özellikleri ile belirlenmektedir. Doymuş yağlar ve doymamış yağlar olarak iki grupta incelenirler. Daha çok hayvansal besinlerde bulunan doymuş yağlar, insan sağlığı için zararlı yağlardır. Bitkisel besinlerde ve balıklarda bulunan doymamış yağlar ise insan sağlığı için yararlıdır (İnt. Kyn. 7).

Yağlar insan vücudundaki hücre, doku ve organların yapılarında yer aldıklarından, yaşamın sürdürülebilmesi ve vücudun değişik işlevlerini yerine getirebilmesi için, mutlaka alınması gereken besin öğeleridir. Bu besin öğesi canlının anatomik yapısının

oluşum ve korunmasındaki önemli işlevleri yanında, vücudun estetik görünümünü de etkiledikleri bilinmektedir (Köylüoğlu ve Yurteri 1999).

Yağların vücut sıcaklığının ve suyun korunmasında, izolatör olarak görevleri vardır. Sindirilmeleri diğer besin öğelerine kıyasla daha uzun sürdüğünden, canlılarda daha uzun süreli bir tokluk hissi yaratırlar. Sinirler de yapılarında yağ bulundurlar. Yağda çözünen provitaminler ve vitaminler yanında, seksüel hormonların sentezlendiği steroidler, kimi enzimler, antioksidan etkideki terpen, glikozit ve alkaloit yapısındaki kimi aktif maddeler, kimi metallerle (iyot, mangan, demir, çinko, bakır, fosfor ve kalsiyum) bunların metaloitleri için taşıyıcılık görevi yaparlar. Hayvansal organizmada sentezlenemeyen esas yağ asitleri gibi kimi elzem bileşiklikler için de, yegane kaynak durumundadırlar. Beslenme açısından, yağlar iştah açıcı bir etkiye sahiptirler (Demirci 2003).

Yukarıda bahsettiğimiz yağların olumlu etkilerinin yanı sıra, vücutta aşırı alınmaları sonucu yağların yapılarında bulunan doymuş yağ asitleri ve trigliseritlerin kandaki seviyesi artmakta ve buna paralel olarak da kandaki LDL oranı artarak çeşitli damar tıkanıklıkları, tansiyon ve kalp hastalıklarına neden olduğunu bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Ayrıca yapılan son araştırmalarda fazla yağlı besin tüketimi sonucu, şişmanlayan kadınlarda, bu aşırı yağlanma kadın üreme organları üzerinde olumsuz etkilere neden olarak adet görme ve gebe kalmada sorunlar ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Aşırı yağlı balıklarda da, fazla yağlanmadan dolayı döllenme problemleri ile karşılaşmıştır (Ersöz 2005).

Günümüzün endüstrileşmiş dünyasında, en önemli ve yaygın ölüm nedenlerinden biri olarak kabul edilen kalp-damar hastalıklarının ortaya çıkışında, cinsiyet, yaş, diyabet, oburluk, hareketsizlik ve gut gibi faktörlerin etkili olduğu biliniyorsa da, yüksek tansiyon ve hiperkolestrolemının bu lezyonun oluşum ve akut bir nitelik kazanmasında çok etkili olduğu bilinmektedir. Nitekim özellikle hayvansal yağlar ve kızartılmış gıdalar bakımından zengin diyet alınması, lipit metabolizmasında bozukluklara neden olmakta ve artan plazma kolesterolü nedeniyle, kalp-damar hastalıklarının ortaya çıkışında, ciddi bir risk faktörü oluşturmaktadır. Bu nedenle günümüzde kalp-damar



hastalıklarının yaygınlığı söz konusu olduğunda, yukarıda değinilen faktörlere ek olarak, öncelikle diyetteki yağın nicelik ve niteliği ile damarlarda oluşan aterom plakları arasındaki yakın ilişki üzerinde durulmaktadır (Anonim 2004).

Aşırı vücut yağı kaybı, ölümcül hastalıklara neden olabilmektedir. Bu durum bazen kişilerin sıkı bir diyet uygulamaları ya da beslenme ile ilgili rahatsızlıklar sonucu meydana gelebilir. Bu gibi durumlarda vücut kendine has bir güvenlik mekanizmasını faaliyete geçirerek gebelik ve laktasyon gibi fazla enerji gerektiren durumları engeller (Kayahan 2003).

Ancak yağ tüketiminde sağlık esaslarını iyi bir şekilde kavrayarak uygulamaya koyabilmek ve özellikle yağ tipi ile tüketim biçimine ait ayrıntıları iyice anlayabilmek esastır. Bu açıdan vücuda alınan yağın sindirimi, Emilimi ve vücutta taşınarak yıkımı sırasında oluşan başlıca metabolik tepkime ve ürünlerinin gerektiğince bilinmesi sağlıklı bir yağ tüketim alışkanlığının geliştirilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Kayahan 2002).

Günümüzde, insanların zamanlarının kısıtlı olması nedeniyle dış mekânlarda (lokanta, restoran, catering ve fastfoodlar da ) beslenmeye yönelmeleri ve bu mekânlarda kullanılan kızartmalık yağların sürekli ve değiştirilmeden kullanılması sonucu, bu yağların yapılarındaki doymamış yağ asitleri zamanla oksidasyona uğramakta, bunun sonucu olarak da kullanılan yağ acılaşmakta ve ileriki aşamalarda insan sağlığı açısından olumsuz etkileri ispatlanan trans yağ asitleri oluşarak, giderek daha da polimerleşmekte ve insan sağlığı açısından yukarıda bahsettiğimiz çok önemli tehditleri ortaya çıkarmaktadır.

Yapılan araştırmalar göstermektedir ki, kızartmalık yağlar çevre açısından da çok büyük risk oluşturmaktadır. Çünkü bitkisel ve hayvansal yağ atıklarının kalorileri çok yüksektir. Bu atık yağlar, suya, kanalizasyona döküldüğü zaman su yüzeyini kaplar, su sistemine zarar verir, havadan suya oksijen transferini önler, zamanla suda bozularak sudaki oksijenin tükenmesini hızlandırır. Atık su kanal borularına yapışarak boru kesitinin daralmasına ve tıkanmasına neden olur. Kullanılmış bitkisel yağlar atık su

kirliliğinin % 25'ini oluşturmaktadır. Denize, akarsuya ve göle ulaşan bitkisel atık yağlar, kuşlara, balıklara ve diğer canlı türlerine zarar vermektedir. Yukarıda sıralanan olumsuzluklardan dolayı gelişmiş ülkelerde kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağların kanalizasyona, yüzey sularına dökülmesi kesinlikle yasaktır. Ekonomik açıdan ise Türkiye’de yılda 1.5 milyon ton sıvı yağ tüketilmekte ve bu sıvı yağların 350 bin tonu atık haline dönüşmektedir. Bu rakam dikkate alındığında 175 milyon dolarlık atık yağ pazarı varlığından söz edilmektedir ( İnt. Kyn. 2).

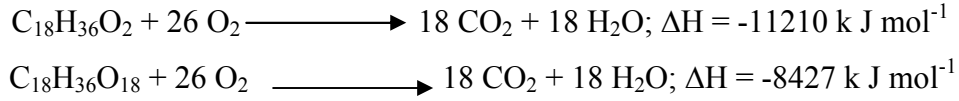
Tarım İl Müdürlüğü ve Lokantacılar Odası verilerine göre Afyonkarahisar merkezi ve ilçelerinde, toplam 135 adet lokanta/restoran ve catering faaliyet göstermektedir. Normalde işletmenin büyüklüğüne bağlı olarak bir işletmede minimum haftalık 10 lt atık yağ çıkmasına rağmen yapılan anketler sonucu bu oranın 1lt’ye kadar düştüğü gözlenmiş ve kızartmalarda kullanılan yağların birçok işletmede kullanıldıktan sonra atılmadığı, diğer yemeklere ve tatlı ürünlerine katıldığı gözlenmiştir. Ayrıca yemek sektöründeki büyük işletmelerin genelinin bu atık yağları, lisanslı atık yağ toplayıcılarına verdikleri, küçük işletmelerinde kanalizasyona verdikleri tespit edilmiştir.

Üreticilerin ve tüketicilerin, bu atık yağların insan sağlığı üzerine zararlı etkileri ile bu atık yağları nasıl değerlendirecekleri konusunda bilinçsiz olmaları nedenlerinden dolayı bu durumlarla karşılaştığı gözlenmiştir. Ayrıca, Avrupa ülkelerinde kızartma yağları ile ilgili nitelikler 1973 yılında belirlenmiş olmasına rağmen, ülkemizde Tarım Bakanlığı tarafından bu konuyla ilgili belirlenmiş bir standart olmayıp, çalışmalar hazırlık aşamasındadır, Çevre Bakanlığı tarafından ise bu atık yağların toplanması ile ilgili 2005 yılında bir yönetmelik yayınlanmıştır (Anonim 2005) Bu bağlamda, bu çalışma ile Afyonkarahisar ilinde yemek sektöründe kullanılan bitkisel kızartmalık yağların, kullanılabilirlik düzeyleri belirlenerek, toplum sağlığı açısından risk taşıyıp taşımadıkları ve bu kullanılan yağların milli ekonomiye nasıl kazandırılacağı ortaya konacaktır.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1. İnsan Gıdası Olarak Yağın Önemi

Katı ve sıvı yağlar, insan ve hayvan diyetlerinde temel bileşen olarak yer alan bileşiklerdir. Yaşayan organizmanın gereksinim duyduğu enerji, hücrelerde depolanmış olan gıda maddelerinin yakılması ile sağlanmaktadır. Düşük sayıda oksijen içermelerine rağmen yüksek sayıda karbon içeren yağlar, bir gramının yanması sonucu, içerdikleri yağ asitlerinin zincir uzunluğuna bağlı olarak ortalama 9,3 kcal'lik bir ısı enerjisi vermeleri nedeniyle enerjisi yoğun besin ögesi ya da ilerde vücuda enerji sağlamak üzere yapılan depolamanın en ekonomik şekli olarak kabul edilirler. Bu depolama sırasında yağlar vücudun değişik doku ve organlarında adi poz bezi yada yağ dokusu olarak depolanmakta ve gerektiğinde kontrollü bir şekilde oluşan yanma tepkimeleri sonucu, enerji vererek parçalanmaktadırlar (Anonymous 1993).



**Şekil 2. 1.** 18 karbonlu yağ ve karbonhidratın CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O düzeyine değin yakılmaları,(Ganguly 1994).

Yağ tüketimi konusunda yapılan pek çok araştırma sonuçları irdelenerek hazırlanan tarafsız FAO-WHO Ortak Uzmanlar Grubu'nun hazırladığı raporlarda da, sağlıklı bir yağ tüketimi için aşağıdaki tavsiyelere yer verilmiştir. Buna göre;

1. Günlük kalorinin en az % 15'i yağlardan sağlanmalı, fakat bu oran % 30 u kesinlikle aşmamalıdır.
2. Doymuş yağ asitlerini yüksek oranda içeren gıdalardan sağlanan kalori oranı, günlük kalorinin % 10'unu aşmamalıdır.
3. Poliyenik yağ asitlerini içeren gıdaların alımı ile sağlanan kalori miktarı, günlük kalorinin en az % 4'ünü oluşturmalı, ancak % 10'unu aşmamalıdır.
4. Kolaylıkla okside olarak serbest radikalleri oluşturduklarından, alınan her bir gram poliyenik yağ asidi için, en az 6 mg tokoferol (vitamin E) alınmalıdır.

5. Günde diyetle direkt olarak alınan kolesterol miktarı 300 mg'ı aşmamalıdır (Demirci 2003).

Bu doğrultuda, kızartma işlemi sırasında yağda ve üründe oluşan değişiklikler ile bunların beslenme açısından etkilerinin anlaşılabilmesi için yağların kimyasal yapılarının ve insan vücudu içerisindeki metabolizmalarının anlaşılması gerekmektedir.

## **2.2. Yağların Kimyasal Kompozisyonu**

Katı ve sıvı yağlar, gliserol ve yağ asitlerinden oluşan trigliseritlerin hakim olduğu bileşikler grubudur. Bu bileşikler suda çözünmediği halde pek çok organik çözücüde çözünür ve sudan daha düşük yoğunluğa sahiptirler. Normal oda sıcaklığında sıvı formdan katı forma kadar değişim gösteren bir erime aralığında bulunabilmektedirler. Oda sıcaklığında katı formda iseler katı yağlar (fats), sıvı formda iseler sıvı yağlar (oils) olarak tanımlanmaktadır (Certel vd. 1992).

Bitkisel yağların % 95'den fazlasını trigliseridler oluşturmaktadır. Diğer % 5'lik kısmında ise minör bileşikler olarak ifade edilebilen mono ve digliseridler, serbest yağ asileri, fosfotidler, steroller, yağda çözünen vitaminler ve diğer maddeler bulunmaktadır. (Gökalp vd. 2001)

Majör bileşen olan trigliseritler; bir gliserol molekülü ile üç yağ asidi molekülünün esterleşmesi ile oluşmakta ve trigliseridler yapılarındaki yağ asitlerinin kompozisyonuna göre ikiye ayrılmaktadırlar. Eğer trigliserid yapısındaki yağ asitlerinin üçü de aynı ise basit trigliserid, 2 veya 3 farklı yağ asidinden oluşuyorsa karışık trigliserid olarak isimlendirilmektedirler (Hamilton and Bhatı 1980 ).

Minör bileşenlerden olan mono ve digliseridler ise, bir gliserin molekülünün, tek bir çeşit yağ asidi ile tepkimeye sokulması ile ikisi mono gliserid, ikisi de Digliserit olmak üzere dört basit gliserid molekülü meydana gelmektedir. Ayrıca, sindirim sisteminde

trigliseritlerin normal parçalanması ile mono ve di gliseridler meydana gelmektedir. (Yazıcıoğlu 1988, Kayahan 1998).

Yağların minör bileşenleri içerisinde yer alan serbest yağ asitleri ise, genellikle ester yapısında bulunan maddelerin, enzimatik veya kimyasal ya da her iki yolla birden hidrolizi sonucu, serbest hale geçen yağ asitleridir. Kızartma işlemleri sırasında, ortamda suyun bulunması, yağların hidrolizine neden olmakta ve bunun sonucunda da yağ içerisindeki serbest yağ asitliği artarak acılaşma meydana gelmektedir (Ganguly 1994, Gökalp vd. 2001,). Fosfotidler ise yapısında genellikle gliserol'e bağlı olarak yağ asitleri, fosforik asit ve nitrojen içeren bileşiklerdir. Yemelik yağlarda genel olarak bulunan fosfotidler, lesitin ve sefalindir (Kaufmann 1958). Steroller; steroid iskeletine ilaveten, 8–10 karbonlu bir yan zincir ve bir alkol grubu içeren bileşiklerdir. Steroller hem hayvansal katı yağlarda hem de bitkisel sıvı yağlarda bulunabilirler. Birincil hayvansal katı yağ sterolu kolesteroldür. Bitkisel sıvı yağ sterolleri ise 'fitosteroller' diye isimlendirilir. Sitosterol ve stigma sterol en iyi bilinen bitkisel sıvı yağ sterolleridir (Doğan ve Başoğlu 1985). Yağlarda stabilizasyonu etkileyen en önemli bileşikler ise antioksidan olarak bilinen tokoferol, sesamol, gassipol ve ferulik asit gibi bileşiklerdir. Bu maddeler özellikle yağlarda oksijenin oluşturduğu otooksidatif tepkimeye girerek kendileri okside olmak suretiyle yağ asitlerini oksidasyona karşı korumaktadırlar (Baltes 1975).

### **2.2.1. Yağların Temel Yapı Unsurlarından Biri Olan Önemli Yağ Asitleri ve Genel Yapıları**

Yağ asitleri, genellikle çift sayıda karbon atomu içeren, alifatik ve mono bazik asitler şeklinde tanımlanmaktadır. Şimdiye kadar açıklığa kavuşturulabilen yağ asitlerinin sayısının 200 den fazla olduğu bilinmektedir. (Kayahan 2003). Yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini yapılarında bulunan yağ asitlerinin yağdaki oranı ve çeşitleri etkilemektedir (Gökalp vd. 2001).

Bu doğrultuda, yemeklik katı ve sıvı yağlarda bulunan yağ asitleri, doymuşluk derecelerine göre; doymuş yağ asitleri ve doymamış yağ asitleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Yapılarındaki, karbon-karbon (-C-C-) bağları tek bir kovalent bağdan oluşuyorsa bu yağ asitleri doymuş yağ asitleri olarak, karbon-karbon arasında bir veya birden fazla kovalent çift bağdan oluşuyorsa doymamış yağ asitleri olarak isimlendirilmektedirler. Doymuş yağ asitleri, doymamış yağ asitlerine göre daha inortturlar, yani doymamış yağ asitleri içeren lipitlere göre daha şiddetli kimyasal şartlara maruz kaldıklarında yapılarında değişiklik meydana gelmez. Doymamış yağ asitleri ise, kızartma işlemi sırasında yağlarda oksidasyonun ilk başladığı yağ asitleridir ve doymuş yağlara oranla oksidasyona karşı daha dirençsizdirler (Wachs 1969, Ersöz 2005).

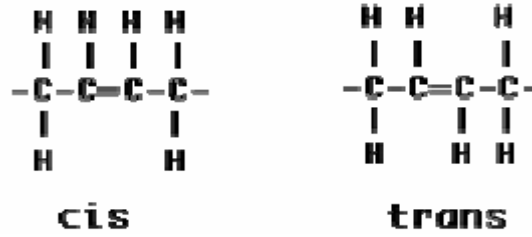
Yapısal açıdan doymamış yağ asitlerinden olan, omega-3 ve omega-6 yağ asitleri insan organizmasında, enzim sistemi vasıtasıyla oluşturulamayan esansiyel nitelikli besin elementleridir. Bunlar insan vücudunda sentezlenmemektedir ve zorunlu olarak dışarıdan besinlerle alınmalıdır. Bu iki temel yağ asidi birçok yağ asidinin ham maddesi veya yapı taşlarıdır. Bu yağ asitleri; hücre zarlarının, birçok önemli hormonun ve vücudun ne yaptığını söyleyen kimyasal habercilerin yapılması için gerekmektedir. Linoleik yağ asitleri grubu omega-6, linolenik yağ asitleri grubu da omega-3 grubu yağ asitleri olarak bilinmektedir (İnt Kyn. 9; Weis 2005)

Omega-3 ve omega-6 grubu temel yağ asitleri vücudumuzda prostaglandinlerin yapılması için özellikle önemlidir. Prostaglandinler hormon benzeri maddeler olup; vücuttaki birçok faaliyeti düzenlemekten sorumludurlar ve prostaglandinleri vücut, temel yağ asitlerinden üretmektedir. Bu yağ asitleri aynı zamanda doğal kan incelticilerdir ve kalp krizine yol açabilen kan pıhtılaşmasını önleyebilmektedirler. Temel yağ asitleri arterit (mafsal-eklem iltihabı) ve otoimmün hastalıkların semptomlarını hafifleten doğal iltihap giderici bileşiklerde içermektedirler (İnt. Kyn. 9).

Sağlık açısından temel yağ asitlerinin içerdiği bileşiklerin deney hayvanlarında kanser hücrelerini bloke edebildiği, insanlarda ise omega-3 grubu yağ asitlerinin göğüs kanseri hücrelerinin büyümesini engelleyebildiği birçok araştırmada ortaya konmuş olması

bakımından önem taşımaktadır (İnt. Kyn. 9). Temel yağ asitlerince yetersiz beslenen kişilerde özellikle bebeklerde ve çocuklarda, büyüme ve gelişme aksamakta, egzama, aşırı su kaybı, deride kızarıklıklar, mikroplara karşı dirençsizlik, anormal kan pıhtılaşması, böbrek yetmezliği ve karaciğer yağlanması gibi metabolik bozukluklar ortaya çıkabilmektedir (Yaprak vd. 2003).

Yapısal olarak doymuş ve doymamış olarak ayrılan yağ asitleri, geometrik izomerizasyon açısından da çift bağların ucundaki karbon atomlarına bağlı, hidrojen atomlarının konfigürasyonuna göre cis ve trans olmak üzere iki isim almaktadır. Buna göre, iki C atomu arasında bulunan çift bağda H atomları aynı tarafta ise cis, zıt tarafta ise trans izomerler ortaya çıkmaktadır. Geometrik izomeride, trans konfigürasyonu 't' harfiyle, cis konfigürasyonu ise 'c' harfiyle belirtilir. Bu harfler, yağ asidinin karboksil ucundan sayılmak üzere çift bağın moleküldeki pozisyonunu belirtmektedir (Larque et al. 2001).



**Şekil 2.2.** Yağ asitlerinin trans ve cis izomerizasyonları (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Yağ asitlerinin cis formu molekül zincirinde bükülmeye yol açarken, trans formu doymuş yağ asitlerinin düz zinciriyle benzerlik göstermektedir. Bitkisel yağlardaki doymamış yağ asitleri cis formda olup çift bağlar genellikle n-3, n-6 ve/veya n-9 pozisyonunda yer almaktadır(Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Gıdalar da trans-yağ asitleri, doymamış yağ asitlerince zengin bitkisel ve deniz ürünleri yağlarının hidrojen ve metal katalizör eşliğinde ısıtılması sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Yemelik bitkisel yağlarda ve gıdalarda en çok bulunan trans izomer yağ asidi 18 karbonlu ve tek çift bağlı Elaidik asit ve izomerleridir. (Katan et al. 1995, Zock et al. 1997).

İnsan vücuduna, gıdayla alınan trans yağ asitlerinin çoğunluğu margarin yenilmesi ile alınırken; fırında pişirilmiş gıdalar, kızartılmış hazır yiyecek ve önceden hazırlanmış dondurulmuş gıdayla da trans yağ asidi tüketilmektedir. Bunun yanı sıra besinlerin yağ da kızartılması besinlerin kalori değerini ve trans yağ asidi miktarını arttırmaktadır. Ayrıca, ince dilimler halinde yapılan kızartmalarda da besine geçen yağ miktarının arttığı tespit edilmiştir ( Salter 1995).

Çeşitli bilimsel çalışmalar, trans izomerlerinin insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinin bulunduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda da trans yağ asitleri, doymuş yağ asitleri gibi kötü kolesterol olarak bilinen düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) miktarını artırırken iyi kolesterol olarak bilinen yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) miktarını düşürerek kalp-damar hastalıkları riskini yükseltmektedir. Bu konuyla ilgili olarak toplum sağlığının önemini kavrayan ülkelerde, gıda endüstrisinde kısmi hidrojen ize yağların kullanımı, trans yağ asitleri alınımının düşürülmesi amacıyla azalma eğilimi göstermektedir (Ascherio 1999, Kara 2006)

Amerika’da yağ ve yağlı gıdalar üzerinde önemle duran Devlet Gıda ve İlaç idaresi tarafından 2003 yılında alınan karara göre, yemeklik yağlar ile yağlı gıdaların ambalaj ve etiketleri üzerinde içerdiği trans yağ asitleri miktarının belirtilmesi zorunluluğu getirilmiş ve gıda içerisindeki trans yağ asidi miktarının 0,5 gr/kg. geçmemesi gerektiği belirtilmiştir. (İnt. Kyn 3).

### **2.3. Gıdalar İle Alınan Yağların Metabolizması**

Gıda ile alınan yağların kimyasal kompozisyonu’nun yanı sıra onların vücuttaki metabolizmaları da çok önemlidir. Bu doğrultuda yağların sindirimi midede başlamakta ve ince barsak ta devam etmektedir. Yağ ve kolesterol içeren gıdanın yenilmesinden sonra onikiparmak bağırsağı ve ince barsak da, trigliseritler pankreatik lipazlar ile serbest yağ asitlerine ve az miktarda mono- ve digliseridlere parçalanarak, kolesterol esterler, serbest kolesterole ayrışmaktadırlar. Bu sırada fosfolipidler lizolesitin’e



dönüşür ve safra tuzu miçelleri suda çözünmeyen lipitlerin kısmen çözünmesine neden olur. Bu durum lipitlerin barsak içinde taşınmalarına ve barsak epitel hücrelerinin yüzeylerine ulaşmasına, oradan da hücre içine alınmalarını sağlamaktadır. Bu mekanizma sonucu, ortamda oluşan yağ, serbest yağ asitleri, gliseridler ve pankreatik lipaz enziminden oluşan karışım, safra tuzları tarafından ortam pH derecesi enzimin optimum çalışma koşulu olan 8.3 değerine ulaştığında, ince bağırsaklarda kuvvetle emülsiyeye edilmektedirler (Carey et al 1983, Ersöz 2005).

Yağların, emilimi sırasında serbest yağ asitlerinden on iki ve daha fazla sayıda karbon atomu içerenler, gliserofosfatın etkisi ile bağırsak epitel hücrelerinde yeniden trigliseritlere dönüştürülerek lenf dolaşımına verilirken, bunlardan orta zincir uzunluğunda (C12 -14) olanlar, albümine bağlanarak karaciğere gönderilmektedirler. Karaciğere gelen bu ürünler, daha sonra vücut gereksinimine göre, ya yeni ürünlerin sentezlenmesinde kullanılır, ya da yeniden trigliserit formuna dönüştürülerek depolanmak üzere yağ dokularında biriktirilmekte ve yağların vücutta sindirimi sonucu oluşan trigliseritler, fosfatitler ve kolesterol, kan yoluyla LDL ve HDL adı verilen lipoproteinler ile karaciğere ve hücrelere taşınmaktadır (Sidossis vd 1995, Demirci 2003).

Gıda olarak tüketilen yağların vücutta sindirim ve emilmeleri, 3-5 saatlik bir süreçte tamamlanmakta ve gereksinim fazlası bir yağ alımı söz konusu olduğunda, bu fazlalık yağ dokularına gönderilerek depolanmaktadır (Kayahan 2002).

#### **2.4. Kızartmanın Kuramı**

Kızartma, gıdaların tat ve tüketilebilirlik kalitesini geliştirmek amacı ile uygulanan temel bir işlem olarak tanımlanmaktadır. Kızartma işlemi sırasında uygulanan yüksek sıcaklık, gıda maddesinin yüzeyindeki, hatta dilimlenmiş formda olması halinde, tüm kitlesindeki suyun uçurulmasını sağlamaktadır. Ayrıca uygulanan bu yüksek sıcaklık nedeniyle, mikroorganizma ve enzimler inaktivasyona uğradığından, kızartmanın gıdalar üzerinde koruyucu etkisinin de olduğu bilinmektedir. Bir gıda maddesinin tam olarak kızarmış bir ürüne dönüşebilmesi için gerekli optimum süre; gıdanın tipi, yağın

kızartma sırasındaki sıcaklığı, kızartma yöntemi, gıda maddesinin dilim kalınlığı, lezzet ve kalite açısından beklenen değişiklik düzeyi gibi etkenlere bağlı olarak ortaya çıktığı bilinmektedir (Kayahan 2002).

Kızartma işleminde, kızartılacak gıda sıcak yağın içine daldırıldığında, yüzey sıcaklığı hızla yükselir ve içerdiği su buharlaşarak gıdadan uzaklaşmaya başlar. Ancak kısa bir süre sonra, aynen fırınlama işleminde olduğu gibi, gıdanın yüzeyinde oluşan kuruma sonucu, içe doğru ilerleyen bir kabuklaşma meydana gelmekte ve gıdanın yüzey sıcaklığı, içinde bulunduğu yağın sıcaklığına kadar yükselmektedir (Serim 1989).

## **2.5. Kızartmalık Yağlar**

Hidrojenizasyon işlemi yapılarak, doymamış yağ asitleri doymuş hale getirilen yarı katı yağlar ile üzerinde hiçbir teknolojik işlem yapılmadan sadece antioksidan ilavesiyle elde edilen catering tipi yağlara kızartmalık yağlar denilmektedir. Kızartmanın temel kuramı yüksek sıcaklıktır ve bu durumdan, kullanılan yağ içerisindeki doymamış yağ asitleri doğrudan olumsuz yönde etkilenmektedirler. Yarı katı yağların ve margarinlerin üzerinde hidrojenizasyon işlemi yapılarak doymamış yağ asitleri doymuş hale getirilmekte ve elde edilen yağın kızartma işlemi sırasında dayanımı arttırılmaktadır. Catering tipi kızartmalık yağların üretiminde ise yağ'a çeşitli antioksidanlar ilave edilerek kızartma sırasında öncelikle bu antioksidan maddelerin oksidasyona uğraması sağlanmakta ve yağın yapısındaki doymamış yağ asitleri korunmaya çalışılmaktadır. Normal bitkisel sıvı yağlarda kızartma amacıyla kullanılabilir, fakat bu yağların kızartmalık yağlara göre daha yüksek oranda doymamış yağ asitlerini içermeleri ve yapılarında doğal E vitamini dışında antioksidan madde bulunmaması, bu yağların kızartma işlemi sırasında kızartmalık yağlara göre daha kolay okside olmasına ve acılaşmasına neden olmaktadır (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

**Çizelge 2.1.** Değişik yemeklik yağların kızartmada kullanılabilmelerine ilişkin göreceli süreler (Belitz and Grosch 1992),

Yağ Çeşidi	Görece Süre	Yağ Çeşidi	Görece Süre
Ayçiçeği yağı	1,0	Tereyağı	2,3
Kolza yağı	1,0	Koko yağı	2,4
Soya yağı	1,0	Sığır iç yağı	2,4
Yerfıstığı yağı	1,2	Hidrojene soya yağı	2,3
Palm yağı	1,5	Hidrojene yerfıstığı yağı	4,4

Ayrıca kızartma işlemleri sırasında kullanılacak yağların neden olabileceği sakıncalar açısından, belirli niteliklerde olması gerekmektedir. Bu nedenle, kızartma yağlarının taşınması gereken bu niteliklerin doğru bir şekilde belirlenebilmesi için, kızartma işlemi sırasında gerek kullanılan yağda, gerekse kızartma ürünlerinde ne tür tepkimelerin hangi koşullarda oluştuğunun bilinmesi gerekmektedir.

## 2.6. Kızartma İşlemi Sırasında Yağlarda Oluşan Değişiklikler

Normal koşullar altında, yağlar içerdikleri antioksidatif etkideki maddeler ile yağ asitlerinin çeşit ve miktarlarına bağlı olarak, oksidatif tepkimelere karşı belirli bir direnç göstermektedirler. Genellikle indüksiyon periyodu olarak tanımlanan ve her yağ için, değişebilen bu sürede, oluşan oksidatif tepkimelerin büyük çoğunluğu, yağın içerdiği doğal antioksidan maddelerin (E vitamini gibi) oksidasyonu şeklinde ortaya çıkmaktadır. Yağın, nem ve oksijenin bulunduğu bir ortamda kızartma sıcaklığına kadar ısıtılması, oluşan oksidatif ve hidrolitik tepkimeler sonucu, yapısında uçucu karbonilli bileşiklerle, kısa zincirli asitlerin, oksit asitlerin, keto asitlerin, epoksi asitlerin ve alkollerin oluşumuna neden olmaktadır. Bu oluşumlara bağlı olarak da, tat ve koku bozulması ve renk koyulaşması meydana gelmektedir (Violat and Audisio 1987).

Yağların sıcaklık etkisiyle oksidasyonun da indüksiyon periyodunun uzunluğu ve tepkime hızı, birinci derecede lipitlerin yağ asitleri bileşimine bağlıdır. Çizelge 2.1 ve 2.2 de görüldüğü gibi yağ asitlerinin doymamışlık derecesi arttıkça (çift bağ sayısı),

oksidatif tepkimenin rölatif hızı artarak, bu yapıları içeren yağların indüksiyon periyodu kısalmakta ve yağ içerisindeki doymamış yağların, doymuş yağlara göre daha kolay okside oldukları anlaşılmaktadır.

**Çizelge 2.2.** C<sub>18</sub> serisi yağ asitlerinin 250°C’ de saptanan indüksiyon periyodu ve rölatif hızı, (Belitz and Grosch 1992)

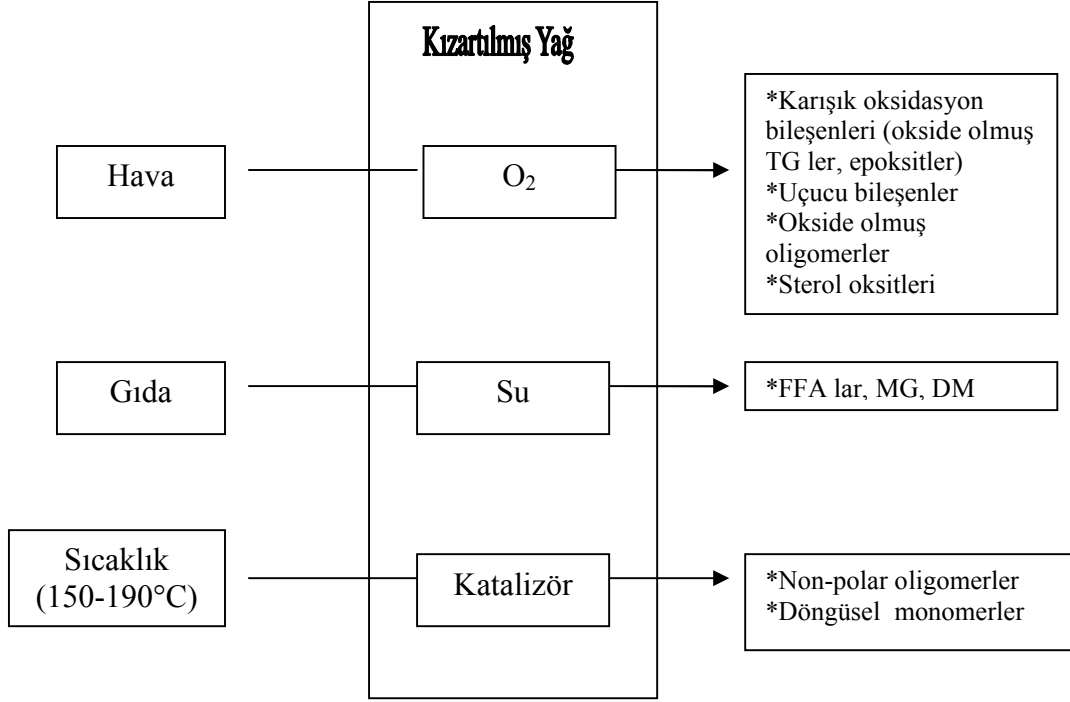
Yağ Asidi	Çift Bağ Sayısı	İndüksiyon. Periyodu (saat)	Rölatif hız
Stearik asit	0	-	1
Oleik asit	1	82,00	100
Linoleik asit	2	19,00	1200
Linolenik asit	3	1,34	2500

Normal koşullarda oluşan oto oksidasyon tepkimelerinden farklı olarak, kızartma işlemi sırasında oluşan oksidatif tepkimeler, 60 °C’nin üzerindeki bir sıcaklıkta gerçekleştiğinden, aslında bir termik oksidasyondur. Bu oksidasyon tipinde oluşan hidrojen peroksitlerin parçalanmaları ile ortaya çıkan ürünler, çok aktif maddelerdir. Yağların termik oksidasyonu en fazla kızartma ürünlerinin hazırlanması sırasında oluşmaktadır. Çünkü bu işlem sırasında yağ içine atılacak madde, bir yandan ısınması ve diğer yandan yapısındaki suyun uçması nedeniyle, yağın sıcaklığını bir miktar düşürse de işlemin sonlarına doğru ortam sıcaklığı 180°C civarına yükselmektedir. Bu koşullara uygun olarak oluşan değişik tepkimeler sonucu, ısıtılan yağdaki yağ asitleri gliserinden ayrılmakta ve doymamış yağ asitleri oksitlenerek, esansiyel etkilerini kaybetmektedirler. Böylece doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu oluşan trimerler nedeniyle de yağ kıvamlı bir yapı kazanmaktadır (Kayahan 1975, Demirci 2003)

Kızartma işlemi sırasında, doymamış yağ asitlerinin termik oksidasyonun da önce izolen yağ asitleri konjuge yapıya dönüşmektedir. Ayrıca Frankel’e (1991) göre de kızartma amacıyla kullanılacak yağlar, yüksek sıcaklıklarda ısıtıldığında, doymuş yağ asitlerinin β-oksidasyonu’nu, dekarboksilasyon ve metil ketonların oluşumları izlemektedir. Hidroperoksitlerin yüksek sıcaklık derecelerindeki β-oksidasyonu sonucu,

aldehitler oluşmakta ve bu aldehitlerden doymamış yapıda olanları, kızartma koşullarında süratle parçalanmaktadır. Bu arada kızartma koşullarında oluşan uçucu maddeler etkin tat ve koku maddeleri olup, çoğu kızartılan ürünlerde kızartma tadına neden olan doymamış yapıdaki laktonlardır. Bu laktonlar, kızartmalarda kullanılan yağlarda bulunan linoleik asidin oksidasyonu sonucu oluşup, başlangıçta gıda maddelerine hoş giden bir koku verdikleri halde, yağın ısıtılmasına devam edilmesi halinde, parçalanarak ortamda bozulmuş bir tat ve kokunun gelişmesine yol açmaktadırlar (Ünsal vd. 1992).

Yağlarda oluşan oksidatif tepkimeler sonucu, yağda çözünen vitaminler de tahrip olduklarından, yağın besin öğelerinde kayıplar meydana gelmektedir. Retinol (vitamin A) ile karotenoidler ve tokoferollar gibi maddelerden her birisinin parçalanması, yağın besin değerinin kayba uğramasının yanında, renginde ve aromasında istenmeyen değişikliklere neden olmaktadır. Bunlardan tokoferolların okside olmaları, tümüyle tahrip olana kadar yağların antioksidanla korunması etkisini yaratırsa da, özellikle yüksek oranda doymamış yağ asitlerini içeren bitkisel yağların, kızartma koşullarındaki oksidasyondan uzun süre korunmaları için yeterli olmamaktadır. Bunun doğal bir sonucu olarak da, bu tip yağlarda kızartma işlemleri sırasında, bir yandan bileşimdeki doymamış/doymuş yağ asitleri oranı düşerken, diğer yandan da oksidasyon derecesine bağlı olarak, linoleik asit gibi biyolojik aktivitesi yüksek doymamış esas yağ asitleri miktarında, tümüyle yok olacak derecede büyük kayıplar ortaya çıkabilmektedir (Saldamlı 1998).



**Şekil 2.3.** Kızartma sırasında, meydana gelen bozulma ürünlerinin prosesi (İnt. Kyn.1)

Başlangıç kızartma sıcaklarında yağda oluşan, hidroperoksitlerin ve serbest radikallerin yapıları stabil değildir ve bu düzeyde zararlı bileşen olarak fazla bir önem ifade etmemektedirler, fakat bu bileşenlerin seviyesi orta düzeye ulaştığında bu hidroperoksitler ve serbest radikaller büyük önem arz etmektedir. Kızartma derecesi arttıkça, yağ asitleri ve okside olmuş trigliseridler çeşitli yapısal formlar meydana getirebilmektedir. Fakat bu yapılar muhtemelen oksitleyici asitleri bağırsaklarda içlerine absorbe ettiklerinden, onların bu yolla hücre membranı ve lipoproteini kapsayan oksidasyon reaksiyonlarına katılarak sağlık açısından olumsuz şartlar oluşturdukları tespit edilmiştir (Sidossis et al. 1995).

### 2.6.1. Kızartmada Kullanılmış Yağlar İçerisinde Oluşan Diğer Maddeler ve Bu Maddelerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Kullanılan yağlardaki yağ asitlerinin farklılığına ve bunlardaki moleküller arasındaki bağların çeşitliliğine bağlı olarak oluşan diğer bileşenlerde cyclic (döngüsel) monomerlerdir ki bu bileşenler yağ asitlerinin moleküller arası döngüsel oluşumlar

tarafından oluşturulmaktadır. Bu cyclic monomerler daha özel bileşenlerdir. Dimerlerin, trimerlerin ve diğer polimerlerin insan vücudundaki absorpsiyonunun artması sonucu bu cyclic monomerlerin polimerler ile birleşerek daha yüksek toksin etki gösterdikleri bilinmektedir. Yağ içerisindeki çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik veya linolenik olandan herhangi birine bağlı olarak bu yapılardan bir veya birkaç tane oluşabildiği gözlenmiştir. (İnt. Kyn. 1.).

Kızartma işlemi sırasında yağlarda meydana gelen hidroliz ve termik oksidasyon, yalnızca neden oldukları tat ve koku bozulmaları yönünden önem taşımamakta, aynı zamanda oksidasyon sırasında oluşan kanserojenik maddelerde farklı boyutta, insan sağlığı açısından çok büyük olumsuzluklara neden olabilmektedir. Örneğin serbest yağ asitleri, mono ve di gliseridler genel bozulmayı kolaylaştırır. Uçucu oksidasyon ürünleri de, kullanılmış kızartmalık yağlarda ve onların içerisinde pişirilen gıdalar da istenilmeyen tat ve ransit yapının oluşmasından sorumludurlar. Ayrıca, kızartılmış yağ içerisinde hidroperoksitler çok çeşitli ve boldur, bu maddeler kızartılmış yağ içerisinde oluşan karışık yağ asitlerinden (özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinden) türemektedirler. Bu peroksitler okside olmuş ve okside olmamış birkaç serbest radikal oluşumunun başlangıç noktalarıdır ki bu peroksitler yüksek reaktifliğe sahiptirler ve insan sağlığı açısından olumsuzluğa neden olacak birkaç reaksiyona( dimerlerin, çevrimsel monomerlerin, karbonilli bileşenlerin, alkollerin, hidrokarbonların oluşumlarına) katılabilmektedirler (Sebedio et al. 1994, Chambers et al. 2000 ).

Yüksek ısıda kızartma sırasında orijinlerine göre, yukarıda bahsettiğimiz bileşenlerin yanı sıra dimer, trimer ve diğer polimerler oluşmaktadır ve bu bileşenler okside olmuş veya olmamışlıklarına göre a) apolar dimer ve polimerler (okside olmamışlar) ve b) polar dimerler ve polimerler (okside olmuşlar) 2 temel grup içinde sınıflandırılmaktadırlar ( İnt. Kyn. 1.).

### **2.6.1.1. Polar Olmayan Dimeler (Apolar Dimerler)**

Mono cyclic yapı sonucu oluşan bu ürünler, bicyclic ve tricyclic reaksiyonların oluşmasına sebep olmaktadır. Deneysel modeller üzerinde yapılan çalışmalarda, ısıtılmış bitkisel yağlarda bu bileşenlerin ölçümü (GC veya HPLC ile) gösteriyor ki, kızartma işleminde kullanılmış yağlar da bu bozulmuş bileşenler bol miktarda bulunmaktadır (% 10 ile % 30 arasında) (Chambers et al. 2000).

### **2.6.1.2. Polar Dimerler**

Apolar dimerlerin oluşumu durumunun tersine, polar dimerlerin oluşmaya başlaması ve bunların mekanizmaları daha değişkendir. Bunun nedeni bu bileşenlerin oluşumunda orijinlerinin kompleks olmasıdır. Modeller üzerinde yapılan çalışmalarda da, peroksitlerinden başlayarak, polar dimerlerin oluştuğu görülmüştür, fakat bu oluşum sırasında meydana gelen mekanizmalar çok kompleks olduğu için bunları tam bir şekilde açıklamak hala çok zordur. Oksijenli ortamdaki kızartma sıcaklıklarında yapılan kızartmalarda kullanılan yağlar üzerinde yapılan testler de, karbonil, hidroksil ve peroksit türevli ürünlerin oluştuğu doğrultusunda yol gösterici sonuçlar ortaya çıkmıştır ( İnt. Kyn. 1, Chambers et al. 2000)

### **2.6.1.3. Oligomerler**

Oligomerler üzerine yapılan çalışmalara göre, dimerler içerisinde oksijenle en yüksek oranda bağ kuran bileşikler oldukları bilinmektedir. Bu bileşenlerin konsantrasyonları, kızartma şartlarına ve kullanılan yağın yağ asidi kompozisyonuna da bağlı olarak yükselmektedir. Çeşitli araştırmacıların kızartma da kullanılmış atık yağlar üzerinde yaptıkları araştırmalar göstermektedir ki polar bileşenlerin değeri % 5,8 ile %57,7 arasında değişmektedir ve bu maddeler içerisinde ki toplam polimerlerin yüzdesi 1,7 ile 35 arasında bulunmuştur. (Chambers et al. 2000).



#### **2.6.1.4. Okside Olmuş Steroller**

Son yıllarda kolesterolün okside olmuş türevleri üzerine yapılan çalışmalarda, okside olmuş sterol türevlerinin özellikle arteroma plakları oluşumuna neden olduğu ve de hücreler için zararlı etkilere sahip oldukları belirlenmiştir. Kızartma işlemi ne kadar yüksek sıcaklıkta yapılırsa, tüm steroller de o derece bu sıcaklıktan etkilenmektedirler. Özellikle patates cipsi gibi kızartılmış ürünlerin içerisindeki sterol içeriği üzerine yapılan araştırmalarda, bu işlemlerde kullanılan yağlar içerisinde 1 kg da 2 ila 110 mg arasında sterol oksitleri, toplamda ise gıda ile birlikte 200 mg. üzerinde oksisteroller tespit edilmiştir (Guardiola et al. 1996)

#### **2.6.1.5. Dioksinler**

Kızartmada kullanılan yağların içerisinde gerek kullanım sırasında gerekse kullanımdan sonra dioksinlerin bulunduğu belirlenmiştir. Bu maddeler biyolojik açıdan zararlı etkilere sahiptirler. Hayvansal deneyler göstermektedir ki dioksinler ile dioksin benzeri ürünlere maruz kalma şekli (oral(ağız yolu ile), parenteral (bağırsak dışı yol ile), kütanöz (cilt yolu ile)) ile tipi (akut ve kronik olarak) değişkendir. Bu maddelerin deney hayvanların da tespit edilen en büyük etkileri şunlardır;

1-Anorexia ve yağ doku ile kas ağırlığının azalması. (wasting sendromu)

Bazı durumlarda ölüm görülebilmektedir.

2-Timus atrophy, korteks içerisindeki timus'un lenfositlerinin azalmasıdır. Hayvanların gelişme döneminde bağışıklık sisteminin bastırılmasına neden olmuşlardır.

3-Hepatotoxicity: Karaciğer hücrelerinin zehirlenmesine neden olmuşlardır.

4-Immunotoxicity: Bağışıklık sisteminin zarar görmesine neden olmuşlardır.

5-Reproductive toxicity: Üreme hücrelerinin zarar görmesine neden olmuşlardır.

6-Kanser oluşuna neden olmuşlardır; Dioksinlerin fareler, sıçanlar ve hamsterlar için güçlü bir kansorejen madde olduğu gözlenmiştir (İnt. Kyn. 1, Kocatürk 1997).

### **2.6.1.6. Poli Aromatik Hidrokarbonlar**

Poli aromatik hidrokarbonlardan (PAH) oluşan bileşenlerin çoğu çevrede bulunmaktadır. Bu maddelerin bazıları kanserojenik değildir, fakat bu maddeler diğer zararlı bileşenlerle bir arada bulduklarında sinerjik etki gösterebilmektedirler. Bu maddeler, dumanlama, kızartma, barbeküde pişirme ve farklı paketlenme tiplerinden kaynaklanacak şekilde gıdalar içerisinde oluşmaktadır. PAH lar beslenme ve solunum yoluyla insan vücuduna girmekte ve bu maddeler serum albümatların kompleks formları veya fosfolipidler yardımıyla diğer organlara dağılmaktadırlar. Bu maddeler uygun organa yerleştikten sonra başta karaciğer de olmak üzere enzimatik oksidasyondan sonra hidrolize ve dihidrolize uğramaktadırlar. Bunun sonucunda oluşan formlarda proteinlere ve nükleik asitlere yaklaşmakta ve onların DNA ya yaklaşmasıyla hücreesel mutasyonu ve kötü tümörlerin oluşturmaya başlamaktadır (Chambers et al. 2000).

Ayrıca, Frankel (2006) de kızartmada kullanılmış yağlar üzerine yaptığı bir çalışmada bu yağlarda oluşmuş PAH ların veya PAH ların reaksiyonu sonucu oluşan bileşiklerin bu yağlar içerisinde farklı hidroksil radikallerin oluşmasını tetiklediği gözlemlemiştir (Frankel 2006).

### **2.6.2. Kızartılan Ürünlerde Oluşan Değişiklikler**

Gıdaların kızartılmasındaki temel amaç, onlara istenen düzeyde renk, tat ve koku kazandırmaktır. Kızartma sırasındaki renk dönüşümü üzerinde birinci derecede Maillard tepkimesi'nin etkisi olmakla birlikte, ortamda oluşan uçucu bileşiklerin (polimerler, dioksinler) gıda tarafından emilmesi, koku ve tatta olduğu gibi, renk oluşumu üzerinde de etkili olmaktadır. Ayrıca, kızartılan gıda da renk ve aroma oluşumu, kızartma işleminde kullanılan yağın niteliği, kızartma işleminde kullanılan yağın üretim tarihi, yapılan kızartmanın sıcaklık derecesi ve süresi, kullanılan yağın daha önce ısı işlem görmüşlüğü ve düzeyi, gıda maddesinin dilim kalınlığı ve yüzey özellikleri ve kızartmadan sonra uygulanan işlemler gibi faktörlerde etkilemektedir (Kayahan 2002). Kızartılmış gıdada oluşan yüzey dokusunun özellikleri, gıda maddesinin içerdiği protein

ve polimerik karbonhidratlar ile yağda meydana gelen değişikliklere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Buna karşın besleyicilik değeri ise uygulanan kızartma yöntemi ve sıcaklık derecesi ile doğrudan ilişkilidir. Kızartmada yüksek sıcaklık uygulaması, gıda maddesinde süratli bir kabuk oluşumuna neden olmaktadır ( Chambers et al. 2000).

Kızartma işlemleri gıdada kurumaya neden olarak, raf ömrünün uzamasını sağlarken, özellikle yağda eriyen vitaminlerde ortaya çıkan kayıp sonucu, gıdanın besleyici değerinin önemli derecede düşmesine neden olmaktadır. Örneğin yağda yer alan E vitamini kızartma sırasında gıda yüzeyinde oluşan gevrek kabuk tarafından emilmekte ve daha sonraki depolama sürecinde, okside olarak kayba uğramaktadır. Bu konuda yapılan araştırmalar, kızartmadan sonra normal ya da oda sıcaklığında yapılan sekiz haftalık normal depolama sırasında, gıdanın içerdiği E vitamininin, % 77 oranında kayba uğradığını ve kızartılan patateslerdeki C vitamini kaybının, haşlanan patateslerdekine kıyasla daha düşük olduğunu ortaya koymuştur (Serim.1989).

Kızartma sırasında gıdadaki protein kalitesinde oluşan değişim, doğrudan kabuk oluşumu sırasında amino asitlerle şekerler arasında gerçekleşen Maillard tepkimesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Kızartılan gıdanın içerdiği karbonhidratlarla mineral maddelerde ise, herhangi bir değişim saptanamamıştır. Bu nedenle, bu maddelerde bir değişim oluşsa bile, bunun dikkate alınmayacak derecede önemsiz olduğu sanılmaktadır (Kayahan 2002).

### **2.6.3. Kızartma Yağlarında İstenen Nitelikler**

Tüketildiğinde insan sağlığını tehdit etmeyen bir kızartılmış gıda üretebilmek için eldeki tek olanak, termik oksidasyona dayanıklı yağ tiplerinin geliştirilmesidir. Konu bu yaklaşımla irdelendiğinde, kullanılacak yağın yağ asitleri bileşimi başta olmak kaydıyla trigliserit yapısı, ısıl işlemler yönünden geçmişi ve antioksidan maddeler yükü gibi diğer kimi nitelikleri de önem kazanmaktadır ( İnt. Kyn. 1).

Bu doğrultuda kızartma işlemlerinde kullanılan sıvı yağlarda bulunması gereken

niteliklerin bazıları Çizelge 2.3 de belirtilmiştir.

**Çizelge 2.3.** Kızartma işlemlerinde ilk kez kullanılacak sıvı yağlarda bulunması gereken niteliklerin bazıları (Kayahan 2002).

Renk	Açık sarı renkte olmalıdır
Koku	Oksidasyon sonucu oluşan iğneleyici özellikteki acılık tadı ve kokusu bulunmamalıdır
Serbest Asitlik	% 0,3'den az olmalıdır
Peroksit Sayısı	1'den az olmalıdır
Polimer bileşikler yükü	En çok % 1 olmalıdır
Dumanlanma noktası	Mutlaka 200°C'nin üzerinde olmalıdır

Avrupa ülkelerinde, ise 1970'li yılların başında birden fazla kızartma işlemlerinde kullanılabilecek yağlara ilişkin nitelikler belirlenmiş ve belirtilen değerlere ulaşma süresini belirlemek üzere, değişik yağ asidi bileşimindeki yağlarla yapılan pek çok araştırmada, doymuş yağ asitlerince zengin olan yağların bu değerlere ulaşması için gerekli kızartma süresinin, doymamış yağ asitlerince zengin olan yağlarınkine kıyasla birkaç katı daha fazla olduğu saptanmıştır. (Verschuen and Zevenbergen 1990).

Ayrıca, linolenik yağ asit içeriği yüksek olan yağların kızartmalarda kullanılması tavsiye edilmemektedir, çünkü bu yağ asidinin termal stabilitesi düşüktür, bu nedenle yağ içinde bulunan toplam yağ asitleri arasında bu yağ asidinin limitinin max. %2-3 olması gerekmektedir (Chambers et al. 2000).

Soya, mısırözü, ayçiçeği, kolza ve kanola yağları gibi yapılarında doymamış yağ asitlerini önemli miktarlarda içeren yağların, oksidatif tepkimelere karşı çok eğilimli oldukları, uzun yıllardan bu yana yapılan analizler sonucu, kesin olarak bilinmektedir. Bu nedenle bu tür yağlarla yapılan kızartmalar sırasında, bir yandan ortamda sağlıklı olmayan tepkime ürünleri oluşurken, diğer yandan da polar ve polimer ürünler ile

yapışkan maddelerin oluşum ve artışına bağlı köpüklenmelerin meydana geleceği unutulmamalıdır (Serim 1989).

## **2.7. Kullanılmış Kızartmalık Yağların Çevreye Verdiği Zararlar ve Geri Dönüşümü**

Kullanılmış bitkisel yağlar, atık su kirliliğinin %25 ini oluşturmaktadır. Bu atık yağlar, suya, kanalizasyona döküldüğü zaman su yüzeyini kaplamakta, su sistemine zarar vermekte, havadan suya oksijen transferini önleyerek, sudaki oksijenin tükenmesini hızlandırmaktadır. Kullanılmış bu yağlar, atık su arıtma tesisinin işletme maliyetini artırmakta ve atık su kanal borularına yapışarak boru kesitinin daralmasına ve tıkanmasına neden olmaktadır. Denize, akarsuya ve göle ulaşan bitkisel atık yağlar, kuşlara, balıklara ve diğer canlı türlerine zarar vermektedir. Bahsedilen bu olumsuzluklardan dolayı gelişmiş ülkelerde kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağların kanalizasyona, yüzeysel sulara dökülmesi yasaktır (İnt. Kyn.2).

Kullanılan kızartmalık yağlar, tekrar kullanılmaları yerine veya kanalizasyonlara atık olarak verilmeleri yerine, ülkeler bazında her ülkenin kendi içerisinde lisans verdiği firmalar tarafından toplanarak geri dönüşümü sağlanmalıdır. Lisans verilen firmalar, bitkisel ve hayvansal yağları toplamaları sırasında, bu yağların yapısında bulunan dioksin ve diğer zararlı maddelerin çevreye herhangi bir kontaminasyonunu engelleyecek şekilde toplama işlemini gerçekleştirmelidir (İnt. Kyn.1).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nca 2005/24 sayılı tebliğ ile yem sanayinde kullanılması, Sağlık Bakanlığı'nın 15.02.2006 tarih ve 1697 sayılı yazısı ile de sabun üretiminde kullanılması yasaklanmıştır. Kullanılmış kızartmalık yağların ülkemizde tek geri dönüşüm şekli, bu yağların biyodizel yapımında kullanılmasıdır. Konuyla ilgili olarak R.Diesel 1911 yılında "Bitkisel yağların motor yakıtı olarak kullanımının ülkelerin ekonomik gelişiminin ciddi bir katkısı olacağını" ifade etmiş ve 1912 yılında "Bitkisel yağların motorlarda kullanımı günümüzde önemsiz görünebilir, ancak bitkisel yağlar zamanla petrol ve kömür katranı kadar önem kazanacak" demiştir (Karahana 2005).

Biyodizel; kimyasal olarak yenilenebilir yağ kaynaklarından türetilen uzun zincirli yağ asitlerinin mono alkol esteri olarak tanımlanabilmektedir. Biyodizelin olumsuz bir toksik özelliği bulunmamaktadır. Ağızdan alındığında sofr tuzu biyodizelden 10 kat daha yüksek öldürücü etkiye sahiptir. İnsanlar üzerinde yapılan elle temas testleri biyodizelin ciltte %4'lük sabun çözeltisinden daha az toksik etkisi olduğunu göstermiştir. Biyodizelin sudaki canlılara karşıda herhangi bir toksik etkisi bulunmamaktadır. Buna karşılık 1 litre ham petrol 1 milyon litre suya toksik etkide bulunmamaktadır (Afacan, 2005)

Bu doğrultuda, kullanılmış kızartmalık yağlar, lisanslı firmalar tarafından toplanarak, biyodizel tesislerinde biyodizele dönüştürülebilmektedir. Bu yağların biyodizele dönüştürülerek geri dönüşümü sağlandığında hem milli ekonomiye önemli ölçüde katkı sağlanacak hem de bu yağlardan kaynaklanan çevre kirliliği minimize edilebilecektir.

### **3. MATERYAL VE METOD**

#### **3.1. Materyal**

Bu araştırmada Kerevitaş firmasına ait superfresh marka dilimlenmiş patatesler, kullanılmamış bitkisel ayçiçeği yağı ile Afyonkarahisar ilindeki fast-food, restoran ve catering firmalarından alınan ısıl işlem görmüş kızartmalık yağlar kullanılmıştır.

#### **3.2. Metot**

##### **3.2.1. Bitkisel Ayçiçeği Yağı'nın Isıl İşleme Tabi Tutulması**

Kerevitaş firmasına ait Superfresh dilimlenmiş patates cipsleri 50' şer gr lık kaplara konularak üzerleri polietilen ambalajla kapatılmış, buzdolabında 0 – (+4) °C arasında muhafaza edilmişlerdir. Beko marka fritz içerisine 4 lt kullanılmamış bitkisel ayçiçeği yağı koyularak, fritz içerisindeki yağın sıcaklığı 180°C' ye ulaşıncaya kadar yağ ısıtılmış ve yağın sıcaklığı fritzn üzerindeki ısı sabitleyici ile 180°C' ye sabitlenerek belli aralıklarla termometre ile kontrol edilmiştir. Yağın sıcaklığı 180°C' ye ulaştıktan sonra fritzn ısı kademesi sabitlenerek, bu yağın içerisine daha önceden hazırlanmış olan 50' şer gr'lık dilimlenmiş patatesler koyularak 3.dk'lık kızartma işlemi uygulanmıştır. Bu işlem sırasında optimum süreyi sağlamak için laboratuvar saati kullanılmıştır. Kızartma işlemi sonrasında, elde edilen patates cipsleri yağın içerisinden çıkartılarak, fritz içerisindeki sıcak yağ laboratuvar şartlarında ağzı kapalı ve karanlık ortam da oda sıcaklığına (+22°C'ye) kadar soğutulmuştur. Bu şekilde kızartma işlemi, her defasında taze dilimlenmiş patates kullanılarak 15 defa gerekleştirilmış ve her kızartmadan işleminden sonra +180 °C olan yağın sıcaklığı ağzı kapalı ve karanlık laboratuvar ortamında +22 °C' ye dşrlmştir (Cuesta vd. 2001).

##### **3.2.2. Örneklerin Alınması ve Analize Hazırlanması**

Analiz edilmek üzere her kızartma sonrası oda sıcaklığına kadar soğutulmuş olan yağdan iki paralel olacak şekilde 10 cc' lik şırıngalar ile toplam 20 cc örnek alınmıştır ve şırınga içerisindeki yağın ışıktan etkilenmesini engellemek için şırıngalar alüminyum

folyo ile sarılmıştır.

Ayrıca Afyonkarahisar ilinde 25 ayrı fast-food, restoran ve catering firmalarından alınan ısıtma işlemi görmüş kızartmalık yağ örneklerinin her biri 190 cc lik Şişecam marka cam kavanozlara koyulmuş ve etrafları da alüminyum folyo ile sarılarak, her bir örnekten türev oluşturmak için hazırlanmışlardır.

### **3.2.3 Türev Oluşturma**

Yağ asitleri, steroidler, aminler, fenoller gibi polar bileşiklerin veya polifonksiyonel grupları kuyruklu pike sebep olan bileşiklerin gaz kromatografisindeki analizleri için onların türevlerinin hazırlanması, yani kimyasal reaksiyonlarla başka bir bileşik haline dönüştürülmesi gerekmektedir. Türev teşkili kromatografik analizlerde önemli bir basamaktır (Hışıl 2004a)

#### **3.2.3.1 Bitkisel Yağların Alkali Katalizli Transesterifikasyonu**

Kita ve Lisinska (2005)'nin kullandığı metot modifiye edilerek kızartmada kullanılmış bitkisel yağ numunelerinin alkali katalizli trans esterifikasyonu yapılmıştır. Trigliseritlerin transesterifikasyonu temel bir katalizör bulunduran metanol içinde gerçekleştirilmektedir (Christopherson ve Glass 1969). Türevlendirme işlemi sırasında, 1ml 2 N Etanollu Potasyum Hidroksit (KOH) çözeltisi ve 7 ml %99'luk n-Heptane maddesi kullanılmıştır.

Kavanozlarda bulunan yağ numuneleri ile her kızartma sonrası şırıngalara alınan yağ numunelerinden 0,5 ml pipetle çekilmiş ve 10 ml lik santrifüj tüplerine koyulmuştur. Bunun üzerine 1ml 2N etanollu potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi ve 7 ml n-Heptane eklenmiştir. Hemen ardından santrifüj tüpünün ağzı kapatılarak bu karışım 1 dakika boyunca vorteks karıştırıcı da karıştırılmış ve reaksiyon sonlandırılmıştır. Reaksiyon sonlandırıldıktan sonra santrifüj tüpü santrifüjde 10 dakika santrifüj edilerek tam bir faz ayrımının olması sağlanmıştır. Daha sonra santrifüjden alınan tüpün berrak kısmından pipet yardımıyla 1ml çekilip gaz kromatografisinin de analiz edilmek üzere özel gaz kromatografisi numune şişeciğine alınmış ve ağzı kapatılmıştır (AOCS 1989)



### 3.2.4 Uygulanan Analizler

#### 3.2.4.1. Gaz Kromatografisi

Gaz kromatografisi yağ asitlerinin analizinde kullanılan en iyi yöntem olarak bilinmektedir. Hışıl (2004b) da belirttiği gibi, çok karbonlu yağ asitlerinin kromatogramdaki pik alanları örnekteki miktarıyla doğrudan ilişkilidir. Gaz kromatografisinin tekniğinin esası, belirli sıcaklık ve taşıyıcı gaz akış hızında, bir sıvı fazın içerisinde gazların çözünürlük farkları nedeniyle ayrılmalarına dayanır. Yağ asidi metil esterleri, yağların potasyum hidroksit ve n-Heptane ile muamele edilmesi sonucu hazırlanır ve daha sonra gaz kromatografisi ile belirlenir Bir gaz kromatografisi sisteminde şu kısımlar bulunur; -Taşıyıcı gaz, -Enjeksiyon bloğu, -Fırın (Kolon), - Detektör, -Data sistemi (Hışıl 2004b, Özkaya 1988 ).

Analizde Agilent Technologies 6890 N Network markalı gaz kromatografisi kullanılmıştır. Cihaz üzerinde FID (flammenionisationdetektor / alev iyonizasyon detektörü) detektörü kullanılmıştır. Kolon ise RTX-2330 marka olup, 60 m uzunluğunda, 0,25 mm çapında ve 0,20 Mm film kalınlığına sahiptir.

Cihaz açılmadan önce cihazın fırın kısmına 60 m uzunluğundaki yağ asitleri kolonu takılmıştır, fırın kısmının kapağı kapatılarak, cihaza bağlı olan yüksek saflıktaki kuru hava ve hidrojen gazlarının vanaları açılmış ve bunların basınçları 5 bar olacak şekilde ayarlamıştır, gazlar açıldıktan sonra cihaz ve daha sonra da cihazın bağlı olduğu bilgisayar açılarak online kısmı seçilmiştir. Bu işlemden sonra sırasıyla Instrument/Edit/Oven/ 6890 komutunda tanımlanmış olan ilet, coloms, oven, detectors ve signal değerleri kontrol edilmiş sıcaklık 165°C'ye, gazların akış hızları da 1 m/s ayarlanmıştır. Bu işlemden sonra cihazın sıcaklığı 30 °C den 165°C'ye yükselerek cihaz üzerindeki yeşil renkli ready yazısı görülmüş ve cihaz analize hazır hale getirilmiştir. Hazır hale getirilen, Gaz kromatografisinin yazılım programı da kullanılarak numune kodu, adı ve analiz tarihleri kaydedilmiştir. Bu işlemlerden sonra kullanılacak enjektör içerisine 5-6 kez n-Heptan çekilerek enjektörü temizlenmesi sağlanmış ve bu işlem

cihaza her numune verilisinde tekrarlanmıştır. Temizlenen enjektör içerisine 1 mikro litre numune çekilerek, enjektör içerisinde hava kabarcığı olmayacak şekilde hazır olan cihazın enjeksiyon bloğuna yerleştirilip tek hamlede numune enjekte edilmiş ve hemen akabinde seri bir şekilde kontrol panelindeki START düğmesine basılarak analiz başlatılmıştır. Bu sırada bilgisayardaki yazılım vasıtasıyla baseline üzerinde oluşan kromotogram izlenebilmiştir. Tam kromotogram'ın oluşması yani, analizin gerçekleşme süresi 52,5 dakika sürmüştür. Kromotogram oluşuktan sonra her kromotogram da başta solvent piki ve diğer safsızlıklar çıktığından hatalı pikler, standart dikkate alınarak silinip düzenleme yapılmış ve cihaz tarafından alanları otomatik olarak hesaplanan piklerin tanımlamaları yapılarak, programdaki kromotogram verileri Excel dosyalarına aktarılıp, burada tanımlanmış olan piklerin miktarları % olarak hesaplanmıştır (AOCS 1989).

#### **3.2.4.2 Oleik Asit Cinsinden Serbest Yağ Asitliği**

Serbest yağ asitleri yüzdesi, yağda sodyum hidroksit (NaOH) ile nötralize edilen serbest yağ asitlerinin moleküler ağırlığına bağlı olarak hesaplanan kütesidir ( AOCS 1989). Yağların hidrolizi sonucu yağda oluşan ve miktarı artan serbest yağ asitleri yağların acılaşması hakkında fikir vermesi açısından da önemlidir (Gökalp vd. 2001)

Serbest yağ asitliği tayini sırasında, genel laboratuvar malzemeleri, analitik terazi, 250 ml lik erlen, dijital büret, % 96 lık etanol fenolftalein, 0,1 N NaOH çözeltisi kullanılmıştır.

Her bir numuneden 2 paralel olacak şekilde, kavanozlarda bulunan yağ numuneleri ile her kızartma sonrası şiringalara alınan yağ numunelerinden 13 g numune, 0,01 gr duyarlılıkta 250 ml lik erlene tartılmıştır. Daha sonra erlen içerisine tartılmış numune 50 ml etanollu dietileter çözücüsü ile çözündürülmüş ve elde edilen berrak çözelti çalkalanmıştır. Hazırlanan bu çözelti üzerine 2-3 damla fenolftalein indikatörü ilave edilerek uygun konsantrasyondaki 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki formülasyona göre hesaplanmıştır.

$$\text{Serbest yağ asitleri ( S.Y.A ) \% = } \frac{V \times N \times M}{m \times 10} \quad (3.1)$$

V = Sarf edilen NaOH ' in hacmi.

N = NaOH ' in normalitesi

m = Tartılan numune miktarı ( gram )

M = Asitliği hesaplanacak yağ asidinin molekül ağırlığı.

M ( oleik asit cinsinden ) = 2,82 sabit değer ( TSE 1987 ).

### 3.2.4.3. Peroksit Değeri Tayini

Peroksit değeri bir kg yağdaki mili ekivalent aktif oksijen miktarı olarak ifade edilir. Yağların oksijen ile temasında, oksijen doymamış bağlara tesir ederek peroksitleri oluşturur ve peroksit değeri, yağların oksidasyon derecesini gösteren bir parametredir (AOCS 1989).

Peroksit değeri tayini sırasında, genel laboratuvar malzemeleri, analitik terazi, 250 ml lik erlen, dijital büret, % 10 luk potasyum iyodür (KI), nişasta indikatörü, kloroform, 0,01 N sodyum tiyosülfat ve asetik asit çözeltisi kullanılmıştır.

Her bir numuneden 2 paralel olacak şekilde, kavanozlarda bulunan yağ numuneleri ile her kızartma sonrası şiringalara alınan yağ numunelerinden aşağıdaki tabloya göre tahmin edilen peroksit değerine göre tartım yapılmıştır. erlen içerisine tartılan analiz numunesi üzerine, 10 ml chloroform ilave edilerek erlen çalkalanmış ve bu şekilde numunenin hızlı bir şekilde çözünmesi sağlanmıştır, daha sonra bu karışım içerisine 15 ml asetik asit ve 1ml potasyum iyodür ilave edilmiştir. Ara verilmeden erlen kapatılarak, 1 dakika karıştırılmış ve oda sıcaklığında, ışık almayan bir yerde 5 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda oluşan karışıma 75 ml destile su ilave edilmiş ve kuvvetli bir şekilde çalkalanmıştır. Daha sonra birkaç damla nişasta çözeltisi indikatörlüğünde, serbest hale gelmiş iyot, standart sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki formülasyona göre hesaplanmıştır.. Aynı işlem şahit deney içinde numune kullanılmadan yapılmıştır (AOCS 1989).

<u>Tahmini Peroksit Değeri (meq/kg)</u>	<u>Tartılacak Numune(gram)</u>
0 - 12	2.0 – 5.0
12 -20	1.2 – 2.0
20 - 30	0.8 - 1.2

$$\text{Peroksit Değeri} = \frac{(V_1 - V_0)}{m} * N * 1000 \quad (3.2)$$

$V_0$  = Şahit deneyindeki sodyum thiosülfat sarfiyatı (ml)

$V_1$  = Numune deneyindeki sodyum thiosülfat sarfiyatı (ml)

$N$  = Sodyum thiosülfat çözeltisinin normalitesi

$m$  = Test edilecek numune miktarı (gram)

## 4.BULGULAR

Bu çalışmada yapılan iki araştırma birbirine paralel olarak yürütülmüş ve istatistiksel analizleri ayrı ayrı yorumlanmıştır. Buna göre, yapılan birinci araştırma da Afyonkarahisar ilinden toplanan kızartmada kullanılmış yağlar; önemli yağ asitleri (oleik, linoleik, linolenik yağ asitleri), trans yağ asitliği, peroksit değeri ve serbest yağ asitliği bakımından, incelenmiş ve istatistiksel analizleri yapılarak yorumlanmıştır.

İkinci araştırma da ise normal bitkisel ayçiçeği yağına laboratuvar şartlarında 15 kez 180°C de 3 dakikalık kızartma işlemi uygulanarak her iki kızartma sonucu elde edilen her bir yağ örneği de özellikle beslenme fizyolojisi açısından taşıdıkları önem nedeniyle, Oleik asit, Linoleik asit, Linolenik asit, Trans yağ asitliği miktarı, Peroksit değeri ve Serbest yağ asitliği bakımından incelenmiş ve istatistiksel analizleri yapılarak yorumlanmıştır.

### 4.1. Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin İçeriklerinin Önemli Yağ Asitleri (Trans Yağ Asitliği, Oleik, Linoleik, Linolenik, Serbest Yağ Asitliği) ve Peroksit Sayısı Yönünden Değerlendirilmesi

#### 4.1.1. Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numune İçeriklerinin Trans Yağ Asidi Yönünden Değerlendirilmesi

**Çizelge 4.1** Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin trans yağ asitliği yönünden varyans analizi,

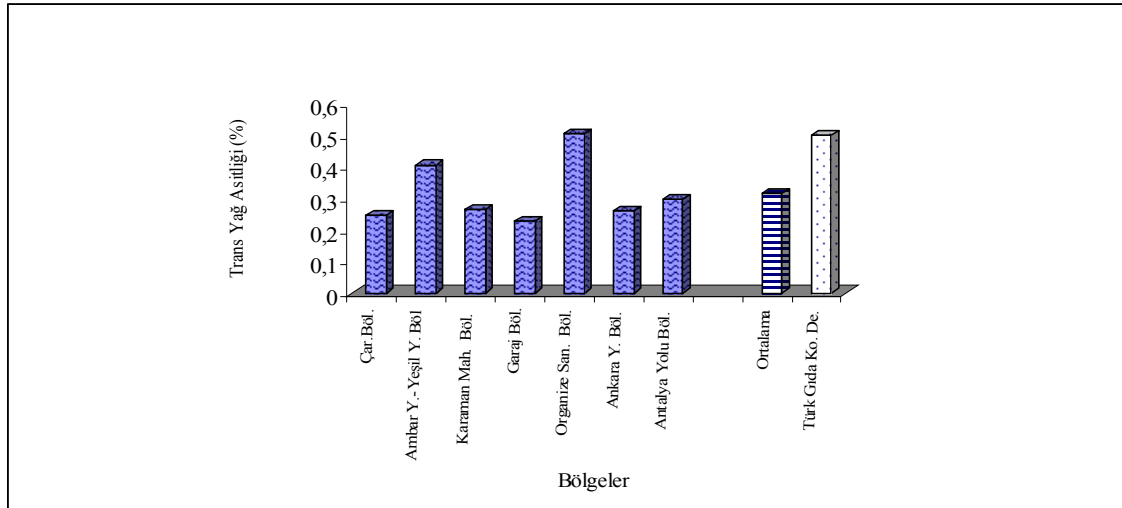
Varyasyon Kaynağı	Serbest Derece	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,001	594**
Kızartma Sayısı	24	0,036	147,058**
Hata	24	0,0001	
Genel	49	0,018	
C.V. (%): 67,72			

ns: Önemsiz, \*: % 5 seviyesinde önemli, \*\*: % 1 seviyesinde önemli, F testi

**Çizelge 4.2.** Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların trans yağ asitliği değerleri,

<b>Numune Alınan Bölge Adı</b>	<b>Numune No</b>	<b>Trans Yağ Asidi Değeri (gr/kg)</b>	<b>Bölge Ortalaması</b>
Çarşı Bölgesi	1. Numune	0,235 I-K	0,248
	2. Numune	0,295 F-G	
	3. Numune	0,215 I-L	
Ambar Yolu ve Yeşil Yol Bölgesi	1. Numune	0,465 B	0,406
	2. Numune	0,390 C	
	3. Numune	0,365 C-D	
Karaman Mah. Bölgesi	1. Numune	0,245 H-J	0,265
	2. Numune	0,285 F-H	
Garaj Bölgesi	1. Numune	0,195 K-L	0,228
	2. Numune	0,120 N	
	3. Numune	0,125 N	
	4. Numune	0,455 B	
	5. Numune	0,245 H-J	
Organize Sanayi Bölgesi	1. Numune	0,705 A	0,505
	2. Numune	0,305 E-F	
Ankara Yolu Sanayiler Bölgesi	1. Numune	0,285 F-H	0,260
	2. Numune	0,185 L-M	
	3. Numune	0,205 J-L	
	4. Numune	0,255 G-I	
	5. Numune	0,225 I-L	
	6. Numune	0,405 C	
Antalya Yolu Oteller ve Turistik Yerler Bölgesi	1. Numune	0,345 D-E	0,297
	2. Numune	0,495 B	
	3. Numune	0,205 J-L	
	4. Numune	0,145 M-N	
Genel Ortalama:			0,315
L.S. D:			0,044
FAO tarafından kabul edilen Üst Sınır Değeri:			% 0,5

Afyonkarahisar ilinde yemek sektöründe ki 25 firmadan toplanan ve kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağlarda Çizelge 4.2. de tespit edilen trans yağ asidi kompozisyonları sonuçları bakımından elde edilen değerlerden, bir tanesinin FAO tarafından belirlenen max. 0,5 gr/kg sınır değerinin üzerinde çıktığı, altı tanesinin ise sınır değerine çok yakın olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.1** Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin trans yağ asitliği değerlerinin bölgesel ortalamaları,

Şekil 4.1 ve Çizelge 4.2 de görüldüğü gibi organize sanayi bölgesinden alınan numunelerin trans yağ asitliği değerlerinin bölgesel bazda FAO nun belirlediği % 0,5 değerini geçtiği, bu durumun bu bölgede yoğun faaliyet gösteren catering firmalarında kızartmada kullanılan yağların her kullanım sonrası değiştirilmeden ve yüksek ısılarda kullanılmasından dolayı kaynaklanabileceği ve bu problemin diğer bölgelerde de giderek artan bir ivme kazandığı tespit edilmiştir.

#### 4.1.2. Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin İçeriklerinin Oleik Asit Değerler

**Çizelge 4.3.** Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin oleik asidi yönünden varyans analizi,

Varyasyon Kaynağı	Serbest Derece	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,293	1,541ns
Kızartma Sayısı	24	52,977	278,809**
Hata	24	0,190	
Genel	49	26,047	
C.V. (%): 73,82			

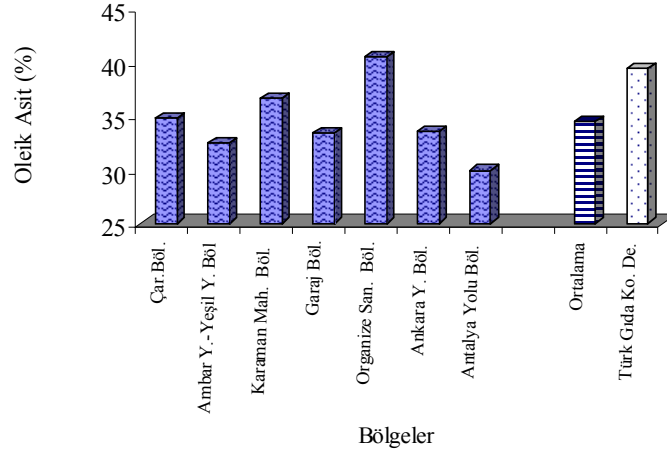
ns: Önemsiz, \*: % 5 seviyesinde önemli, \*\*: % 1 seviyesinde önemli, F testi

**Çizelge 4.4.** Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların % oleik asit değerleri,

<b>Numune Alınan Bölge Adı</b>	<b>Numune No</b>	<b>Oleik Asit Değeri</b>	<b>Bölge Ortalaması</b>
Çarşı Bölgesi	1. Numune	36,287 D	34,721
	2. Numune	38,296 C	
	3. Numune	29,580 J-K	
Ambar Yolu ve Yeşil Yol Bölgesi	1. Numune	27,188 L	32,418
	2. Numune	26,418 L	
	3. Numune	43,649 A	
Karaman Mah. Bölgesi	1. Numune	40,917 B	36,636
	2. Numune	32,356 F-G	
Garaj Bölgesi	1. Numune	33,299 E-F	33,387
	2. Numune	34,316 E	
	3. Numune	35,903 D	
	4. Numune	32,749 F	
	5. Numune	30,668 H	
Organize Sanayi Bölgesi	1. Numune	37,523 C	40,401
	2. Numune	43,279 A	
Ankara Yolu Sanayiler Bölgesi	1. Numune	31,222 G	33,556
	2. Numune	29,139 K	
	3. Numune	28,498 K	
	4. Numune	32,708 F	
	5. Numune	37,088 C-D	
	6. Numune	42,683 A	
Antalya Yolu Oteller ve Turistik Yerler Bölgesi	1. Numune	32,662 F	29,929
	2. Numune	26,927 L	
	3. Numune	30,420 H-J	
	4. Numune	29,708 J-K	
Genel Ortalama:			34,435
L.S. D:			1,224
Türk Gıda Kodeksi Tarafından Kabul Edilen Üst Sınır Değeri:			% 14,0-39,4

Afyonkarahisar ilinde yemek sektöründe ki 25 firmadan toplanan ve kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağlarda Çizelge 4.4. de tespit edilen önemli yağ asitlerinden % oleik yağ asidi kompozisyonları sonuçları bakımından elde edilen değerlerden, bir tanesinin Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen max. %39,4 sınır değerinin üzerinde çıktığı, altı bölgenin ise sınır değerleri içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.





**Şekil 4.2** Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin % oleik yağ asitliği değerlerinin bölgesel ortalamaları,

Alınan numunelerin Şekil 4.2 ve Çizelge 4.4 de görüldüğü gibi % oleik yağ asidi aralığı % 29 ile 40,5 arasındadır. Bu değerler Afyonkarahisar bölgesi catering sektöründe kızartma amacı ile daha çok kızartmalık ayçiçeği yağının kullanıldığını göstermektedir.

#### 4.1.3. Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin İçeriklerinin Linoleik Asit Değerleri

**Çizelge 4.5.** Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin linoleik asidi yönünden varyans analizi,

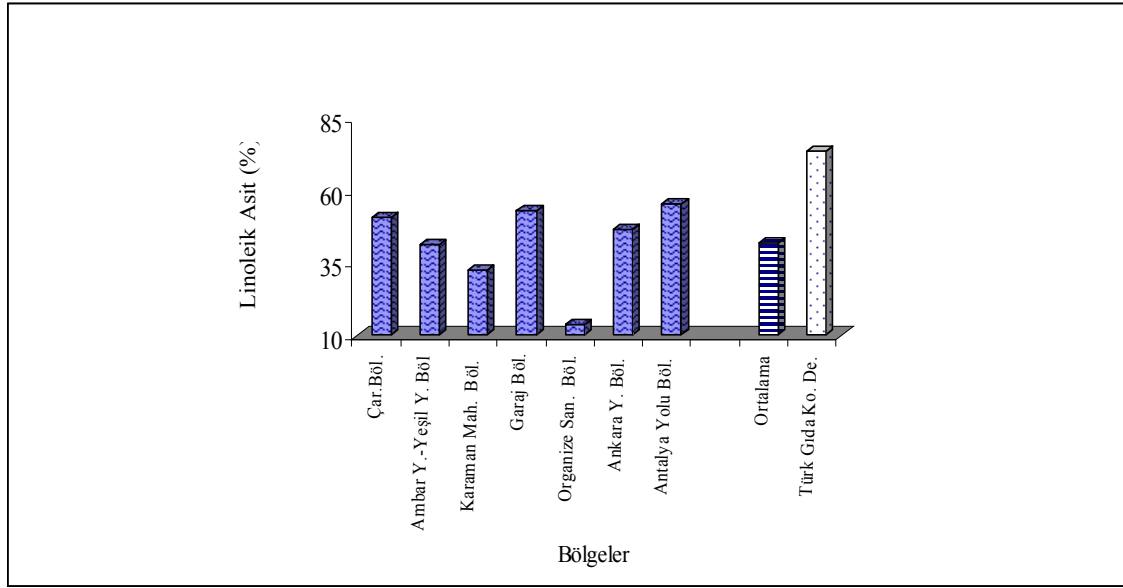
Varyasyon Kaynağı	Serbest Derece	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,031	1,182ns
Kızartma Sayısı	24	596,829	22682,621**
Hata	24	0,026	
Genel	49	292.338	
C.V. (%): 77,65			

ns: Önemsiz, \*: % 5 seviyesinde önemli, \*\*: % 1 seviyesinde önemli, F testi

**Çizelge 4.6.** Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların % linoleik asit değerleri,

Numune Alınan Bölge Adı	Numune No	Linoleik Asit Değeri	Bölge Ortalaması
Çarşı Bölgesi	1. Numune	51,381 I	50,977
	2. Numune	44,926 L	
	3. Numune	56,624 C	
Ambar Yolu ve Yeşil Yol Bölgesi	1. Numune	54,703 E	41,329
	2. Numune	59,036 B	
	3. Numune	10,250 P	
Karaman Mah. Bölgesi	1. Numune	10,643 O-P	32,625
	2. Numune	54,607 E-F	
Garaj Bölgesi	1. Numune	49,681 K	52,920
	2. Numune	53,723 G	
	3. Numune	51,976 H	
	4. Numune	53,426 G	
	5. Numune	55,797 D	
Organize Sanayi Bölgesi	1. Numune	16,113 M	13,597
	2. Numune	11,077 O	
Ankara Yolu Sanayiler Bölgesi	1. Numune	52,322 H	46,850
	2. Numune	59,333 A-B	
	3. Numune	59,582 A	
	4. Numune	45,358 L	
	5. Numune	50,504 J	
	6. Numune	14,006 N	
Antalya Yolu Oteller ve Turistik Yerler Bölgesi	1. Numune	54,225 F	55,426
	2. Numune	55,033 E	
	3. Numune	56,630 C	
	4. Numune	55,816 D	
Genel Ortalama:			41,960
L.S. D: 0,455			
Türk Gıda Kodeksi Tarafından Kabul Edilen Sınır Değerleri:			%48.0 - 74,0

Afyonkarahisar ilinde yemek sektöründe ki 25 firmadan toplanan ve kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağlarda Çizelge 4.6. de tespit edilen önemli yağ asitlerinden % linoleik yağ asidi kompozisyonları sonuçları bakımından, yedi bölgenin de % linoleik yağ asidi değerleri Türk Gıda Kodeksinin belirlediği max. % 74 içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.



**Şekil 4.3** Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin % linoleik yağ asitliği değerlerinin bölgesel ortalamaları,

Alınan numunelerin Şekil 4.3 de görüldüğü gibi % linoleik yağ asidi aralığı % 13 ile 56 arasında değişmektedir. Ayçiçeği yağının linoleik yağ asitliği açısından Türk Gıda Kodeksinin belirlediği değer %48 ile 74 aralığın dadır. Şekil 4.3 ve Çizelge 4.6 da görüldüğü üzere Ambar Yolu ve Yeşil Yol Bölgesi, Karaman Mah. Bölgesi, Ankara Yolu Sanayiler Bölgesi ve Organize Sanayi Bölgesinde kullanılan kızartmalık yağların linoleik yağ asidi değerleri TGK' nın belirlediği %48 değerinin altındadır. Bu bulgular ışığında, bu bölgelerde kullanılan kızartmalık ayçiçeği yağı içerisinde aspir veya kanola yağı karışımlarının olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.1.4. Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin İçeriklerinin Linolenik Asit Değerleri

**Çizelge 4.7.** Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin linolenik asidi yönünden varyans analizi,

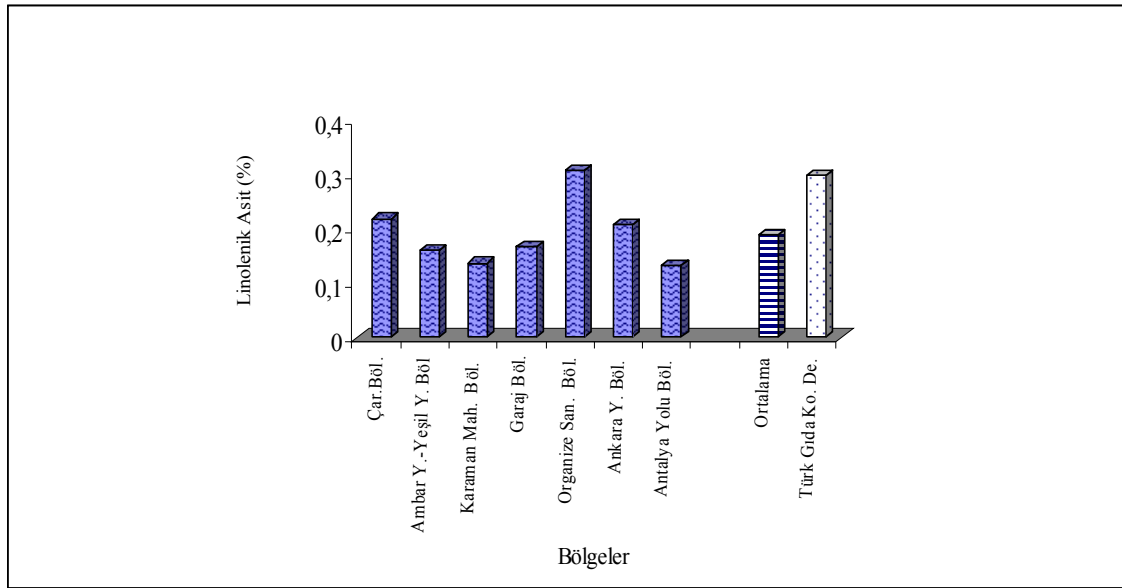
Varyasyon Kaynağı	Serbest Derece	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,000	132,250**
Kızartma Sayısı	24	0,052	40480,615**
Hata	24	0,000	
Genel	49	0,025	
C.V. (%): 85,87			

ns: Önemsiz, \*: % 5 seviyesinde önemli, \*\*: % 1 seviyesinde önemli, F testi

**Çizelge 4.8.** Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların % linolenik asit değerleri,

Numune Alınan Bölge Adı	Numune No	Linolenik Asit Değeri	Bölge Ortalaması
Çarşı Bölgesi	1. Numune	0,099 P	0,219
	2. Numune	0,440 B	
	3. Numune	0,118 M	
Ambar Yolu ve Yeşil Yol Bölgesi	1. Numune	0,248 E	0,160
	2. Numune	0,015 U	
	3. Numune	0,218 G	
Karaman Mah. Bölgesi	1. Numune	0,206 H	0,137
	2. Numune	0,069 T	
Garaj Bölgesi	1. Numune	0,352 D	0,167
	2. Numune	0,078 S	
	3. Numune	0,105 O	
	4. Numune	0,190 I	
	5. Numune	0,111 N	
Organize Sanayi Bölgesi	1. Numune	0,377 C	0,308
	2. Numune	0,240 F	
Ankara Yolu Sanayiler Bölgesi	1. Numune	0,078 S	0,207
	2. Numune	0,089 R	
	13. Numune	0,076 S	
	14. Numune	0,761 A	
	15. Numune	0,113 N	
	16. Numune	0,127 L	
Antalya Yolu Oteller Ve Turistik Yerler Bölgesi	1. Numune	0,139 K	0,132
	2. Numune	0,250 E	
	3. Numune	0,068 T	
	4. Numune	0,071 T	
Genel Ortalama:			0,19
L.S. D:			0,464
Türk Gıda Kodeksi Tarafından Kabul Edilen Üst Sınır Değeri:			% TED - 0,3

Afyonkarahisar ilinde yemek sektöründe ki 25 firmadan toplanan ve kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağlarda Çizelge 4.8. de tespit edilen önemli yağ asitlerinden % linolenik yağ asidi kompozisyonları sonuçları bakımından, organize sanayi bölgesi hariç, diğer bölgelerin % linoleik yağ asidi değerleri Türk Gıda Kodeksinin belirlediği max. % 0,3 içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.



**Şekil 4.4** Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin % linolenik yağ asitliği değerlerinin bölgesel ortalamaları,

Çizelge 4.8 ve Şekil 4.4 de görüldüğü gibi, Organize sanayi bölgesinde yer alan catering firmalarının kullandıkları kızartmalık ayçiçeği yağı içerisinde aspir veya kanola yağı karışımının, diğer bölgelerdeki firmalara oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.1.5 Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin Serbest Yağ Asitliği Değerleri

**Çizelge 4.9.** Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin serbest yağ asitliği yönünden varyans analizi,

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,000	0,164 ns
Kızartma Sayısı	24	0,174	571,253**
Hata	24	0,000	
Genel	49	0,085	
C.V. (%):49,65			

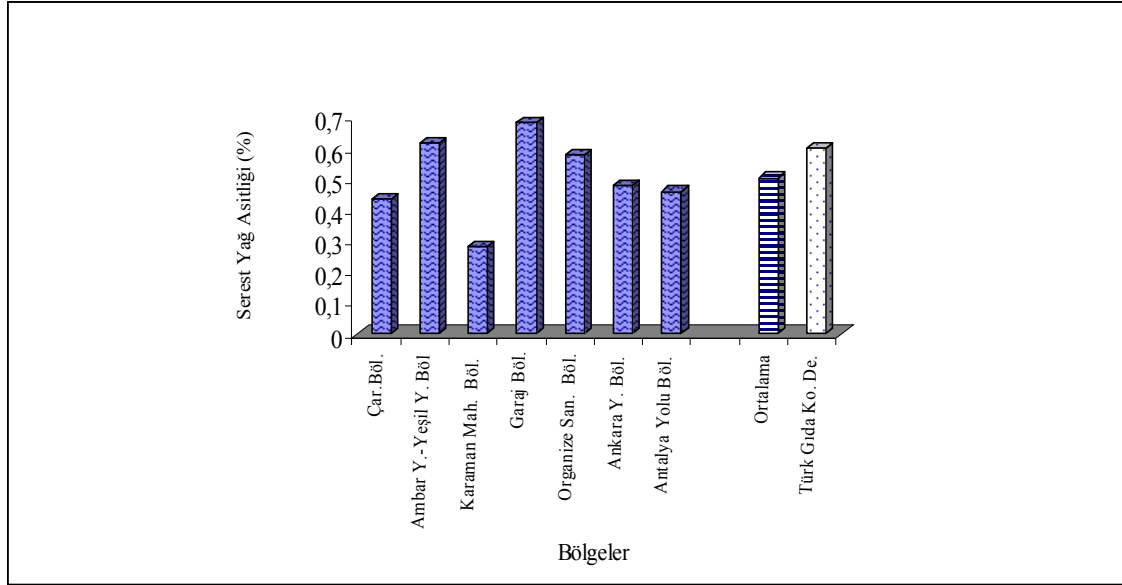
ns: Önemsiz, \*: % 5 seviyesinde önemli, \*\*: % 1 seviyesinde önemli, F testi

**Çizelge 4.10.** Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların serbest yağ asitliği değerleri,

Numune Alınan Bölge Adı	Numune No	Serbest Yağ Asitliği	Bölge Ortalaması
<b>Çarşı Bölgesi</b>	1. Numune	0,655 E	0,435
	2. Numune	0,560 F	
	3. Numune	0.090 M	
<b>Ambar Yolu ve Yeşil Yol Bölgesi</b>	1. Numune	0,815 D	0,616
	2. Numune	0,810 D	
	3. Numune	0,225 J	
<b>Karaman Mah. Bölgesi</b>	1. Numune	0080 M	0,282
	2. Numune	0,485 G	
<b>Garaj Bölgesi</b>	1. Numune	0,910 C	0,682
	2. Numune	1,020 A	
	3. Numune	0,395 M	
	4. Numune	0,655 E	
	5. Numune	0,430 H	
<b>Organize Sanayi Bölgesi</b>	1. Numune	0,190 K	0,580
	2. Numune	0,970 B	
<b>Ankara Yolu Sanayiler Bölgesi</b>	1. Numune	0,670 E	0,477
	2. Numune	0,625 E	
	3. Numune	0,120 M	
	4. Numune	0,315 I	
	5. Numune	0,970 B	
	6. Numune	0,165 L	
<b>Antalya Yolu Oteller Ve Turistik Yerler Bölgesi</b>	1. Numune	0,210 K	0,460
	2. Numune	0,495 G	
	3. Numune	0,625 E	
	4. Numune	0,510 G	
Genel Ortalama:			0,504
L.S. D:			0.049
Türk Gıda Kodeksi Tarafından Kabul Edilen Üst Sınır Değeri:			0,6

Afyonkarahisar ili catering, fast-food ve diğer hazır gıda işletmelerinden alınan kızartmalık yağ numunelerinin Çizelge 4.10. deki serbest yağ asitliklerinin (FFA), % oleik asit cinsinden değerlerini incelediğimizde 25 farklı işletmeden alınan numuden 11

tanenin serbest yağ asitliği değerinin, Türk Gıda Kodeksinin belirlediği değer üzerinde olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.5** Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin serbest yağ asitliği değerlerinin bölgesel ortalamaları,

Afyonkarahisar ilinden alınan bu numunelerin serbest yağ asitliği bakımından çıkan değerlerin Çizelge 4.10 da görüldüğü gibi bir genel ortalamasını aldığımızda, 0,504'lük (% oleik asit cinsinden) bir değer elde ettiğimizi ve bu değerinde Türk Gıda Kodeksinin belirlediği 0,6'lık (% oleik asit cinsinden) değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Ancak, işletmeleri bölgesel olarak gruplandırdığımızda Şekil 4.5'de görülen iki bölgenin Türk Gıda Kodeksinin belirlediği değer üzerinde olduğu tespit edilmiş ve bu bölgelerde ki hazır gıda tüketiminin yaygın olması nedeniyle işletmelerin kızartmada kullandıkları kızartmalık yağları fazla sulu ortamda veya sık sık değiştirmeden kullanılmış yağın üzerine taze yağ ekleyerek kullandıkları belirlenmiştir.

#### 4.1.6 Afyonkarahisar İli Yemek Sektöründen Toplanan Numunelerin Peroksit Sayısı Değerleri

**Çizelge 4.11.** Afyonkarahisar ilinden toplanan numunelerin peroksit sayısı yönünden varyans analizi,

<u>Varyasyon</u> <u>Kaynağı</u>	<u>Serbest Derece</u>	<u>Kareler Ortalaması</u>	<u>F. Değeri</u>
Tekerrür	1	0,001	0,014 ns
Kızartma Sayısı	24	996,024	17099,118**
Hata	24	0,058	
Genel	49	487,877	
C.V. (%):32,65			

ns: Önemsiz, \*: % 5 seviyesinde önemli, \*\*: % 1 seviyesinde önemli, F testi

**Çizelge 4.12.** Afyonkarahisar ilinde toplanan kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağların peroksit sayısı değerleri,

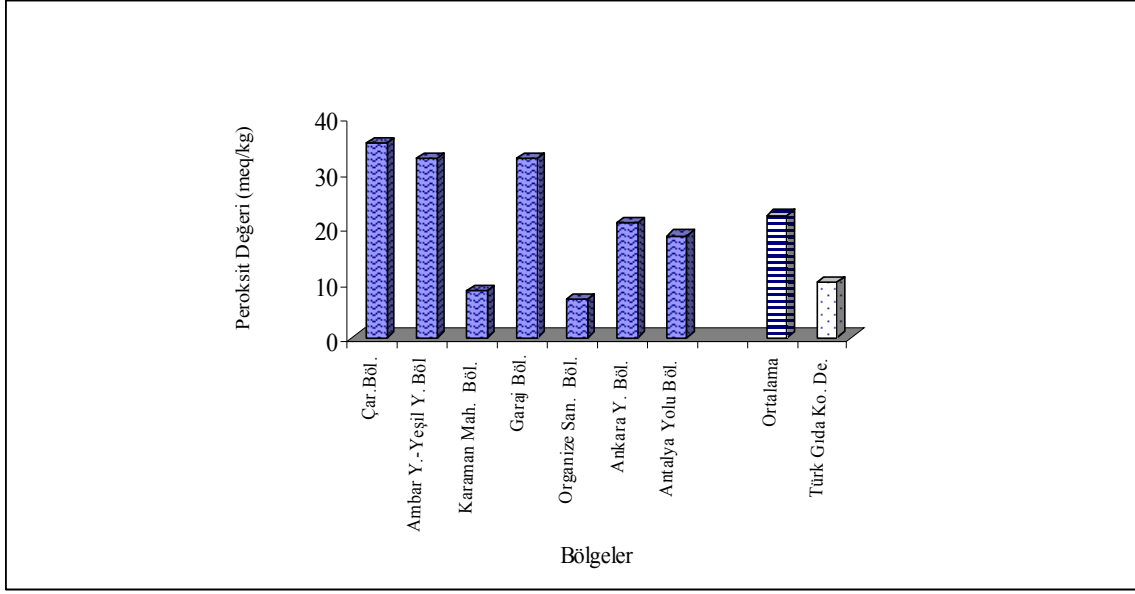
Numune Alınan Bölge Adı	Numune No	Peroksit Değeri	Bölge Ortalaması
Çarşı Bölgesi	1. Numune	59,31 D	35,17
	2. Numune	41,120 F	
	3. Numune	5,08 O	
Ambar Yolu ve Yeşil Yol Bölgesi	1. Numune	35,205 H	32,48
	2. Numune	58,500 E	
	3. Numune	3,745 P	
Karaman Mah. Bölgesi	1. Numune	0,650 R	8,57
	2. Numune	16,490 K	
Garaj Bölgesi	1. Numune	60,12 C	32,57
	2. Numune	64,94 B	
	3. Numune	9,93 M	
	4. Numune	18,29 J	
	5. Numune	9,59 M	



**Çizelge 4.12.(Devamı)**

Organize Sanayi Bölgesi	1. Numune	7,22 N	7,03
	2. Numune	6,855 N	
Ankara Yolu Sanayiler Bölgesi	1. Numune	17,065 K	20,89
	2. Numune	3,440 M	
	3. Numune	10,26 M	
	4. Numune	68,37 A	
	5. Numune	6,80 N	
	6. Numune	19,450 I	
Antalya Yolu Oteller Ve Turistik Yerler Bölgesi	1. Numune	18,165 J	18,47
	2. Numune	4,530 O	
	3. Numune	12,005 L	
	4. Numune	39,210 G	
Genel Ortalama:			22,16
L.S. D: 0.677			
Türk Gıda Kodeksi Tarafından Kabul Edilen Üst Sınır Değeri:			10 meq/kg

Afyonkarahisar ili catering, fast-food ve diğer hazır gıda işletmelerinden alınan kızartmalık yağ numunelerinin Çizelge 4.12. verilen peroksit sayılarını incelediğimizde 25 farklı işletmeden alınan numuneden 15 tanesinin peroksit sayısı açısından, Türk Gıda Kodeksinin belirlediği max. 10 meq/kg değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.6** Afyonkarahisar ilinde toplanan numunelerin peroksit sayısı değerlerinin bölgesel ortalamaları,

Afyonkarahisar ilinden alınan bu numunelerin peroksit sayısı bakımından çıkan değerlerinin bir genel ortalamasını aldığımızda, Şekil 4.12. de görüldüğü gibi 22,16 meq/kg bir değer elde edildiği ve bu değerinde Türk Gıda Kodeksinin belirlediği 10 meq/kg değerinin çok üstünde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca işletmeleri bölgesel olarak gruplandırdığımızda Şekil 4.6. da görülen beş bölgenin Türk Gıda Kodeksinin belirlediği değer üzerinde olduğu tespit edilmiş ve bu bölgelerde ki hazır gıda tüketiminin yaygın olması nedeniyle işletmelerin kızartmada kullandıkları yağlara çok yüksek derecelerde kızartma işlemi uyguladıkları veya kullandıkları yağları 6 kez kızartmadan fazla kullandıkları belirlenmiştir.

## 4.2. Kızartmalar Sonucu Elde Edilen Yağ Numunelerinin İçerdikleri Önemli Yağ Asitleri (Oleik, Linoleik, Linolenik, Trans Yağ Asitliği), Serbest Yağ Asitliği, ve Peroksit Sayısı Değerlerinin Her Kızartma Sonrası Değişimleri

### 4.2.1. Oleik Asidin(C18:1,9-Oktadesenoik asit) Her Kızartma Sonrası Değişimi

**Çizelge 4.13.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin oleik asit yönünden varyans analizi,

Varyasyon Kaynağı	Serbest Derece	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,291	1,865ns
Kızartma Sayısı	15	2,326	14,893**
Hata	15	0,156	
Genel	31	1,178	
C.V. (%):3,35			

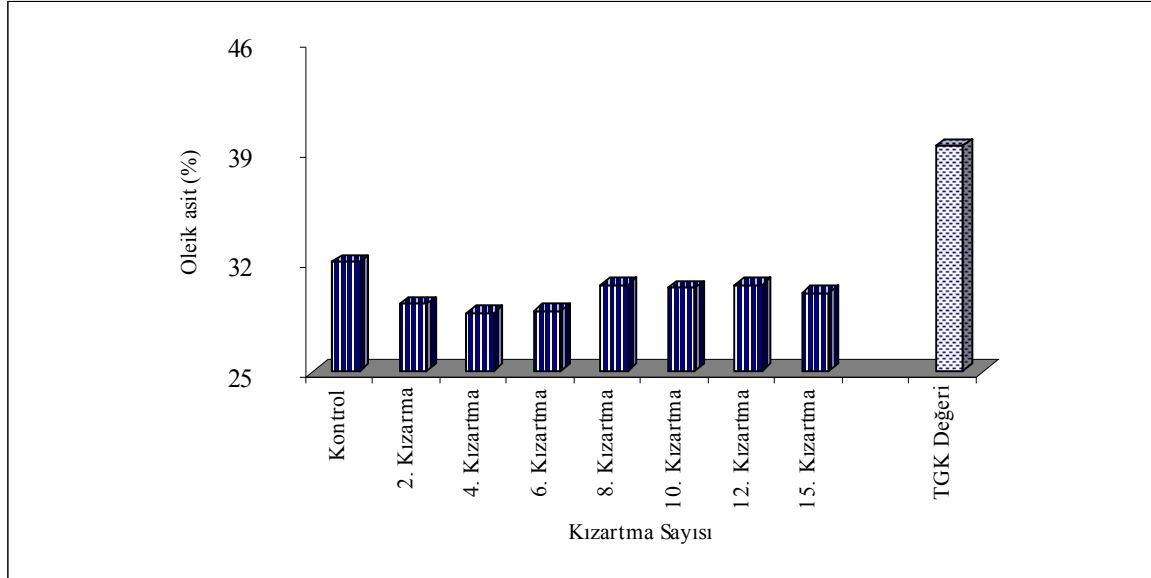
ns: Önemsiz, \*: % 5 seviyesinde önemli, \*\*: % 1 seviyesinde önemli, F testi

**Çizelge 4.14.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % oleik asit değerleri,

KIZARTMA SAYISI	OLEİK ASİT DEĞERİ
Normal Ayçiçeği Yağı	32,019 A
1.Kızartma	31,333 A
2.Kızartma	29,290 B-C
3.Kızartma	29,003 B-C
4.Kızartma	28,752 C
5.Kızartma	28,731 C
6.Kızartma	28,827 C
7.Kızartma	28,907 C
8.Kızartma	30,524 B
9.Kızartma	30,510 B

**Çizelge 4.14. (devamı)**

10.Kızartma	30,328 B
11.Kızartma	30,421 B
12.Kızartma	30,502 B
13.Kızartma	29,320 B-C
14.Kızartma	30,010 B-C
15.Kızartma	30,000 B-C
L.S. D:	1,383
Türk Gıda Kodeksi Tarafından Kabul Edilen Üst Sınır Değeri:	% 39,4



**Şekil 4.7.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % oleik asit değişimi,

Laboratuvar şartlarında yapılan kızartmalar sonucu elde edilen yağların, Şekil 4.7 ve Çizelge 4.14 de gösterilen oleik yağ asidi kompozisyonları sonuçlarına göre kızartma sayısı ile kullanılan yağdaki, oleik yağ asiti % miktarının 4.kızartmaya kadar hızlı bir şekilde düştüğü, 4. kızartmadan sonra oleik asit yüzdesinin 15. kızartmanın sonuna kadar arttığı ve bu artışa termik oksidasyon sonucu oluşan trans-oleik yağ asitlerinin sebep olduğu, fakat genel olarak kızartma sayısı ile kullanılan yağdaki oleik yağ asiti % miktarının düştüğü tespit edilmiştir.

#### 4.2.2. Linoleik Asidin(C18:2, w-6,9-Oktadekadiyenoik asit) Her Kızartma Sonrası Değişimi

**Çizelge 4.15.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin linoleik asit yönünden varyans analizi,

Varyasyon Kaynağı	Serbest Derece	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,001	0,027ns
Kızartma Sayısı	15	4,704	111,311**
Hata	15	0,042	
Genel	31	2,215	
C.V. (%):2,53			

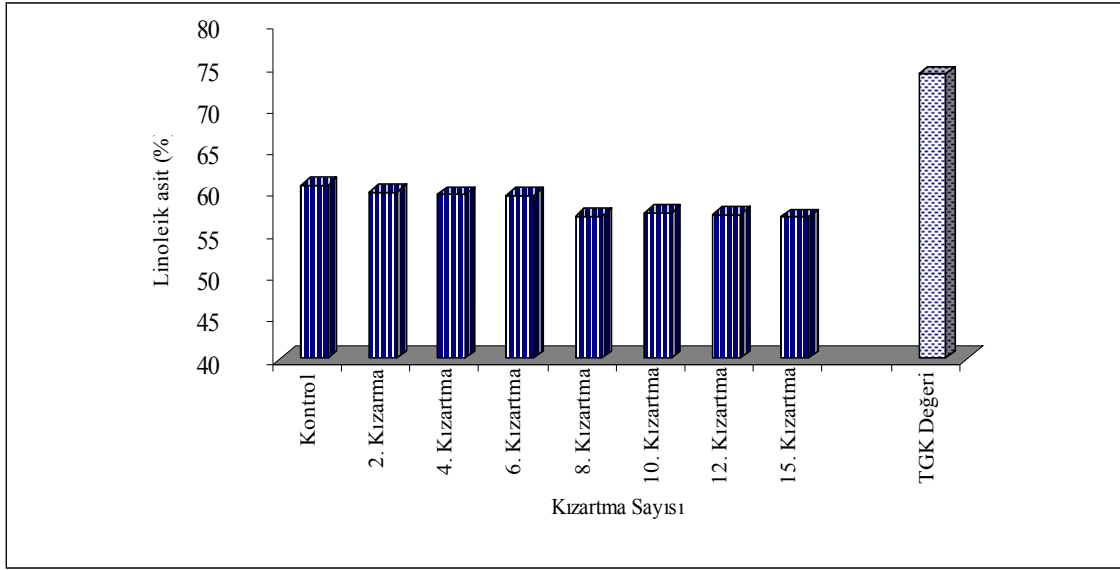
ns: Önemsiz, \*: % 5 seviyesinde önemli, \*\*: % 1 seviyesinde önemli, F testi

**Çizelge 4.16.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % linoleik asit değerleri,

KIZARTMA SAYISI	LİNOLEİK ASİT DEĞERİ
Normal Ayçiçeği Yağı	60,759 A
1.Kızartma	60,124 A
2.Kızartma	59,873 B
3.Kızartma	59,605 B
4.Kızartma	59,573 B
5.Kızartma	59,491 B
6.Kızartma	59,474 B
7.Kızartma	57,773 C
8.Kızartma	57,047 C
9.Kızartma	57,128 C
10.Kızartma	57,437 C
11.Kızartma	57,332 C
12.Kızartma	57,220 C
13.Kızartma	57,109 C

**Çizelge 4.16. (devamı)**

14.Kızartma	57,006 C
15.Kızartma	56,917 C
L.S. D:	0,719
Türk Gıda Kodeksi Tarafından Kabul Edilen Üst Sınır Değeri:	%74



**Şekil 4.8** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % linoleik asit değişimi,

Laboratuar şartlarında yapılan kızartmalar sonucu elde edilen yağların, Şekil 4.8 ve Çizelge 4.16. de gösterilen linoleik yağ asidi kompozisyonları sonuçlarına göre kızartma sayısı ile kullanılan yağdaki, linoleik yağ asiti % miktarının 6.kızartmaya kadar orantılı bir şekilde düştüğü, 6. kızartmadan 8. kızartmaya kadar düşüşün hızlandığı, 8. kızartmadan sonra ise bir miktar artışla 15. kızartmaya kadar düşüşün devam ettiği ve kızartma sırasında yağda meydana gelen termik oksidasyon sonucu % linoleik asit miktarının düştüğü tespit edilmiştir.

#### 4.2.3.Linolenik Asidin (18:3, w-6,9,12-Oktadekatriyenoik asit) Her Kızartma Sonrası Değişimi

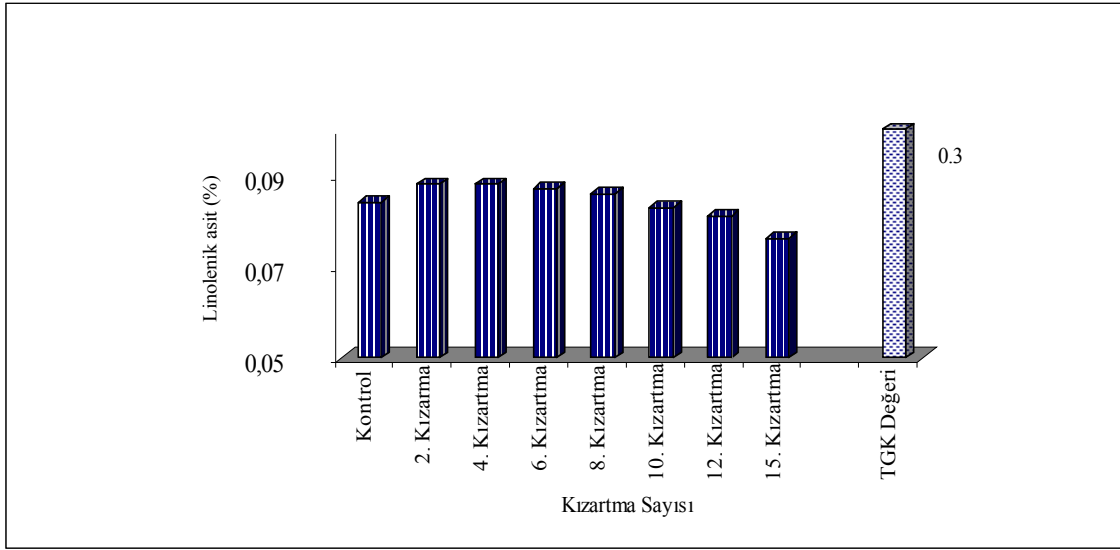
**Çizelge 4.17.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin linolenik asit yönünden varyans analizi,

Varyasyon Kaynağı	Serbest Derece	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,042	1,105ns
Kızartma Sayısı	15	0,038	0,986ns
Hata	15	0,038	
Genel	31	0,038	
C.V. (%):24,08			

ns: Önemsiz, \*: % 5 seviyesinde önemli, \*\*: % 1 seviyesinde önemli, F testi

**Çizelge 4.18.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % linolenik asit değerleri,

KIZARTMA SAYISI	LİNOLENİK ASİT DEĞERİ
Normal Ayçiçeği Yağı	0,084 A
1.Kızartma	0,085 A
2.Kızartma	0,088 A
3.Kızartma	0,088 A
4.Kızartma	0,088 A
5.Kızartma	0,087 A
6.Kızartma	0,087 A
7.Kızartma	0,086 A
8.Kızartma	0,086 A
9.Kızartma	0,084 A
10.Kızartma	0,083 A
11.Kızartma	0,081 A
12.Kızartma	0,081 A
13.Kızartma	0,079 A
14.Kızartma	0,077 A
15.Kızartma	0,076 A
L.S. D:	0,464
Türk Gıda Kodeksi Tarafından Kabul Edilen Üst Sınır Değeri:	% 0,3



**Şekil 4.9** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin % linolenik asit değerleri,

Laboratuvar şartlarında yapılan kızartmalar sonucu elde edilen yağların, Şekil 4.9 ve Çizelge 4.18. de gösterilen linolenik yağ asidi kompozisyonları sonuçlarına göre kızartma sayısı ile kullanılan yağdaki, linolenik yağ asiti % miktarının 4.kızartmaya kadar hızlı bir şekilde düştüğü, 4. kızartmadan sonra linolenik asit yüzdesinin 10. kızartmaya kadar arttığı ve bu artışa termik oksidasyon sonucu oluşan trans-linolenik yağ asitlerinin sebep olduğu, 12. kızartmadan sonra da trans-linoleik asidin, linolenik asidin pik alanından tamamen ayrılması sonucu linolenik asidin yüzde miktarının düştüğü tespit edilmiştir.

#### 4.2.4. Trans Yağ Asitlerinin Her Kızartma Sonrası Değişimi

**Çizelge 4.19.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin trans yağ asitliği yönünden varyans analizi,

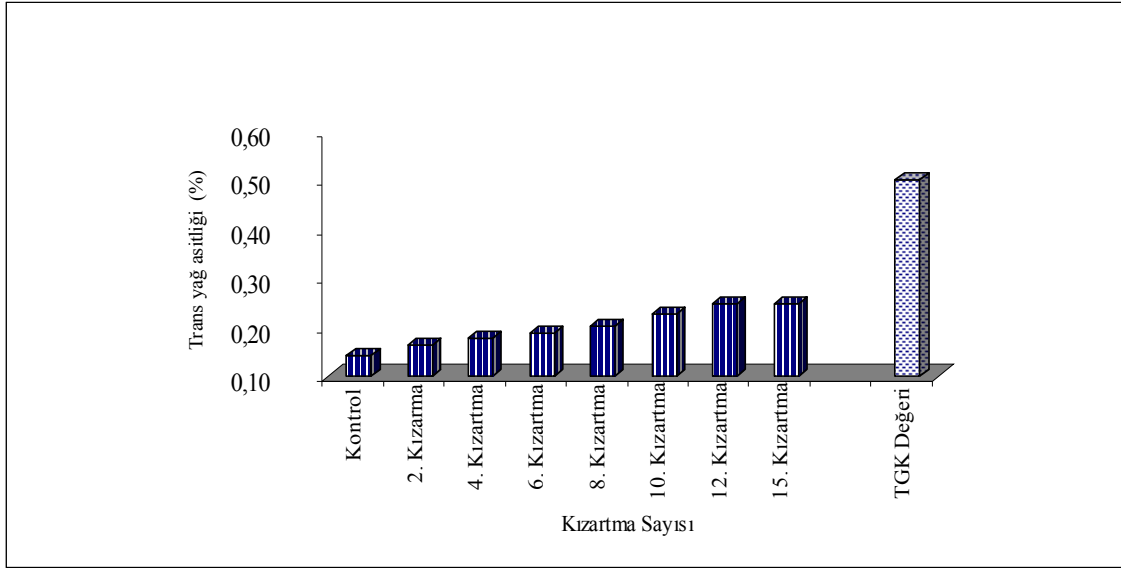
Varyasyon Kaynağı	Serbest Derece	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,001	93,593**
Kızartma Sayısı	15	0,005	5399,556**
Hata	15	0,000	
Genel	31	0,002	
C.V. (%):23,63			

**ns:** Önemsiz, **\***: % 5 seviyesinde önemli, **\*\***: % 1 seviyesinde önemli, F testi



**Çizelge 4.20.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin trans yağ asitliği değerleri,

KIZARTMA SAYISI	TRANS YAĞ ASİTLİĞİ DEĞERİ
Normal Ayçiçeği Yağı	0,142 H
1.Kızartma	0,161 G
2.Kızartma	0,164 G
3.Kızartma	0,170 F
4.Kızartma	0,178 F
5.Kızartma	0,186 E
6.Kızartma	0,189 E
7.Kızartma	0,190 E
8.Kızartma	0,201 D
9.Kızartma	0,206 D
10.Kızartma	0,226 C
11.Kızartma	0,230 C
12.Kızartma	0,247 B
13.Kızartma	0,249 B
14.Kızartma	0,250 B
15.Kızartma	0,257 A
L.S. D:	0,003
FAO tarafından kabul edilen Üst Sınır Değeri:	0,5 meq/kg



**Şekil 4.10** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin trans yağ asitliği değişimi,

Laboratuvar şartlarında yapılan kızartmalar sonucu elde edilen yağların, trans yağ asidi kompozisyonları sonuçları Çizelge 4.20 ve Şekil 4.10 da gösterildiği gibi kızartma sayısı ile kullanılan yağdaki, trans yağ asitleri % değişim miktarları her kızartma sonrası kademeli olarak artış göstermiştir. Toplam trans yağ asitleri % değişim miktarı; kullandığımız deneme yağı içerisinde oluşan, trans oleik+trans linoleik+trans linolenik yağ asitlerinin toplamından oluşmaktadır. Yapılan deneme sonucu, her kızartma sonrasında yağın içerisindeki doymamış yağ asitlerinin termik oksidasyona uğradığı ve bunun sonucunda da yağ içerisindeki trans yağ asitlerinin miktarının arttığı tespit edilmiştir.

Özetle, kızartmalar sonucu elde edilen yağların, yağ asidi kompozisyonunun çok fazla değişmediği, fakat insan sağlığı açısından önemli olan oleik, linoleik ve linolenik gibi doymamış yağ asitlerinin miktarlarında ufak sapmaların olduğu gözlenmiştir. Fakat bu sapmaların Türk Gıda Kodeksinde belirlenen değerlerin sınırları içerisinde kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca kızartma sayısı arttıkça kullanılan yağ içerisindeki trans yağ asitlerinin miktarında da kademeli olarak artış tespit edilmiştir.

#### 4.2.5. Serbest Yağ Asitliğinin (FFA) Her Kızartma Sonrası Değişimi

**Çizelge 4.21.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin serbest yağ asitliği yönünden varyans analizi,

Varyasyon Kaynağı	Serbest Derece	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,000	2,358 ns
Kızartma Sayısı	15	0,267	2014,333**
Hata	15	0,002	
Genel	31	4,006	
C.V. (%):15,22			

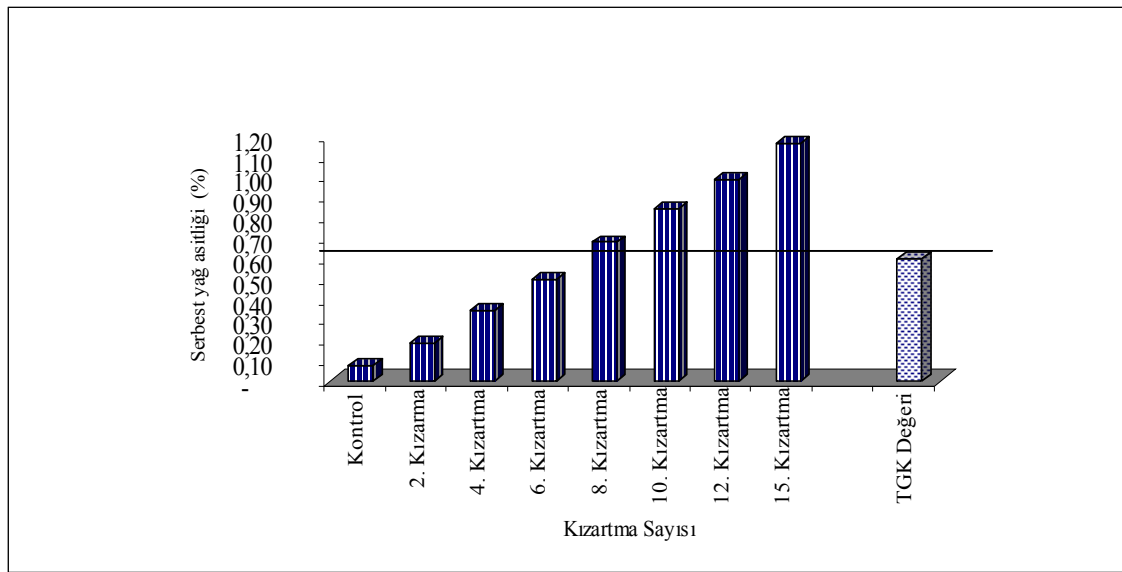
**ns:** Önemsiz, **\***: % 5 seviyesinde önemli, **\*\***: % 1 seviyesinde önemli,F testi

**Çizelge 4.22.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin serbest yağ asitliği değerleri,

KIZARTMA SAYISI	SERBEST YAĞ ASİTLİĞİ (FFA) DEĞERİ
Normal Ayçiçeği Yağı	0,080 P
1.Kızartma	0,120 O
2.Kızartma	0,185 N
3.Kızartma	0,290 M
4.Kızartma	0,350 L
5.Kızartma	0,425 K
6.Kızartma	0,500 J
7.Kızartma	0,580 I
8.Kızartma	0,680 H
9.Kızartma	0,780 G
10.Kızartma	0,845 F
11.Kızartma	0,900 E
12.Kızartma	0,985 D

**Çizelge 4.22. (Devamı)**

13.Kızartma	1,065 C
14.Kızartma	1,120 B
15.Kızartma	1,165 A
L.S. D:	0.034
Türk Gıda Kodeksi Tarafından Kabul Edilen Üst Sınır Değeri:	0,6 (% oleik asit cinsinden)



**Şekil 4.11.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin serbest yağ asitliği değişimi,

Laboratuvar şartlarında yapılan kızartmalar sonucu elde edilen yağların serbest yağ asitliği değerleri Çizelge 4.22 ve Şekil 4.11 de görüldüğü gibi her kızartma sonrasında arttığı, bunun nedeninin de kızartma işleminde kullanılan patateslerden gelen suyun kimyasal etkisi sonucu yağda kimyasal hidrolizin meydana gelmesinden kaynaklandığı ve 180°C de 3 dakika kızartma işlemine tabi tutulan yağ içerisindeki serbest yağ asitliği değerinin 8. kızartma sonunda Türk Gıda Kodeksinin belirlediği 0,6 (% oleik asit cinsinden) değerinin üzerine çıktığı belirlenmiştir.

#### 4.2.6. Peroksit Değerinin Her Kızartma Sonrası Değişimi

**Çizelge 4.23.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin peroksit değeri yönünden varyans analizi,

Varyasyon Kaynağı	Serbest Derece	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Tekerrür	1	0,004	6,775*
Kızartma Sayısı	15	84,945	15321,525**
Hata	15	0,001	
Genel	31	41,103	
C.V. (%):18,72			

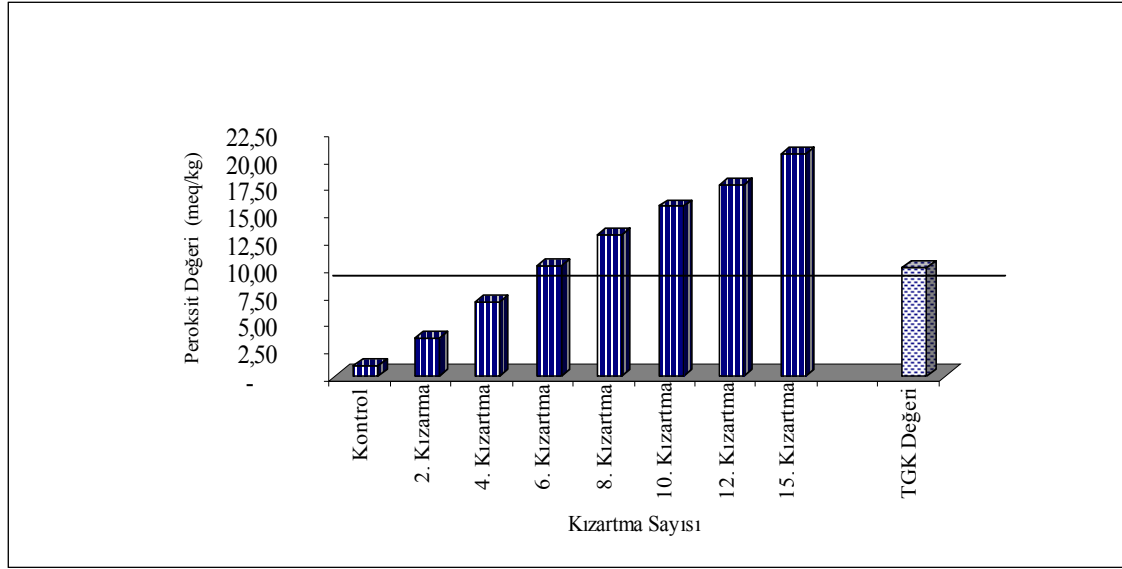
ns: Önemsiz, \*: % 5 seviyesinde önemli, \*\*: % 1 seviyesinde önemli, Ftesti

**Çizelge 4.24.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin peroksit değerleri,

KIZARTMA SAYISI	PEROKSİT DEğERİ
Normal Ayçiçeği Yağı	0,910 P
1.Kızartma	1,875 O
2.Kızartma	3,540 N
3.Kızartma	5,020 M
4.Kızartma	6,875 L
5.Kızartma	8,310 K
6.Kızartma	10,165 J
7.Kızartma	11,965 I
8.Kızartma	13,020 H
9.Kızartma	14,870 G
10.Kızartma	15,605 F
11.Kızartma	16,800 E

**Çizelge 4.24. (Devamı)**

12.Kızartma	17,545D
13.Kızartma	18,730 C
14.Kızartma	19,660 B
15.Kızartma	20,415 A
L.S. D:	0,074
Türk Gıda Kodeksi Tarafından Kabul Edilen Üst Sınır Değeri:	10 meq/kg



**Şekil 4.12.** Kızartma sonucu elde edilen numunelerin peroksit değerlerinin değişimi,

Laboratuar şartlarında yapılan kızartmalar sonucu elde edilen yağların peroksit sayılarının, Çizelge 4.24 ve Şekil 4.12 de görüldüğü gibi her kızartma sonrasında arttığı, bunun nedeninin de yağların 60°C'nin üzerinde ısıtıldıklarında otooksidatif tepkimelerin seçiciliği azalarak oluşan hidroperoksitlerin, hemen hidroksil- ve alkolsü radikallerine parçalanmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca, 180°C de 3 dakika kızartma işlemine tabi tutulan yağ içerisindeki peroksit değerinin 6. kızartma sonunda Türk Gıda Kodeksinin belirlediği 10 meq/kg değerinin üzerine çıktığı tespit edilmiştir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinde faaliyet gösteren restoran, fast-food ve catering firmalarından alınan toplam yirmi beş adet numunenin önemli yağ asitleri, peroksit değeri ve serbest yağ asitleri bakımından analizleri yapılmıştır. Kullanılmış kızartmalık yağlarda yapılan bu analizler neticesinde, beslenme fizyolojisi açısından yapılan çeşitli bilimsel çalışmalar ışığında bu yağlardaki önemli yağ asitleri, peroksit sayısı, serbest yağ asitleri değerleri bilhassa incelenmiştir. Ayrıca referans teşkil etmesi bakımından, kızartmada kullanılmamış taze bitkisel ayçiçeği yağı ile laboratuvar şartlarında 180°C’de, 3’er dakikalık, 15 kez kızartma işlemi uygulanmış ve her kızartma sonrası alınan yağ numunelerine, önemli yağ asitleri, peroksit değeri ve serbest yağ asitleri bakımından analizler yapılarak, piyasadadan toplanan yağların analiz sonuçları ile kıyaslanmıştır. Tüm bu çalışmalar ile Afyonkarahisar ilinde yemek sektöründe kullanılan kızartmalık yağların kullanılabilirlik düzeylerinin, sağlık açısından değerlerinin ve bu yağların geri dönüşümü sonucunda ekonomik açıdan sağladığı katkıların belirlenmesi hedeflenmiştir.

### 5.1. Beslenme Fizyolojisi Açısından Önemli Olan Yağ asitleri (Oleik, Linoleik, Linolenik Yağ Asitleri) Kompozisyonu

Oleik, linoleik ve linolenik yağ asitleri esansiyel yağ asitleridir. Omega-3 ve Omega-6 grubu yağ asitleri de esansiyel yağ asitlerindedir. Omega-3 yağ asitleri kaynağını linolenik asitten, omega-6 yağ asitleri ise kaynağını linolenik asitten almaktadır (Aydın 2004). Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerini oluşturan oleik, linoleik ve linolenik yağ asitleri; balık yağı, soya, ayçiçeği, mısır ve susam yağında yüksek oranda bulunmaktadır (Caston and Leeson, 1990). Yapılan birçok araştırma omega-3/omega-6 denge miktarı açısından meydana gelebilecek sapmaların büyüme-gelişme ve kardiyovasküler hastalıklar açısından olumsuz yönde etkileyeceğini göstermektedir (Çelik ve Demirel, 2004).

Laboratuvar şartlarında yaptığımız kızartmalar sonucu elde edilen yağların, yağ asidi kompozisyonlarının analiz sonuçlarına göre insan sağlığı açısından önemli olan oleik,

linoleik ve linolenik gibi doymamış yağ asitlerinin miktarlarında Çizelge 4.14 - 4.16 ve 4.18 ile Şekil 4.7 - 4.8 ve 4.9 da görüldüğü gibi azalma yönünde ufak sapmalar belirlenmiştir. Fakat bu sapmaların Türk Gıda Kodeksinde belirlenen değerlerin sınırları içerisinde kaldığı tespit edilmiştir. Şekil 4.7 - 4.8 ve 4.9 da görülen artış ve azalmalar bu yağ asitlerinin kızartmalar sonucu oluşan translarından kaynaklanmaktadır ve bu yağ asitleri zamanla doymamış yağ asidi özelliğini kaybetmektedir.

Cuesta vd. (2001) yaptıkları çalışmada oleik asit yönünden zengin olan ayçiçeği yağına 20 kez kızartma işlemi uygulamışlar ve bunun sonucunda da her kızartma işlemi sonucunda doymamış yağ asidi olan oleik asidin konsantrasyonunda azalma tespit etmişlerdir (Cuesta et al 2001).

Keller vd. (2003) yaptıkları çalışmada 50°C de 38 dakika, 105°C de 81 saat ve 190°C 24 saat kızartma işlemine tabi tuttıkları, bitkisel ayçiçeği yağı örneklerindeki yağ asidi kompozisyonunun çok fazla değişmediğini, ancak doymamış yağ asitlerinin yüzde miktarlarında azda olsa azalmaların meydana geldiğini tespit etmişlerdir (Keller et al 2003).

Bu doymamış yağ asitlerinin kızartma sırasında yüzde miktarlarındaki düşüş azda olsa, bu yağ asitlerinin termik oksidasyona uğrayarak okso-polimerlere dönüştükleri ve bu meydana gelen bileşiklerinde insanlar üzerinde sağlık yönünden birçok olumsuzluğa neden olabileceği birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Violat and Audisio 1987)

Ayrıca, Afyonkarahisar ilinde yemek sektöründe ki 25 firmadan topladığımız, kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağlarda insan sağlığı açısından önemli olan oleik, linoleik ve linolenik gibi doymamış yağ asitlerinin miktarlarında Çizelge 4.4 – 4.6 ve 4.8 de gösterilen değerler elde edilmiş ve bu değerlerin, Türk Gıda Kodeksinde belirlenen değerlerin sınırları içerisinde kaldığı fakat kızartmalık olarak kullanılan bu yağlar içerisinde aspir veya kanola yağı gibi doymuş yağ asidi miktarı, ayçiçeği yağına göre daha fazla olan karışımların olduğu tespit edilmiştir.



Epidemiyolojik çalışmalar, az miktarda doymamış yağ asidi bulunan yağların yenilmesinin koroner kalp hastalığı (KKH) riskini artırdığını ve doymuş yağların plazma TCH ve LDL-Ch düzeyini yükseltme yönünden etkili olduğunu göstermektedir (Ersöz 2005).

Sözbilir vd. (2006) Afyonkarahisar ilinde erişkin yaş grubunda sık görülen bazı kronik hastalıklar üzerine yaptıkları araştırma da, Çizelge 5.1. de verilen verileri elde etmişlerdir.

**Çizelge 5.1.** Afyonkarahisar ilinde erişkin yaş grubunda sık görülen bazı kronik hastalıklar (Sözbilir vd. 2006)

	<b>SAYI</b>	<b>YÜZDE</b>
Hipertansiyon	493	24,2
Diyabet	264	13,0
Obezite	617	31,7
Hiperlipidemi	730	35,9
Koroner Arter Hastalığı	134	6,6
Tiroid Hastalığı	381	18,7
Anemi	146	7,8
Kronik Böbrek Yetmezliği	5	0,2
Böbrek Yetmezliği	45	2,21

## **5.2. Trans Yağ Asitliği**

Laboratuvar şartlarında yaptığımız kızartmalar sonucu elde edilen yağların, yağ asidi kompozisyonları sonuçlarına göre kızartma sayısı ile kullanılan yağdaki, trans yağ asitleri Şekil 4.4 de gösterildiği gibi başlangıçta taze yağda % 0,143 tespit edilen trans yağ asidi miktarı, 15. kızartmanın sonunda 0,300 ulaşmış ve her kızartma sonrası trans yağ asidi miktarı kademeli olarak artış göstermiştir. Yapılan deneme sonucu, her kızartma sonrasında yağın içerisindeki doymamış yağ asitlerinin termik oksidasyona uğradığı ve bunun sonucunda da yağ içerisindeki trans yağ asitlerinin miktarının arttığı tespit edilmiştir.

Birçok fast-food ürünü'nün yüksek oranda trans yağ asidi içerdiği bilinmektedir. Bu tür gıdalar da hiperkolesterolemi tedavisinde diyet uygulamasını bozacak kadar trans yağ asidi olduğu belirtilmektedir (Ersöz 2005).

Ayrıca, Afyonkarahisar ilinde yemek sektöründe ki 25 firmadan topladığımız, kızartma işleminde kullanılmış bitkisel kızartmalık yağlarda trans yağ asitleri bakımından Çizelge 4.1. de gösterilen değerler elde edilmiş ve elde edilen bu değerlere göre, bir işletmenin FAO' nun belirlediği max. % 0,5 sınırının üstüne çıktığı, beş işletmenin de kullandığı kızartmalık yağda trans yağ asitleri değerinin sınıra yakın olduğu tespit edilmiştir

Trans yağ asidi alınmasıyla, KKH' dan ölüm riski arasında kuvvetli korelasyon olduğu ( $r=0.78$ ,  $p<0.001$ ) ve yüksek düzeyde trans yağ asidi tüketilmesi halinde 80000 hemşirenin 8 yıllık takibinde KKH insidansının arttığı tespit edilmiştir. Yapılan metabolik ve epidemiyolojik çalışmalar kalp krizi hastalıkları riski üzerinde trans yağ asitlerinin kötü bir etkisi olduğunu göstermektedir ( Kromhaut et al. 1995, Lichtenstein 1996 ).

Ayrıca, Sözbilir vd. (2006) Afyonkarahisar ilinde erişkin yaş grubunda koroner kalp hastalıkları üzerine yaptıkları araştırmada da, Şekil 5.1. deki veriler elde edilmiştir.



**Şekil 5.1.** Afyonkarahisar ilinde erişkin yaş grubunda koroner kalp hastalıkları öyküsü olanların oranı , (Sözbilir vd. 2006)

FAO ve WHO (1993), trans yağ asidi tüketim miktarlarının düşürülmesi için gıda endüstrisi ürünlerinde *trans* izomer oluşumunu engelleyici veya azaltıcı uygulamalara yönelik önerilerde bulunmuştur. FDA' da, 1 Ocak 2006'dan itibaren bütün gıda etiketlerinde trans yağ asidi içeriğine ait bilgilerin bulundurulmasıyla ilgili kriterleri açıklamıştır (İnt. Kyn.3).

### 5.3. Serbest Yağ Asitliği (FFA) Değeri

Laboratuar şartlarında yaptığımız 180 °C de 3 er dakikalık kızartmalar sonucu elde edilen yağların, serbest yağ asitliği sonuçlarına göre kızartma sayısı ile kullanılan yağdaki, serbest yağ asitlerinin Çizelge 4.3 de gösterildiği gibi başlangıçta taze yağda 0,080(% oleik asit cinsinden) tespit edilen serbest yağ asidi miktarı, 8. kızartmanın sonunda 0,680 miktarına ulaşarak, Türk Gıda Kodeksinin belirlediği max. 0,6 (% oleik asit cinsinden) değerini aşmış ve 15. kızartmanın sonunda da 1.165 olmuştur. Bununla birlikte Şekil 4.11 de gösterildiği gibi her kızartma sonrası serbest yağ asidi miktarı kademeli olarak artış göstermiştir. Serbest yağ asitliği açısından yağların acılaşmaya başladığı 0.3 (% oleik asit cinsinden) değerine ise 3. kızartmada ulaşılmıştır. Yapılan deneme sonucu, her kızartma sonrasında yağın içerisindeki yağ asitlerinin, gıdadan karışan su vasıtasıyla hidrolize uğradığı ve gliserolden ayrılan yağ asitlerinin serbest yağ asitliğini arttırabileceği tespit edilmiştir.

Gökalp vd. (2001) bitkisel yemeklik yağ olarak kullanılacak yağların serbest yağ asitliği değerinin 0.3 (% oleik asit cinsinden) değerini geçmemesi gerektiğini belirtmişlerdir (Gökalp vd. 2001).

Cuesta vd. (2001) yaptıkları çalışmada ayçiçeği yağına 20 kez kızartma işlemi uygulamışlar ve her kızartma işlemi sonucunda yağın serbest yağ asitliği sayısının da önemli derecede artış tespit etmişlerdir (Cuesta et al 2001).

Belitz ve Grosch (1992) da tristearinle yaptıkları bir kızartma denemesinde, serbest yağ asitlerinin parçalanma ürünü olan serbest aldehit ve metil keton oluşumlarının saptanması, kızartma işlemlerinin yağda, kimyasal hidroliz yolu ile serbest asitliği

artırdığını da ortaya koymaktadır (Belitz and Grosch 1992).

Ayrıca, Afyonkarahisar ili catering, fast-food ve diğer hazır gıda işletmelerinden alınan kızartmalık yağ numunelerinin serbest yağ asitliklerinin (FFA), Çizelge 4.4 de gösterildiği gibi % oleik asit cinsinden değerlerini incelediğimizde 25 farklı işletmeden alınan numuneden 11 tanesinin serbest yağ asitliği değerinin, Türk Gıda Kodeksinin belirlediği değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Afyonkarahisar ilinden topladığımız bu numunelerin serbest yağ asitliği bakımından çıkan değerlerinin istatistikî yolla bir genel ortalamasını aldığımızda, 0,504'lük (% oleik asit cinsinden) bir değer elde ettiğimizi ve bu değerinde Türk Gıda Kodeksinin belirlediği 0,6'lık (% oleik asit cinsinden) değerin altında kaldığı belirlenmiştir, işletmeleri bölgesel olarak gruplandırdığımızda Şekil 4.6'da görülen iki bölgenin Türk Gıda Kodeksinin belirlediği değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, serbest yağ asitliği değerinin 0.3 değerine ulaşmasıyla yağların hızla acılaştıkları ve Türk Gıda Kodeksinin belirlediği max. 0,6 (% oleik asit cinsinden) değerini aştıktan sonrada kullanılamaz hale geldikleri dikkate alınır, bu bölgelerde ki hazır gıda tüketiminin yaygın olması nedeniyle işletmelerin kızartmada kullandıkları kızartmalık yağları fazla sulu ortamda ve sık sık değiştirmeden kullandıkları ortaya çıkmaktadır.

Pakistan da da, hazır gıda yerlerinden toplanan kızartmada kullanılmış yağlar üzerinde yapılan bir araştırma sonucunda da, kullanılma sonucu bu yağlardaki serbest asitlik değerinin %0,12 (% oleik asit cinsinden) den, %1'e kadar yükseldiği belirlenmiştir. Ürünlerin kızartılması sırasında, yağın aşırı derece ısıtılması termik oksidasyon ve hidroliz sonucu serbest yağ asitliğinin arttığı ve bu yağın içindeki maddeler gıdaya geçerek tansiyon, kalp ve damar hastalıkları, sinir sistemi problemleri, ishal ve mide de yanma gibi rahatsızlıklara neden olabildiği belirtilmiştir (İnt. Kyn. 4).

Penumetcha ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmalar, okside olmuş yağ asitlerinin, bağırsak hücrelerinde bulunan lines'ler yoluyla bağırsaklar tarafından kolayca absorbe edilebildiği ve bu maddelerin kompleks lipitler içinde esterleşerek lipoproteinler ile birleştiklerini göstermiştir. Bu nedenle oksidatif açıdan değişikliğe uğramış serbest yağ asitleriyle, LDL arasında yakın bir ilişkinin olduğu kabul edilmektedir. Okside olmuş LDL'nin kalp hastalıklarının başlamasında rol aldıkları ile ilgili birçok araştırma vardır (Penumetcha et al. 2000).

#### 5.4. Peroksit Değeri

Laboratuar şartlarında yaptığımız 180 °C de 3 er dakikalık kızartmalar sonucu elde edilen yağların, peroksit sayısı sonuçlarına göre kızartma sayısı ile kullanılan yağdaki, peroksit sayısının Çizelge 4.5 de gösterildiği gibi başlangıçta taze yağda 0,910 meq/kg peroksit sayısı, 6. kızartmanın sonunda 10,165 meq/kg miktarına ulaşarak, Türk Gıda Kodeksinin belirlediği max. 10 meq/kg değerini aşmış ve 15. kızartmanın sonunda da 20,415 meq/kg olmuştur. Peroksit sayısı açısından yağlarda hidroperoksitlerin oluşmaya başladığı 5 meq/kg değerine ise 3. kızartmada ulaşılmıştır. Bununla birlikte Şekil 4.7 de gösterildiği gibi her kızartma sonrası peroksit sayısı kademeli olarak artış göstermiştir. Yapılan deneme sonucu, her kızartma sonrasında yağın içerisindeki doymuş ve doymamış yağ asitlerinin, oluşan ısının etkisiyle termik oksidasyona uğradığı ve bunun sonucunda da meydana gelen hidroperoksitlerin yağ içerisindeki peroksit sayısını yükselttiği tespit edilmiştir.

Bizim elde ettiğimiz sonuca benzer şekilde Keller ve ark. (2003) yaptıkları çalışma da 50, 105 ve 190°C'lerde belirli sürelerde ısıttıkları bitkisel ayçiçeği yağında peroksit sayılarının sıcaklık ve süreye bağlı olarak arttığını tespit etmişlerdir (Keller et al. 2003).

Kayahan (1975) da yağların sıcaklık etkisiyle peroksit sayısının arttığını ve peroksit sayısı 5 meq/kg dan sonra yağların acılaşmaya başladığı, 10 meq/kg dan sonra ise yağın kullanılamaz hale geldiğini belirtmiştir (Kayahan 1975)

Ayrıca, Afyonkarahisar ili catering, fast-food ve diğer hazır gıda işletmelerinden alınan kızartmalık yağ numunelerinin, Çizelge 4.6 da gösterildiği gibi peroksit sayısı değerlerini incelediğimizde 25 farklı işletmeden alınan numuden 15 tanesinin peroksit sayısı değerinin, Türk Gıda Kodeksinin belirlediği max. 10 meq/kg değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Afyonkarahisar ilinden topladığımız bu numunelerin peroksit sayısı bakımından çıkan değerlerin istatistikî yolla bir genel ortalamasını aldıığımızda Çizelge 4.6 da gösterilen, 22,16 meq/kg değerini elde ettiğimizi ve bu değerinde Türk Gıda Kodeksinin belirlediği max. 10 meq/kg değerinin çok üstünde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, işletmeleri bölgesel olarak gruplandırdığımızda Şekil 4.8 de görülen beş bölgenin Türk Gıda Kodeksinin belirlediği değerin üzerinde olduğu

tespit edilmiş ve peroksit sayısının 5 meq/kg değerine ulaşmasıyla yağların hızla acılaştıkları ve Türk Gıda Kodeksinin belirlediği max. 10 değerini aştıktan sonrada kullanılamaz hale geldikleri dikkate alınır, bu beş bölgede ki catering sektörünün ve hazır gıda tüketiminin yaygın olması nedeniyle işletmelerin kızartmada kullandıkları kızartmalık yağları sık sık değiştirmeden kullandıkları ve kızartma işlemlerini çok yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirdikleri belirlenmiştir.

Birçok araştırmacıya göre, ısıyla muamele edilmiş yağlarda meydana gelen lipid peroksidasyonu sonucunda oluşan hidroperoksitler, bu yağlar içerisinde kızartılan gıdalara, buradan da bu gıdaların tüketilmesiyle insan dokularında lipid peroksidasyonu ürünlerini artmakta ve bu olumsuz ürünler insanlarda atherosclerosis (damar tıkanıklığı) oluşumuna neden olabilmektedir (Pokorny and Marcin 1981, Yoshida and Kajimoto 1989, Cohn 2002 ).

Ayrıca, uzun süre kızartmada kullanılan yağlardan gıdalara geçen perokside serbest radikaller, bir yandan hücrelerdeki nükleik asitlere etki ederek nükleotid zincirini kırarken, diğer yandan da membran fosfolipidleri üzerine etki ederek, zarara uğratabilmektedir. Bunun dışında, bu serbest peroksit radikallerinin ileri derecede tüketilmesi halinde, damar endotel tabakasında lezyonlara ve buna bağlı trombosit hiper agregasyonuna da neden olmaktadır. Ayrıca aterosklerotik lezyonlardan salıverilen yağ asitleri ve özellikle araşidonik asit ise, okside olarak verdikleri peroksit radikalleri ile ortamda prostasiklin düzeyini düşürdüğü belirtilmektedir (Jialal and Devaraj 1996, Yuan and Brunk 1998).

### **5.5. Kullanılmış Kızartmalık Yağların Geri Dönüşümü**

Laboratuar şartlarında 180 °C de 3 er dakikalık yaptığımız kızartma denemeleri sonuçlarına göre, bu sürede ve sıcaklıkta bitkisel ayçiçeği yağıyla yapılacak bir kızartma sonucu kızartılacak ürünün miktarı ve absorbe ettiği su miktarına da bağlı olarak serbest yağ asitliği ve peroksit değerine göre en fazla 3 kez kullanımının uygun olduğu, fakat bu bahsettiğimiz etkenlerden herhangi birinin artması sonucu yağın kızartma da kullanım sayısının da düşeceği tespit edilmiştir.

Demirci (2003), beslenme üzerine yaptığı çalışmada da kızartmadan sonra kullanılan yağın süzülerek saklanabileceğini ve birkaç kez kızartma amacıyla kullanılabileceğini belirtmiştir.

Perkins ve Lamboni'nin 1998 yılında içerisinde bozulmuş bileşen bulunmayan kontrol grubu yağ ile kızartmada kullanılmış bir başka yağı farklı sıçan gruplarının diyetlerinde denemişler ve araştırma sonucunda yemeklik yağ ile kızartmada kullanılmış yağ arasında hepatit enzim metabolizmasını etkilemeleri yönünden önemli farklılıklar gözlemlemişlerdir (Perkins and Lambon 1998).

Bu doğrultuda, fast-food larda, restoranlarda ve çeşitli kuruluşların mutfaklarında kullanılmış farklı orijine sahip yağların geri dönüşümünün sadece biyodizel'e çevrilerek sağlanabildiği bilinmeli ve tüketiciler bilgilendirilmelidir. Bunun için şehirdeki farklı çöp noktalarından veya özel toplama sistemleri (endüstriyel yerlerden toplanmasında resmi açıdan yetkilendirilmiş firmaların kullanılması gibi) ile bu atık yağlar toplanarak kullanılabilir.

Yaptığımız çalışma doğrultusunda, Afyonkarahisar ilinde gerek yemek sektöründeki firmalar gerekse tüketiciler tarafından doldurulan anket çalışmasında, büyük firmaların (oteller, fast-food firmaları, catering firmaları) kullandıkları kızartmalık yağları lisanslı atık toplama firmalarına verdikleri, orta büyüklükteki yemek firmalarından ( restoranlar, lokantalar) bir kısmının bu yağları küçük işletmelere (tatlı, unlu mamul firmalarına), bir kısmının da kanalizasyona verdikleri, bireysel tüketicilerin ise kullandıkları kızartmalık yağları hem bilgi eksikliği, hem de bu yağların toplanması ile ilgili alt yapı yetersizliği nedeniyle kanalizasyonlara verdikleri anlaşılmıştır.

Ayrıca Oruçoğlu Yağ San. Kalite laboratuvarında yaptığımız, 25 firmadan toplanan kızartmalık yağlardan biyodizel üretim denemesinde de başarılı sonuç elde edilmiş ve 1 litre kızartmada kullanılmış yağdan 0.75 litre biyodizel elde edilmiştir. Ancak kızartmada kullanılan yağdan biyodizel elde edilmesi prosesin de kullanılan yağın iyice süzülmesi ve yağın yapısındaki gliserininde tamamen ayrılması gerektiği tespit edilmiştir ve bu konuyla ilgili olarak Afyonkarahisar ilinde, kullanılmış kızartmalık

yağları biyodizele çeviren 4 adet firma bulunmakta olup, bu firmaların tamamına yakını hammadde sıkıntısı çekmektedir. Bu yöredeki insanların hem kullanılmış kızartmalık yağların geri dönüşümüyle ilgili bilgilendirilmesi, hem de bu yağların toplanması ile ilgili gerekli alt yapının sağlanması Afyonkarahisar iline ve milli ekonomiye büyük katkı sağlayacağı belirlenmiştir.



## 5.6. SONUÇ

Genel olarak bakıldığında laboratuarda yapılan kızartma denemeleri sonucunda ürünlerin kızartılmasında uygulanacak ideal sıcaklığın 170-180 °C olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu sıcaklık aralığının altında yapılan kızartmalarda, kızartılan ürünün yağ absorpsiyonu'nun arttığı, bu sıcaklık aralığının üzerindeki sıcaklıklarda ise kullanılan yağın kimyasının hızla bozulduğu belirlenmiştir.

Laboratuarda yaptığımız çalışmalar sonucu, 180 °C'de 3 dk. artarda kullanılan kızartmalık yağların serbest yağ asitlik derecesi açısından TGK'nin belirlediği max.0,6 (% oleik asit cinsinden ) değerine 8. kızartma da ulaştığı fakat serbest yağ asitliği açısından yağın acılaşmaya başladığı 0,3 değerine 3. kızartmada ulaştığı saptanmıştır. Peroksit sayısı açısından ise TGK'nin belirlediği max.10 meq/kg değerine 6. kızartma da ulaştığı fakat peroksit değeri açısından da yağda hidroperoksitlerin oluşmaya başladığı 5 meq/kg değerine 3. kızartmada ulaştığı saptanmış olup, gerek serbest yağ asitliği, gerekse peroksit ve trans yağ asitliği açısından kızartma amacıyla bir yağın en fazla 3 kez kullanılabilceği ve her kullanım sonrasında yağın süzülerek, soğuk ortamda saklanması gerektiği tespit edilmiştir. Yağ içerisinde meydana gelen insan sağlığına zararlı maddelerin konsantrasyonu açısından, kızartılan ürünün miktarı, kızartma sıcaklığı, kızartma süresi ve ortamdaki su miktarına bağlı olarak da bir yağın kullanılabilirlik derecesinin azalabileceği belirlenmiştir. Ayrıca kullanılan yağın kızartma sayısı arttıkça önemli yağ asitlerinin konsantrasyonunda da azalma yönünde küçük sapmaların olduğu tespit edilmiştir.

Aynı zamanda, Afyonkarahisar ili catering, fast-food ve diğer hazır gıda işletmelerinden alınan kızartmalık yağ numunelerinin serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı analizlerinin sonuçları, bu işletmelerin yarısından fazlasının bu yağları 3 kezden fazla kızartma amacıyla kullandıkları ve hazır gıda tüketiminin fazla olduğu bölgelerde bulunan işletmelerin, kızartma işlemlerini yüksek sıcaklıklarda yaptıkları tahmin edilmektedir.

Ayrıca, bu firmalardan alınan numunelerdeki oleik, linoleik ve linolenik gibi doymamış yağ asit miktarlarının Türk Gıda Kodeksinde ki değerlerin içerisinde çıkması, fakat bazı

numunelerin trans yağ asidi değerlerinin sınıra yakın ve bazılarının da asit sayısı ve peroksit sayılarının normal değerlerinin üzerinde bulunması, kullanılan yağın atılmadan üzerine tekrar taze yağ eklenerek kullanıldığını göstermektedir.

Yaptığımız çalışma doğrultusunda, kullanılan kızartmalık yağların büyük çoğunluğu'nun tüketiciler ve küçük ölçekli firmalar tarafından kanalizasyona verildiği, il içerisinde çok az firmanın bu yağları atık toplama firmalarına veya yem üreticilerine verdiği, bu durumda halkın ve firma sahiplerinin kullanılmış atık yağların geri dönüşümüyle ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıklarından ve bu yağların toplanması ile ilgili yeterli alt yapının bulunmadığından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Bu doğrultuda, bu yöredeki tüketicilerin ve firmaların kullanılmış kızartmalık yağların kullanım dereceleri, bu yağların tekrar tekrar kullanılması sonucu insan sağlığı ve çevrede potansiyel açıdan yarattığı riskler açısından zararlı etkileri ile bu yağların geri dönüşümüyle ilgili bilgilendirilmesi ve bu yağların toplanması ile ilgili gerekli alt yapının sağlanmasının hem sağlık açısından hem de ekonomik açıdan Afyonkarahisar iline ve milli ekonomiye büyük katkı sağlayacağı belirlenmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- Afacan, T., 2005. Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği, Ulusal Yakıt Biyodizel Sunumu 1-56 s. Ankara.
- Akbaba, G., Mart 2007. Enerji Kaynağımız Karbonhidratlar. Bilim ve Teknik Dergisi Syf. 113
- Anonim, 1987. Türk Standartları Enstitüsü, Oleik Asit Cinsinden Serbest Yağ Asitliği Standardı 1685.
- Anonim, 2004. Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 72 s., Ankara.
- Anonim, 2005. Çevre ve Orman Bakanlığı Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği 25791 Sayılı Resmi Gazete.
- Anonymous, 1989. American Oil Chemists' Society Fatty Acid Composition by GC, cis and trans isomers, Ofical Method Ce c-89 (93) Volume-1.
- Anonymous, 1989. American Oil Chemists' Society Free Fatty Acids Offical Method Ca 5a-40 (93) Volume-1.
- Anonymous, 1989. American Oil Chemists' Society Peroxide Value Offical Method Cd8-53 (93) Volume-1.
- Anonymous, 1993. Fats and Oils in Human Nutrition Report of a Joint Consultation, Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization. Page: 1-42.
- Ascherio, A., Katan, M. B., Zock, P.L. et al, 1999. Trans Fatty Acids and Coronary Heart Disease. N. Eng. J. Med. 340 : 1994-1997.
- Aydın, A., 2004. Sağlığımız ve Omega-3 yağ asitleri. 10. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri. Sağlıkta ve Hastalıkta Beslenme Sempozyum Dizisi No: 41 Kasım 2004, syf: 279-284
- Baltes, J. 1975, Gewinnung und Vearbeitung von Nahrungsfetten. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg. 225s.
- Belitz, H. D. und Grosch, W. 1992. Lehrbuch der Lebensmittelchmie. Vierte Überarbeitete Auflage, Springer Verlag Berlin Heiddelberg New York, Page: 580-606.

- Carey, MC., Small DW, Bliss CM, 1983. Lipid Digestion and Absorption. Annu. Rev. Physiol. Page: 651-677.
- Caston, L. And Leeson, S. 1990, Dietary Flax and Egg Composition. Research Note Poultry Sciences, Vol. 69, pp: 1617-1620.
- Çelik, S. ve Demirel, M., 2004. İnsan ve Hayvan Sağlığı Bakımından Omega Yağ Asitleri ve Konjuge Linoleik Asitin Önemi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt:9, Sayı:1, syf: 25-35
- Chambers, G., September 2000. Recycled Cooking Oils; Assessment of Risks for Public Health. Working Document Page: 1-100.
- Christopherson, S. W., and Glass, R. L., 1969. Perparation of Milk Fat Methyl Esters by GC. (52), 1289-1290.
- Cohn, J.S. 2002, Oxidized Fat İn The Diet, Postprandial Lipaemia and Cardiovascular Disease. Curr. Opin. Lipidol. Page: 13-24.
- Cuesta, C., Romero, A., and Muniz, F. J., 2001. Fatty Acid Changes in High Oleic Acid Sunflower Oil during Successive Deep-Fat Fryings of Frozen Foods, Food Science and Technology International, Vol. 7, No. 4, 317-328.
- Demirci, M., 2003 Beslenme, Rebel Yayıncılık, 1. Basım, 277 S. Tekirdağ.
- Doğan, A., Başoğlu, F., 1985. Yemeklik Bitkisel Yağ Kimyası ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Syf: 951, Ankara.
- Ersöz, M., 2005. Lipoprotein Bozuklukları ve Tedavi Yaklaşımları, Simge Yayıncılık, 1. Basım, 308, İzmit.
- Frankel E. N., August 2006, The following article has been condensed and adapted from Lipid Oxidation, Frying Fats, Chapter 12, 121-129, Prepared Foods.
- Ganguly, A., 1994. Fats and Oils, Unilever Educational Booklet: Advanced Series 36, Page: 42
- Gökalp, H.Y., Nas, S., Certel, M. 1992 Biyokimya 1. Temel Yapılar Ve Kavramlar. Pamukkale Üni. Mühendislik Fak. Ders Kitapları Yay. No: 001, Denizli.
- Gökalp, H.Y., Nas, S., Ünsal, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üni. Mühendislik Fak. Ders Kitapları Yayın No:005. Denizli.
- Jialal, I. and Devaraj, S., 1996, The Role of Oxidized Low Density Lipoprotein in Atherogenesis. J. Nutr. 126, Page: 1053–1057.

- Hamilton, R.J., Bhatı, A. 1980 Fats and Oils; Chemistry and Technology. Applied Science Publishers Ltd.,16: Page: 93-99, London.
- Hışıl, Y., 2004 (a). Enstrümantal Gıda Analizleri-II 4. Baskı, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No: 30, 192 s., İzmir.
- Hışıl, Y., 2004b. Enstrümantal Gıda Analizleri-II 4. Baskı, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No:45, Bornova, 39s., İzmir.
- Kara, H.H., 2006. Türkiye de Üretilen Organik UHT Sütün Sağlık Açısından Önemli Yağ Asitleri Bakımından Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. 55s. Afyon Kocatepe Üniversitesi. Afyonkarahisar.
- Karahan Ş., 2005 TÜBİTAK MAM ENSTİTÜSÜ, Biyodizel Kalitesi ve Biyodizelin Dizel Motorlara Etkileri. 25s.
- Katan MB, Zock PL, Mensink RP., Trans Fatty Acids and Their Effects on Lipoproteins in Human. Annu Rev. Nutr. 1995; Page: 473-93.
- Kaufmann, H.P. 1958. Analyse der Fette und Fettproducte, 1.Band, Allgemeiner Teil. Springer Verlag. Page:.1-348.
- Kayahan M. 1975. Yağlarda Meydana Gelen Oksidatif Bozulmalar Ve Önleme Çareleri. Ankara Üni. Zir. Fak. Yayınları: 601. Derleme Syf: 14-18. Ankara.
- Kayahan M. 1998, Gıda Kimyası/Yağlar Hacettepe Üniversitesi Basım Evi. 1.Basım. Syf:107-193. Ankara.
- Kayahan, M. 2002 Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri ODTÜ Yayıncılık 1. Basım 263 S., Ankara.
- Kayahan, M. 2003 Yağ Kimyası ODTÜ Yayıncılık 1. Basım 208 S., Ankara.
- Keller, U., Klaus, E., Hirche, F., and Brandsch, C., 2003. Thermally Oxidized Fats Dietary Increase the Susceptibility of Rat LDL to Lipid Peroxidation The Journal of Nutrition, 122, Page: 1075-1079.
- Kita A., Lisin'ska G., Golubowska G., 2005. The Effects of Oils and Frying Temperatures on The Texture and Fat, Content of Potato Crisps, Department of Food Storage and Technology,15; Page:25-51, Poland.
- Kocatürk U. 1997., Açıklamalı Tıp Terimleri Sözlüğü, Ankara Üniversitesi Basımevi; Yedinci Basım 865 s. Ankara
- Köylüoğlu C, Yurteri Ö, Sağlıklı Beslenme ve Omega-3, Gıda 2000 Dergisi, Eylül-Ekim Sayısı, 1999, Makale Syf:12-15.

- Kromhaut D, Menotti A, Blomberg B et al.,1995., Dietary Saturated and Trans Fatty Acids and Cholesterol and 25- year Mortality from Coronary Heart Disease: The Seven Countries Study. *Prev. Med.*;24: Page: 308-315.
- Lichtenstein AH., 1996. Trans Fatty Acids, Plasma Lipid Levels and Risk of developing Cardiovascular Disease: A Statement for Health Care Professionals from the Nutrition Committee, American Heart association. *Circulation*; 94: 1795-800.
- Özkaya, H. 1988. Analitik Gıda Kontrolü. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yay. No:1068, Ankara.
- Penumetcha, M., Khan, N., and Parthasarathy, S.,2000. Dietary oxidized fatty acids: an Atherogenic Risk. *J. Lipid Res.* 41: 1473–1480.
- Perkins, E.G., Lamboni, C., 1998. Magnesium Silicate Treatment of Dietary Heated Fats Effects on Rat Liver Enzyme Activity. *Lipids.* 33, Page: 683-687.
- Pokorny, J., Marcin, A., 1981. Effect of oxidation of frying oil on the sensory value of fried fish filet. *Article*, 30, Page: 1-11, January 1981.
- Saldamlı İ. Editör., 1998. Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Basım Evi. 1.Basım. 527s. Ankara.
- Salter, A., M., 1995. The Influence of Trans Fatty Acids on Health. *Clinical Science*, Vol. 88, pp. 373-374.
- Samur G., 2006. Vitaminler, Mineraller Ve Sağlığımız. 132 syf. 1. Basım. Ekim 2006. Ankara.
- Sebedio, J.L., Morin, O., Vatele, J.M., Grandgirard, A.1989. Heat Treatment of Vegetable Oils. *JAOCS.* 66, 704-709.
- Sebedio, J L., Bounpunt, A, Prevost, J. And Grandgirard, A., 1994. Lipid Composition of Some Commercial Frozen Prefried French Fries. *Food Science and Technology.* 96: 235-239.
- Sidossis, LS., Coggan, AR., Gastaldelli, A., Wolfe RR. 1995 Pathway of Free Fatty Acid Oxidation in Human Subjects. Implications for Tracer Studies. *Journal Clin Invest.* 95: 278-284.
- Sözbilir, H., Çekirdekçi A., Toprak D., Afyonkarahisar İli Sağlık Taraması ve Çevre Faktörlerinin Sağlığa Etkilerinin Değerlendirilmesi, Afyonkarahisar Eğitim Sağlık ve Bilimsel Araştırmalar Vakfı Yayını 9. Syf: 15-50. Ekim 2006.

- Ünsal, M., Gökalp, H. Y., Nas, S., 1992. Yemeklik Yağlarda Oksidasyon; Önemi ve Kimyasal Mekanizması, Ekonomik ve Teknik Dergi. 31, syf:50-54.
- Wachs W. 1969. Öle und Fette. II. Teil. Gewinnung und Verarbeitung Von Nahrungsfetten. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg. pp. 69.
- Verschuen, P. M. and Zevenbergen, J.L.1990. Safety Evaluation Of Hydrogenated Oils Food and Chemical Toxicology. 28 pp:755-757.

### **6.1. İnternet Kaynakları**

### **Erişim Tarihi**

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. <a href="http://www.europarl.europa.eu/stoa/publications/studies">http://www.europarl.europa.eu/stoa/publications/studies</a> | 21.06.2007   |
| 2. <a href="http://www.albiyobir.org.tr/albiyo.htm">http://www.albiyobir.org.tr/albiyo.htm</a>                                   | 15. 08. 2007 |
| 3. <a href="http://www.inspection.gc.ca/english/fssa/labeti .htm">http://www.inspection.gc.ca/english/fssa/labeti .htm</a>       | 08.09.2007   |
| 4. <a href="http://www.sciencenews.org/articles/ScienceFairZone.asp">http://www.sciencenews.org/articles/ScienceFairZone.asp</a> | 10.09.2007   |
| 5. <a href="http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource.htm">http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource.htm</a>                 | 27.11.2007   |
| 6. <a href="http://www.genetikbilimi.com/genbilim/vitamin.htm">http://www.genetikbilimi.com/genbilim/vitamin.htm</a>             | 30.11.2007   |
| 7. <a href="http://www.besinler.net/minerals.aspx">http://www.besinler.net/minerals.aspx</a>                                     | 18.12.2007   |
| 8. <a href="http://www.genbilim.com/protein+nedir/_tez_makale.php">http://www.genbilim.com/protein+nedir/_tez_makale.php</a>     | 05.01.2008   |
| 9. <a href="http://www.Bitkisel-tedavi.com/somon.htm-omega3">http://www.Bitkisel-tedavi.com/somon.htm-omega3</a>                 | 19.02.2008   |

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	Erman DUMAN
Doğum Yeri	Afyonkarahisar
Doğum Tarihi	28/06/1982
Medeni Hali	Bekar
Yabancı Dili	İngilizce
	Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise	Afyon Lisesi, 1999
Lisans	Selçuk Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Böl., 2005
Yüksek Lisans	Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 2008
	Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl aralığı
2005-	Catering, yaş meyve-sebze sektörlerinde; kalite şefi, vardiya mühendisi ve üretim müdürü olarak çalışılmış olup, şuanda bitkisel yağ fabrikasında kalite müdürü olarak çalışmaktadır.