

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KIZARTILMIŞ PATATESLERDE KIZARTMA SAYISININ  
VE SÜRESİNİN KIZARTMA YAĞI VE PATATESTEKİ YAĞ  
ASİDİ KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gıda Mühendisi Murat AÇAR**

**Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Yrd.Doç. Dr. Omca DEMİRKOL**

**TEMMUZ 2011**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KIZARTILMIŞ PATATESLERDE KIZARTMA SAYISININ  
VE SÜRESİNİN KIZARTMA YAĞI VE PATATESTEKİ YAĞ  
ASİDİ KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gıda Mühendisi Murat AÇAR**

**Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ**

**Bu tez 15.07.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Yrd. Doç. Dr. Omca  
DEMİRKOL  
Jüri Başkanı**

**Doç. Dr. Ahmet AYAR  
Üye**

**Yrd. Doç. Dr. Alev Akpınar  
BORAZAN  
Üye**

## **TEŞEKKÜR**

Bu araŐtırmanın planlanması ve yürütülmesinde değerli tavsiye, yardım ve destekleri ile beni yönlendiren değerli Hocam Yrd. Doç. Dr. Omca DEMİRKOL'a, çalışma sürecinde değerli yardımları olan Doç. Dr. Osman KOLA'ya, uygulama aşamasında büyük yardım ve desteklerini gördüğüm AraÇ.Gör. Hüseyin DURAN, AraÇ.Gör. Güliz YALDIRAK, AraÇ.Gör. Özlem AKTÜRK'e ve maddi, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli aileme, en derin duygularıyla teŐekkürlerimi sunuyorum.

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	iii
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
2.1.Doymuş Yağ Asitleri (SFA) Yapısı ve Özellikleri.....	4
2.2.Doymamış Yağ Asitleri Yapısı ve Özellikleri.....	5
2.2.1.Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) yapısı ve özellikleri.....	6
2.2.2.Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) yapısı ve özellikleri.....	7
2.3.Esansiyel yağ asitleri Yapısı ve Özellikleri.....	8
2.3.1. $\omega$ -3 ve $\omega$ -6 grubu yağ asitlerinin insan sağlığı açısından önemleri .....	10
2.4. Trans Yağ Asitlerinin Yapısı ve Özellikleri.....	11
2.4.1. Trans izomerlerinin oluşumu .....	13
2.4.1.1. Hidrojenasyon.....	13
2.4.1.2. Biyohidrojenasyon .....	14
2.4.1.3. Deodorizasyon/buhar distilasyonu.....	15
2.4.2. Gıdalarda trans yağ asitlerinin bulunuşları.....	15
2.4.3. Trans yağ asitlerinin insan sağlığına olan etkileri.....	18

### BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler.....	21
3.3. Kullanılan Kimyasallar ve Ayraçlar .....	21
3.4.Yöntem.....	22
3.4.1.Kızartma işlemi .....	22
3.4.2.Laboratuvar analizleri .....	22
3.4.2.1.Yağ tayini.....	22
3.4.2.2. Nem tayini.....	23
3.4.2.3. Yağ asidi kompozisyonları tayini.....	23
3.4.2.3.1. Numune hazırlama.....	23
3.4.2.3.2. Analiz yapılması.....	23
3.4.2.3.3. Değerlendirme.....	24
3.4.2.3.4. İstatiksel değerlendirme.....	24

### BÖLÜM 4.

SONUÇLAR.....	25
4.1. Patates Örneklerinin Yüzde Yağ ve Nem Oranları.....	25
4.2.Yağ Asidi Kompozisyonları Tayini.....	27
4.2.1. Kanola yağında yağ asidi kompozisyonları.....	27
4.2.2. Kanola yağında kızartılmış patateslerin yağ asidi kompozisyonları.....	32
4.2.3. Şorteningin (Bitkisel susuz kızartma yağının) yağ asidi kompozisyonları.....	37
4.2.4. Şorteningde (Bitkisel susuz kızartma yağında) kızartılan patateslerin yağ asidi kompozisyonları.....	42
4.2.5. Linoleik asit/Linolenik( $\omega$ -6/ $\omega$ -3) oranları.....	47
4.2.6.Trans yağ asidi.....	50

BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA.....	51
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	66

## **SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ**

**LDL** : Low Density Lipoprotein (Düşük yoğunluklu lipoprotein)

**HDL** : High Density Lipoprotein (Yüksek yoğunluklu lipoprotein)

**GC** : Gas Chromatography (Gaz Kromatografi)

**FID** : Flame Ionization Detector (Alev İyonlaştırıcı Dedektör)

**SFA** : Saturated Fatty Acid (Doymuş Yağ Asitleri)

**MUFA** : Mono Unsaturated Fatty Acid (Tekli Doymamış Yağ Asitleri)

**PUFA** : Poly Unsaturated Fatty Acid (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri)

**TFA** : Trans Fatty Acid (Trans Yağ Asitleri)

**EPA**: Ekosapentaenoik asit

**DHA**: Dokosaheksaenoik asit

**ω-3**: Omega -3

**ω-6**: Omega -6

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Doğada bulunan başlıca doymuş yağ asitleri ve bazı özellikleri .....	5
Tablo 2.2.	Doymamışlık derecelerine göre yağ asitleri.....	6
Tablo 4.1.	Kanola yağında ve şorteningde kızartılmış patateslerin yağ oranları.....	26
Tablo 4.2.	Kanola yağında ve şorteningde kızartılmış patateslerin nem oranları.....	27
Tablo 4.3.	Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak % yağ asidi oranları...	28
Tablo 4.4.	Kanola yağı ile kızartılmış patateslerin kızartma süresine bağlı olarak % yağ asidi oranları.....	33
Tablo 4.5.	Şorteningin (bitkisel susuz kızartma yağının) kızartma süresine bağlı olarak yağ asidi yüzdeleri.....	38
Tablo 4.6.	Şortening (bitkisel susuz kızartma yağı) ile kızartılmış patateslerin kızartma süresine bağlı olarak yağ asidi yüzdeleri.....	43
Tablo 4.7.	Kanola yağı ve şorteningin kızartma süresine bağlı olarak % $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranları.....	48
Tablo 4.8.	Kanola yağı ve şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranları.....	49



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Doymuş yağ asidi zincirinde C atomları .....	4
Şekil 2.2.	Doymamış yağ asidi zincirinde C atomları.....	5
Şekil 2.3.	Oleik asit 18:1 .....	7
Şekil 2.4.	Linoleik asit 18:2 .....	8
Şekil 2.5.	Linolenik asit 18:3 .....	8
Şekil 2.6.	Yağ asitlerinde cis – trans geometrik izomer kesitleri.....	12
Şekil 2.7.	Cis ve trans formdaki yağ asiti zincirleri(üç boyutlu).....	13
Şekil 4.1.	Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak % $\Sigma$ SFA, $\Sigma$ PUFA, $\Sigma$ MUFA oranları.....	29
Şekil 4.2.	Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak % oleik asit oranları..	30
Şekil 4.3.	Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak % linoleik asit oranları .....	30
Şekil 4.4.	Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak % $\alpha$ -linolenik asit oranları .....	31
Şekil 4.5.	Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak % palmitik asit oranları .....	32
Şekil 4.6.	Kanola yağı ile kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % $\Sigma$ SFA, $\Sigma$ PUFA, $\Sigma$ MUFA oranları .....	34
Şekil 4.7.	Kanola yağı ile kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % oleik asit oranları.....	35
Şekil 4.8.	Kanola yağı ile kızartılan patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % linoleik asit oranları.....	35
Şekil 4.9.	Kanola yağı ile kızartılan patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % $\alpha$ -linolenik asit oranları.....	36
Şekil 4.10.	Kanola yağı ile kızartılan patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % palmitik asit oranları.....	37
Şekil 4.11.	Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak % $\Sigma$ SFA, $\Sigma$ PUFA, $\Sigma$ MUFA oranları .....	39
Şekil 4.12.	Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak % oleik asit oranları.....	40

Şekil 4.13.	Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak % linoleik asit oranları...	40
Şekil 4.14.	Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak % $\alpha$ -linolenik asit oranları .....	41
Şekil 4.15.	Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak % palmitik asit oranları..	42
Şekil 4.16.	Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % $\Sigma$ SFA, $\Sigma$ PUFA, $\Sigma$ MUFA oranları.....	44
Şekil 4.17.	Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % oleik asit oranları.....	45
Şekil 4.18.	Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % linoleik asit oranları.....	45
Şekil 4.19.	Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % $\alpha$ -linolenik asit oranları.....	46
Şekil 4.20.	Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % palmitik asit oranları.....	47
Şekil 4.21.	Kanola yağı ve şorteningin kızartma süresine bağlı olarak $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranları .....	48
Şekil 4.22.	Kanola yağı ve şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma süresine bağlı olarak $\omega$ -6/ $\omega$ -3 değerleri.....	49

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Kanola yağı, şortening, patates, yağ asidi kompozisyonu, trans yağ asidi.

Bu çalışmada, günümüz toplumunda tüketimi gittikçe artan derin yağda kızartılmış patates ve kızartma yağlarında, yağın kullanım süresine ve aynı yağda yapılan kızartma sayısına bağlı olarak yağ asidi kompozisyonundaki değişimin, patateslerin yağ çekme ve nem oranlarındaki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla sıvı kanola yağı ve bitkisel susuz kızartma (şortening) yağında 8 saat boyunca yarı işlenmiş dondurulmuş patatesler kızartılmıştır. Her saatin sonunda patateslerden ve yağlardan numune alınıp bu numunelerin her saati için ayrı ayrı yağ asidi kompozisyonundaki değişim, patateslerin yağ çekme oranı ve nem oranı belirlenmiştir.

Sekiz saat boyunca kızartma yapılan şortening ve kanola yağı ve bu yağlarda 32 kez kızartılan patateslerdeki analiz sonuçları: Kanola yağı ve şorteningle kızartılan patates örneklerinde kuru madde üzerinden yağ miktarında sırasıyla %25,67 ve %24,7 artış gözlenmiştir. Kanola ve şortening yağı ile kızartılan patateslerdeki nem oranında sırasıyla %49,32 ve %48,56 azalma meydana gelmiştir. Kanola yağında  $\Sigma$ SFA %21, 32. kızartmada elde edilen patateste ise %17,71 oranında artış gözlenmiştir. Şorteningde  $\Sigma$ SFA %3,66, 32. kızartmada elde edilen patateste ise %3,08 oranında artış gözlenmiştir. Kanola yağında  $\Sigma$ MUFA %9, elde edilen patateste ise %9,57 oranında düşüş gözlenmiştir. Şorteningde  $\Sigma$ MUFA %1,89, elde edilen patateste ise %1,605 oranında düşüş tespit edilmiştir. Kanola yağında  $\Sigma$ PUFA %10,68, elde edilen patateste ise %9,045 oranında düşüş gözlenmiştir. Şorteningde  $\Sigma$ PUFA %1,98, elde edilen patateste ise %1,675 oranında bir düşüş gözlenmiştir. Patates numunelerinin kontrol örneğinde (%0,125) ve sadece şortening ile kızartılan patates örneklerinin 32. kızartmasından elde edilen kızarmış patates örneklerinde (%0,25) trans yağ asidine rastlanmıştır.

# **EFFECT OF FRYING PERIOD AND REPEAT ON COMPOSITION FATTY ACIDS FORMATION IN SOME FRYING OILS**

## **SUMMARY**

Key words: Canola oil, shortening, potato, composition fatty acids, trans fatty acids.

In this study, changes of fatty acid composition, oil absorption ratios and water contents of both potatoes and their frying oils were determined depending on frying time and repeating.

For this purpose, freezing and semi-processed potatoes were fried in rapeseed oil and shortening oil for 8 hours. Samples were taken from potatoes and oils at the end of each hour then changes of fatty acid compositions, ratio of oil absorption and water contents of potatoes were analyzed individually.

Results for fried rapeseed oil and shortening oil during 8 hours and fried potatoes in these oils were as follows: oil amounts of potatoes which were fried in rapeseed oil and shortening oil, increased by 25,67% and 24,7% (on the basis of dry matter), respectively. Water content of potatoes fried in rapeseed oil and shortening were decreased by %49,32 and %48,56, respectively.  $\Sigma$ SFA in rapeseed oil increased by %21 and  $\Sigma$ SFA at potatoes fried in this oil increased by 17,71%.  $\Sigma$ SFA in shortening increased 3,66% as for that fried potatoes in this oil increased by 3,08%.  $\Sigma$ MUFA in rapeseed oil decreased by 9% as for that fried potatoes in this oil decreased by 9,57%.  $\Sigma$ MUFA content was decreased by 1,89% in shortening, while decreased by 1,605% in fried potatoes.  $\Sigma$ PUFA at rapeseed oil decreased by 10,68% as for that fried potatoes in this oil  $\Sigma$ PUFA ratio decreased by 9,045%.  $\Sigma$ PUFA in shortening decreased by 1,98% as for that fries potatoes in this oil  $\Sigma$ PUFA ratio decreased by 1,675%. Trans fatty acids were detected in control samples of potatoes (0,125%) and only in potato samples fried in shortening for 32 times (%0,25).

# 1. GİRİŞ

İnsan beslenmesi açısından temel gıda maddelerinden biri olan yağlar, bitkisel ve hayvansal kaynaklardan sağlanmaktadır. Bitkisel yağlar hayvansal yağlara oranla daha kolay ve ucuza elde edilmektedir. Sağlık açısından da bitkisel yağlar hayvansal yağlara nazaran daha uygundur. Bundan dolayıdır ki; bu tip yağlar fazla miktarda tüketim alanı bulmaktadır (İncekara, 1972).

İnsanların yaşamlarını sağlıklı ve verimli bir şekilde devam ettirebilmesi için gerekli olan enerjiyi ve besin öğelerinin her birini yeterli miktarda sağlayacak olan besinlerin, besleyici değerini yitirmeden ve sağlığı olumsuz şekilde etkilemeden en uygun şekilde alınması ve kullanılması gereklidir (Yücecan, 1999). Sağlıklı beslenme ile yaşam döngüsü boyunca büyüme ve gelişmeyi destekleyecek şekilde tüm besin öğeleri karşılanmalıdır (Bidlack, 1996). Besin öğelerinin herhangi biri alınmadığında veya gereğinden az alındığında, büyüme ve gelişmenin engellendiği ve bir takım sağlık sorunlarının ortaya çıktığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Parodi, 1999).

Karbonhidrat, yağ ve proteinler, canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi için önemli enerji kaynaklarıdır. Çünkü canlıların ihtiyaç duyduğu enerji, hücrelerde depolanan gıda maddelerinin yakılması ile karşılanmaktadır. Nitekim bu besin öğelerinden yağların, insanların ve hayvanların beslenmesinde önemli bir etken olduğu bilinen bir gerçektir. Vücutta enerji kaynağı olarak kullanılmalarının dışında; yağlar, yağda eriyen (A, D, E, K) vitaminlerin emilmesine yardımcı olmaktadır (Mayes ve ark., 1993). Bunların dışında hücre membranının bileşenlerinden olması ve eikosanoid sentezinde (Eikosanoidler, tek hücrelilerden çok hücreli yüksek organizasyonlu canlılara kadar tüm organizmalarda bulunan, kısa süreli lokal etkiye sahip lipid türevi biyomoleküller madde) öncü madde olarak görev alması bakımından da önemlidir (Judd ve ark., 1994; Murray ve ark., 2004).

Dünyada elde olunan bitkisel ve hayvansal kaynaklı yağların % 80'i beslenmemizde kullanılır. Gelişmiş ülkelerde günlük harcanan kalorinin çocuklar için % 35–40'ı, gençler için % 30–35'i ve yetişkinler için % 25–30'u yağlardan sağlanır ( Başıoğlu, 2006).

Sağlığı olumsuz etkilemelerine rağmen, bol yağda kızartılmış aperatif gıdalar tüketiciler arasında oldukça popülerdir. Bol yağda kızartılmış gıdalarda bulunan özgün duyu kalite herhangi bir pişirme metodu ile sağlanamamaktadır. Patates kızartması çok popüler bir gıdadır. Örneğin ABD' de kişi başına yılda ortalama 13,6 kg patates kızartması tüketilmektedir. Bu yüzden gıda endüstrisi patates kızartması yerine daha sağlıklı ürünleri koymakta sorun yaşamaktadır (Ebersole, 2003).

Buna karşın 1989 ve 1990 yılları boyunca, tüketicilerin daha sağlıklı ürünler için baskı yapması sonucunda birçok restoran doymuş yağ ve hidrojene edilmiş bitkisel yağ kullanımını azaltmıştır. Hayvansal ve tropikal yağların tüketimi ve kullanımındaki bu azalma, doymuş yağ asitleri ile kalp ve damar hastalıkları arasındaki ilişkiyi nitelendirebilir. Domuz yağı gibi doymuş yağ içeriği yüksek yağların yerini soya ve kanola yağı gibi bitkisel yağlar almıştır. Ancak bitkisel yağların, kimyasal stabilitesini arttıran hidrojenasyon için gerekli olan çoklu doymamış yağ asidi konsantrasyonları daha yüksektir. Trans yağ asitleri de bir hidrojenasyon yan ürünüdür. Kısmen hidrojene edilmiş bitkisel yağlar yaklaşık olarak %30 trans yağ asidi içerirken hayvansal yağlar yaklaşık %3 oranında trans yağ asidi içermektedir (Hunter ve Applewhite, 1991).

Günlük yağ tüketiminde dikkat edilmesi gereken diğer bir konu da yağda bulunan yağ asitlerinin doymuşluk–doymamışlık durumudur. Günlük ihtiyacın 1/3'ünü doymuş, 1/3'ünü tekli doymamış, 1/3'ünü çoklu doymamış yağ asitlerinden olmasını Amerikan Kalp Birliği tavsiye etmiştir (Bakker ve ark., 1997).

Gıda ürünlerinin üretiminde kullanılan yağların bazı özellikleri, bu ürünlerin yüksek miktarlarda kullanılmaları sonucunda insanlar için ciddi sağlık problemlerine yol açmaktadır. Tüketiciler için yağ asit bileşiklerinin yapısal olarak doymuş, tekli doymamış, çoklu doymamış gibi özelliklerinin dışında, sahip olduğu cis, trans veya

konjuge formunun da ayrı bir önemi vardır. Bazı formlardaki yağların aşırı tüketimi sonucunda bir takım hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin trans yağ asitleri, doymuş yağ asitlerine göre kan plazmasındaki lipit seviyelerine daha fazla olumsuz etkide bulunarak LDL (düşük dansiteli lipoprotein) kolesterol konsantrasyonunu artırmakta ve bununla birlikte HDL (yüksek dansiteli lipoprotein) kolesterol konsantrasyonunu düşürmektedir. (Mauger ve ark., 2003; Mensink ve Katan, 1990).

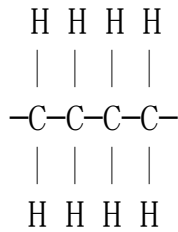
Restoranlar patates cipsinin kızartılmasında genellikle kısmi hidrojenasyona uğratılmış bitkisel yağları kullanmaktadırlar. Tohum yağlarından soya ve kanola yağı yaygın olarak kullanılan diğer kızartma yağlarıdır. Kanola ve soya yağında kızartılan patates cipsleri pamuk yağında kızartılan patates cipslerinden daha yüksek oranda tekli doymamış yağ asidi içermektedir. ABD' de tüketilen patates cipslerinin büyük oranda trans yağ asidi içermesi nedeniyle kızartma yağlarının trans yağ asitlerinin azaltılması tavsiye edilmiştir (Mensink ve Katan, 1990).

Bu çalışmada, günümüz toplumunda tüketimi gittikçe artan derin yağda kızartılmış patates ve kızartma yağlarında, yağın kullanım süresine bağlı olarak yağ asidi kompozisyonundaki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, günümüzde giderek yaygınlaşan fast food tipi beslenmede çok fazla kullanılan kızartma işleminin yağın bünyesinde meydana getirebileceği olumsuz değişikliklerin ortaya koyularak daha sağlıklı beslenme adına farkındalık yaratmak ve gıda endüstrisinde kızartma yağı kullanan işletmelere yol gösterici olmak hedeflenmektedir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Doymuş Yağ Asitleri (SFA) Yapısı ve Özellikleri

Doymuş yağ asitleri karbon-karbon atomları arasında tek bir kovalent bağdan (-C-C-) oluşan ve oda sıcaklığında genelde katı olan yağ asitleridir (Şekil 2.1). Bu yağ asitlerince zengin olan yağlara doymuş yağlar denir (Nas ve ark., 2001).



Şekil 2.1. Doymuş yağ asidi zincirinde C atomları

Doymuş yağ asitleri istenilen sıcaklıkta katı bir kristal oluştururlar ve düzenli bir konfigürasyona sahiptir. Bu sebeple erime noktaları yüksektir (Gürcan, 2001). Palmitik ve stearik asitler, doymuş yağlar arasında hayvansal yağlarda en çok bulunan asitlerdir. Doymuş yağ asitlerinin daha kısa ve uzun zincirli olanları daha az bulunur (Bayşu, 1979). Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri, genelde düz zincir türevleridir. İki karbonlu birimlerden oluştukları için çift sayıda karbon atom sayısına sahiptirler (Murray, 1990). Karbon sayısı 10'a kadar olan bütün doymuş yağ asitleri adi ısıda sıvı ve uçucudurlar. Daha fazla sayıda karbon taşıyanlar ise katıdır (Bayşu, 1979). Doymuş yağ asitlerindeki hidrokarbon zinciri, tamamen kıvrılabilir bir yapıya sahiptir. Çünkü ana omurgadaki tek bağlar kendi etraflarında tamamen serbest hareket edebilmekte ve bu nedenle de çok sayıda konformasyon şeklini kazanabilmektedirler. Konformasyon şekli, doymuş yağ asitlerindeki en az enerji gerektiren şekildir. En yaygın doymuş yağ asitleri; laurik (C12:0), palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) asitlerdir (Gözükara, 1989).



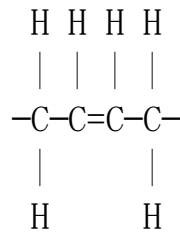
Doymuş yağ asitleri insan vücudunda sentez edilirler; hiç yağ tüketilmese bile bu tür yağ asitleri karbonhidrat metabolizması ile oluşan moleküllerden sentez edilebilir (Nas ve ark., 2001). Önemli bazı doymuş yağ asitlerinin başlıca özellikleri Tablo 2.1’de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Doğada bulunan başlıca doymuş yağ asitleri ve bazı özellikleri (Nas ve ark., 2001).

Kapalı Formül	Sistemik Adı	Yaygın Adı	Doğada bulunduğu yerler
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OOH	Bütanoik Asit	Bütirik Asit	Süt yağında % 2,5–4,5
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> C <sub>3</sub> OH	Hekzanoik Asit	Kapronik Asit	Süt yağında % 1–2
C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> COOH	Oktanoik Asit	Kaprilik Asit	Koko yağında % 6–8
C <sub>9</sub> H <sub>15</sub> COOH	Dekanoik Asit	Kaprinik Asit	Süt ve palm çekirdeği yağında
C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> COOH	Dodekanik Asit	Laurik Asit	Süt ve palm yağında
C <sub>13</sub> H <sub>27</sub> COOH	Tetradekanoik Asit	Miristik Asit	Pek çok bitkisel ve hayvansal yağlarda
C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> COOH	Heksadekanoik Asit	Palmitik Asit	Bütün yağlarda
C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH	Oktadekanoik Asit	Stearik Asit	Süt yağı ve tropikal bitki tohum yağında
C <sub>19</sub> H <sub>39</sub> COOH	Eikosanoik Asit	Arasidik Asit	Yerfıstığı yağında % 3

## 2.2. Doymamış Yağ Asitleri Yapısı ve Özellikleri

Doymamış yağ asitleri karbon zinciri üzerinde çeşitli konumlarda, karbon- karbon arasında bir veya birden fazla kovalent çift bağ içeren yağ asitleri olarak adlandırılır (Şekil 2.2). Bu yağ asitlerince zengin olan yağlara doymamış yağlar denir (Nas ve ark., 2001).



Şekil 2.2. Doymamış yağ asidi zincirinde C atomları

Doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine göre daha reaktif olmasının nedeni yapılarındaki çift bağlardır. Çift bağlar muhtemel oksidasyon ve diğer kimyasal tepkimeleri gösterirler. Çift bağların sayısı arttığı zaman hızlı bir biçimde oksidasyonu artar. Çift bağlar zincire düzensiz bir özellik katar. Yan yana iki karbon atomu üzerinde duran hidrojen atomları bağın aynı tarafında uzandığında bu cis çift

bağı olarak bilinir. Trans izomer iki hidrojen atomu bağın karşı taraflarında uzandığında zayıf bir düğüm oluşmasıdır. Var olan bu iki durum sadece çift bağın kendi etrafındaki serbest dönmesini engellediği için çift bağ bir sınırlama ya da uzayda eğilmeme şeklinde tanımlanır (Altan ve Altan, 2009). Bu reaktivite, yağ asidi zincirindeki çift bağ sayısına göre artmaktadır. Vücudun gereksinim duyduğu esansiyel yağ asitleri doymamış yağ asitleri grubunda yer alır ve çoğunluğu bitkisel kaynaklıdır (Nas ve ark., 2001).

Yapılarında bir tane çift bağ varsa tekli doymamış yağ asidi (MUFA), birden fazla çift bağ varsa çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) veya aşırı doymamış yağ asidi adı verilir (Tüzün, 1997). Bunlar doymamışlık derecelerine göre 4 alt gruba ayrılırlar (Tablo 2.2).

Tablo 2.2. Doymamışlık derecelerine göre yağ asitleri (Tüzün, 1997).

Monoen Asitleri	Bir çift bağlı yağ asidi molekülü	Oleik asit
Dien Asitleri	İki çift bağlı yağ asidi molekülü	Linoleik asit
Trien Asitleri	Üç çift bağlı yağ asidi molekülü	Linolenik asit
Polien Asitleri	Üçten fazla çift bağlı yağ asidi molekülü	Arasidonik asit

### 2.2.1. Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) yapısı ve özellikleri

Yapılarında bir çift bağ içeren yağ asitlerine tekli doymamış (monounsaturated) yağ asitleri veya monoenoik yağ asitleri denir. (Kayahan, 2003).

Yapısal konformasyon açısından doymuş ve doymamış yağ asitleri birbirlerinden önemli derecede farklılıklar gösterir. Doymuş yağ asitlerinde hidrokarbon zinciri sonsuz sayıda konformasyona sahip olabilir. Çünkü omurgadaki her bir tekli bağın tam dönme serbestisi vardır. Bunların en az enerjili ve en muhtemel olanı Şekil 2.3'te gösterilen uzanmış halidir. Doymamış yağ asitlerinde de dönme çift bağda eğer cis ise; 30<sup>0</sup>'lik bir bükülme vardır. Trans şekli ise aynen doymuş yağ asitlerinkine

benzer. Cis şekilleri trans şekillerine göre daha az kararlıdır ve biri diğerine bazı katalizörlerle çevrilebilmektedirler. Birden fazla çift bağ ihtiva eden yağ asitlerindeki cis konfüğürasyonu, bükülmelerden dolayı hidrokarbon zincirini kısaltır. Doymamış yağ asitlerindeki bu tip konfüğürasyonun özellikleri membranlar için biyolojik önem taşır. Çünkü cis izomeri olan yağ asitlerindeki bükülmelerden dolayı hidrokarbon zincirleri birbirleri üzerine istiflenemediklerinden aralarındaki Van der Waals çekimi, doymuş veya trans izomeri doymamış yağ asitlerine göre daha azdır. Bunun sonucu olarak erime noktaları daha düşüktür (Keha, 1997).

Doymamış yağ asitlerinde hidrofobik karakter doymuş yağ asitlerine oranla azalır, doymuş yağ asitleri gibi zincir uzunluğundaki bir artış hidrofobik etkiyi artırır (Gürcan, 2001).

Bu grubun en önemli iki üyesi, palmitoleik asit ile oleik asittir (Şekil 2.4). Bunlardan palmitoleik asit, daha çok deniz hayvanları yağları için karakteristik bir bileşen olduğu halde, oleik asit bugüne kadar bilinen bütün doğal yağların yapısında yer almıştır (Kayahan, 2003). Zeytin ve kolza yağları, kabuklu yemişler (fındık, fıstık, ceviz) kabuklu yemiş yağları (yerfıstığı ve badem yağları), avokado tekli doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içermektedirler (Nas ve ark., 2001).

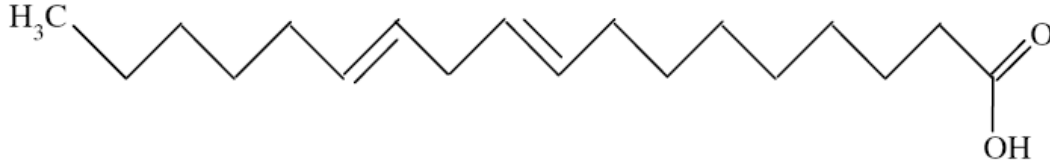


Şekil 2.3. Oleik asit 18:1 (9)

### 2.2.2. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) yapısı ve özellikleri

Birden fazla çift bağ içeren yağ asitleri ise çoklu doymamış (polyunsaturated) yağ asitleri veya polyenoik yağ asitleri olarak isimlendirilir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin en önemlileri; Linoleik (C18:2)(Şekil 2.4),  $\alpha$ -linolenik (C18:3) (Şekil 2.5), araşidonik (C20:4), eikosapentaenoik (C22:5) ve dokosaheksaenoik (C22:6) asitler çoklu doymamış yağ asitleridir. Çoklu doymamış yağ asitleri F vitamini olarak da

adlandırılıp; beslenmede önemli esansiyel yağ asitleridir. Bunların yağlar ve çeşitli yağ ürünlerinde belli düzeylerde bulunmaları arzu edilmektedir (Nas ve ark., 2001).



Şekil 2.4. Linoleik asit 18:2 (9,12 )



Şekil 2.5.  $\alpha$ -Linolenik asit 18:3 (9,12,15)

Bilindiği gibi, linoleik asit, tüm yağ çeşitlerinde predominant çoklu doymamış yağ asididir ve pamuk yağındaki konsantrasyonu en yüksektir (%47). Literatürde pamuk yağındaki linoleik asit %33 ile %58 arasındadır. Hidrojene kanola yağı %6, hidrojene soya yağı %10 linoleik asit içermektedir. Kızartma yağındaki linoleik asit seviyesi, kızartılmış gıdanın duyu kalitesi ve yağın stabilitesinde belirgin bir şekilde negatif bir faktör olarak gözükmemektedir. Gerçekten de, linoleik asidin parçalanmasından oluşan ürünlerin varlığı yağda kızartılmış gıdaların aromasını iyileştirmektedir (Tyagi ve Vasishtha, 1996).

### 2.3. Esansiyel Yağ Asitleri Yapısı ve Özellikleri

Vücut tarafından üretilmeyen ve bazı özel konfigürasyona sahip yağ asitleri vardır ki, dışarıdan besinlerle alınmaları gerekmektedir. Bu şekilde vücutta sentezlenemeyen yağ asitleri, esansiyel (temel) yağ asitleri olarak adlandırılırlar. Esansiyel yağ asitleri vücut tarafından üretilmezler yani vitaminler ve aminoasitler gibi vücut fonksiyonları için esansiyel maddelerdir. Hücre membranının esnekliği, akışkanlığı esansiyel yağ asitlerinin membrandaki miktarına bağlıdır (Şenköylü, 2001).

Yağ asitlerinden iki tanesi insanlar için esansiyeldir. Bunlardan biri prostaglandinlerin öncül maddesi olan linoleik, diğeri  $\alpha$ -linolenik asitir. Bu yağ asitleri çoğunlukla  $\omega$ -3 (omega-3) ve  $\omega$ -6 (omega-6) yağ asitleri formundadır. F vitamini adı verilen bu yağ asitlerinin besinlerle dışarıdan alınması şarttır. Çünkü insan ve hayvan organizması tarafından sentez edilememektedirler (Kalaycıoğlu 1998). Doymamış yağ asitleri koroner kalp hastalıklarının önlenmesinde daha etkilidirler. Yetersizliklerinde ciltte kuruma, astım, artrit, büyüme geriliği, şeker hastalığı ve kanserin bazı türlerinin yanı sıra öğrenme eksikliği görülmektedir. Ayrıca  $\omega$ -3 yağ asitleri prostaglandinlerin sentezinde görev almaları ve beyin ile retinanın normal gelişmesi için gereklidirler.  $\omega$ -3 yağ asitlerinin kanın vizkozitesinde azalmaya yol açtığı ve böylece kılcal damarlarla beslenen dokulara oksijen sağlanmasını kolaylaştırdığı öne sürülmektedir (Calder ve ark., 2010).

Vücuda dışarıdan alınması zorunlu olan yağ asitlerinden linoleik asidin yeterli miktarda alınması sonucunda vücutta ekosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi eksojen nitelikli çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) sentezlenebilmektedir. Esansiyel yağ asitleri biyolojik hücre membranlarının asıl yapısal bileşenleri olup sağlıklı hücre fonksiyonları için hem  $\omega$ -6 hem de  $\omega$ -3 yağ asitlerinin dengeli bir şekilde tüketilmesi gerekmektedir (Çelik ve Demirel, 2004).

### **2.3.1. $\omega$ -3 ve $\omega$ -6 grubu yağ asitlerinin insan sağlığı açısından önemleri**

$\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitleri çoklu doymamış yağ asitleridir ve (PUFA) birden fazla cis çift bağı içerirler. Tüm  $\omega$ -3 yağ asitlerinin kaynağını  $\alpha$ -linolenik asit oluşturur.  $\alpha$ -linolenik asit için bir bilimsel kısaltma C18:3  $\omega$ -3'tir. İlk kısım (C18:3) bu yağ asidinin 18 karbonlu ve 3 çift bağı bir yağ asidi olduğunu belirtir ve ilk çift bağ, yağ asidinin metili sonundan sayıldığından da 3.ve 4. karbon atomunun arasında yer alır.  $\omega$ -6 yağ asitleri kaynağını linoleik asitten alır. Linoleik asit 18 karbonlu olup 2 çift bağ içerir; benzer biçimde tüm  $\omega$ -6 yağ asitlerinde ilk çift bağ yağ asidinin metilli sonundan sayıldığından 6. ve 7. karbon atomunun arasında yer alır (Aydın, 2004).

Halk arasında balık yağı olarak bilinen  $\omega$ -3 ( $\alpha$ -linolenik asit) grubu yağ asitleri ile bitkisel yağlarda fazla bulunan  $\omega$ -6 (linoleik asit) grubu yağ asitleri zigot aşamasından başlayarak yaşam boyunca vücudumuzdaki hücrelerin en önemli yapı taşlarını oluştururlar. Yapılan araştırmalar sonucunda uzun zincirli yağ asitlerinden DHA (C22:6  $\omega$ -3), vücutta  $\alpha$ -linolenik asitten sentezlenebilmektedir (Makrides ve Gibson, 2000). Esansiyel yağ asitlerinden olan linoleik asidin vücuda yeterli miktarda alınması sonucunda vücutta araşidonik asit,  $\alpha$ -linolenik asidin yeterli miktarda alınması sonucunda ise vücutta EPA ve DHA gibi eksojen nitelikteki çoklu doymamış yağ asitleri sentezlenebilmektedir (Murray ve ark. 1990). Esansiyel yağ asitleri, bitkilerde sentez edilebilmesine rağmen hayvanlarda sentez edilememektedir. Linoleik asit besinlerle alınır, araşidonik aside gerek yoktur. Çünkü araşidonik asit linoleik asitten sentezlenmektedir. İnsanlarda ise dönüşümün olup olmadığı bilinmemektedir (Champe ve Harvey 1997).

Esansiyel yağ asitlerinden  $\omega$ -6 ve  $\omega$ -3, insanlık tarihinin başlangıcından beri vazgeçilmez bir diyet olmuştur. İnsanlar farkına varmadan  $\alpha$ -linolenik ve linoleik asit yağ asitlerini yaklaşık olarak eşit miktarlarda tüketmişlerdir. 100–150 yıldan beri  $\omega$ -6 tüketiminin  $\omega$ -3 tüketimine göre artmasının sebebi; ayçiçeği, mısır, soya ve pamuk yağının kullanılmasıdır (Artemis, 1999). Fakat son 150 yıldır bu denge artan miktardaki ayçiçeği, mısır, soya, pamuk yağlarının kullanımıyla linoleik asit lehine bozulmuş ve günümüzde Avrupa'da  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı 20–30/1 olmuştur.  $\omega$ -3 yağ asidi doğanın en harika çok yönlü ilaçlarından biri olup kolesterol düşürücü ilaçlar kadar etkilidir. Yüksek trigliseritler için bilinen en iyi ilaçtır.  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 grubu yağ asitleri LDL'yi düşürüp HDL'yi artırır. Böylece düşük kolesterol seviyesini normal değere getirip kalp krizinde etkin bir rol oynayan trigliserit seviyesini azaltır (Çelik ve Demirel, 2004).

Gerek  $\omega$ -3 gerekse  $\omega$ -6 yağ asitlerinin dengeli alımı, sağlığımız için temel olan ideal kan dolaşımını sağlayarak, beynin gelişimine, sağlıklı büyümeye ve bağışıklık sisteminin güçlenmesine, cildin nemini koruyarak, genç görünmesine ve tüm cilt hücrelerinin işlevlerini düzenlenmesine yardımcı olur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından önerilen ideal denge, her 5–10 g linoleik asit grubu yağ asidine karşılık 1 g  $\alpha$ -linolenik asit grubu yağ asidi tüketilmelidir. Çünkü aşırı  $\omega$ -6 grubu yağ asitlerinin

tüketimi  $\omega$ -3 grubu yağ asitlerinin biyoyararını azaltabilir.  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitleri vücutta görevleri gereği kendi aralarında sürekli rekabet halindedirler. Aşırı  $\omega$ -6 yağ asitleri alımı kanı pıhtılaştırmanın yanı sıra kolesterol plaklarının oluşumunu kolaylaştırıp, alerji ve iltihaba bağlı hastalıkların gelişimine yol açar.  $\omega$ -3 yağ asitleri ise tam tersini yani kanın pıhtılaşmasını, kolesterolün yükselmesini ve iltihabi hastalıkların oluşmasını engeller.  $\omega$ -3 yağ asitleri kanın akışkanlığını sağlayarak, kanın kalp tarafından kolayca pompalanmasına yardımcı olur. Böylece damar tıkanıklığını (tromboz) damarlarda kolesterol birikimini (arteriosklerosis) önleyerek kalp krizi riskini en aza indirir (Sel, 2006).

#### 2.4. Trans Yağ Asitlerinin Yapısı ve Özellikleri

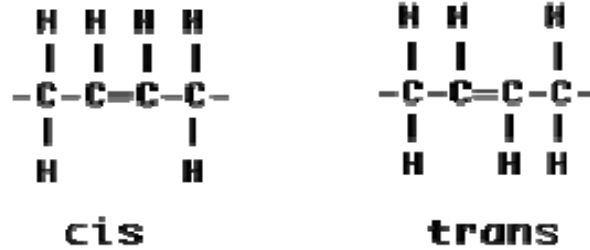
Hidrojenasyon veya biyohidrojenasyon sırasında, sıvı yağlardaki bazı doymamış yağ asitlerinin yapısal değişikliğe uğraması sonucu ortaya çıkan yağ asitlerine trans yağ asidi, bunları içeren yağlara da trans yağ denir (Kayahan, 2002).

Trans yağ asitleri, bir ya da daha fazla çift bağ içeren trans konfigürasyona sahip doymamış yağ asitlerdir. Doğal olarak meydana gelmiş yağlarda, çift bağlar hemen hemen her zaman cis yapısındadır. Düşük aktivasyon enerjisinden dolayı trans yağ asitleri yüksek sıcaklıklarda oldukça kolay oluşur. Trans yağ asitleri, doymuş yağ asitlerine benzer bir yapıya sahiptir ve cis izomerlerinden daha yüksek bir erime noktasına sahiptirler (Kayahan, 2002; Larque ve ark., 2001).

Diğer organik bileşikler gibi yağ asitlerinde de görülen izomeri kısaca, kapalı formülleri aynı olan bileşiklerin düzlemde veya üçlü boyutta farklı molekül yapılarına sahip olmasıdır. Farklı izomeri yapıları bileşiklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde farklı etkiler oluşturmaktadır. Yağ asitlerinde de, fiziksel ve kimyasal özellik farklılıklarına neden olan tüm izomeri şekilleri söz konusudur. Doymamış yağ asitlerinde belirlenen önemli izomeri çeşitleri, pozisyon ve geometrik olarak iki grupta incelenebilir (Kayahan, 2002; Kayahan, 2003).

Geometrik izomeri, çift bağlar ucundaki karbon atomlarına bağlı hidrojen atomlarının konfigürasyonuna göre şekillenir; cis ve trans olarak iki izomer oluşur.

Hidrojen atomları karbon zincirinin aynı tarafında ise cis, ters yönlerde ise trans izomerler oluşur (Şekil 2.6). Pozisyon izomerisi ise, molekül içinde çift bağların yer değiştirmesidir (Mensink ve Katan, 1990).

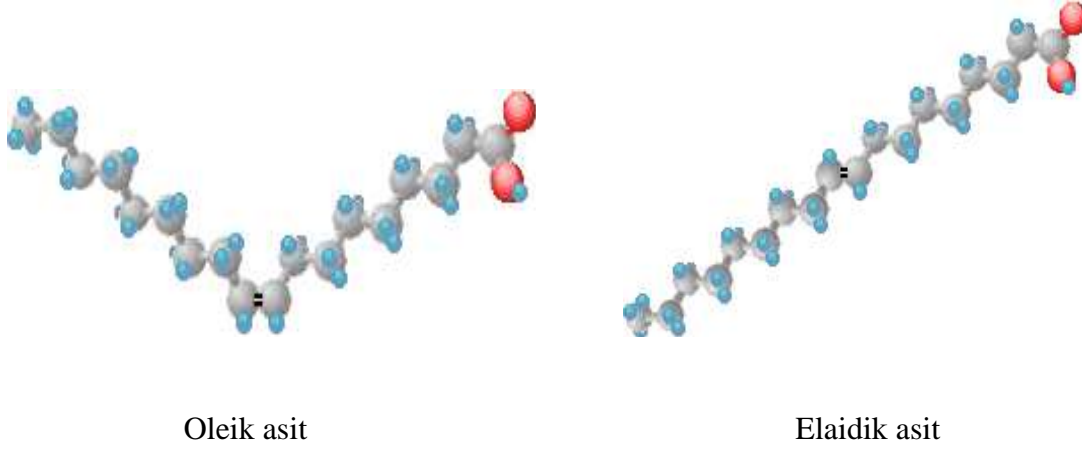


Şekil 2.6. Yağ asitlerinde cis – trans geometrik izomer kesitleri.

Trans yağ asitlerinin çift bağ açısı daha küçük, açıl zinciri daha doğrusaldır. Böylece aynı sayıda karbon, hidrojen ve oksijen atomlarına sahip olan iki izomer farklı üç boyutlu yapılaraya sahip olmaktadır (Şekil 2.7). Bu durum, farklı fiziksel özelliklere sahip (örneğin erime noktası ve termodinamik stabilitesi daha yüksek) daha sert bir molekül oluşumuna yol açmaktadır (Kellens, 1997). Örneğin; oleik asit (cis-C18:1 n-9) ve elaidik asit (trans-C18:1 n-9) geometrik izomerlerdir. Her iki molekülde de 18 karbon atomu, 34 hidrojen atomu, 2 oksijen atomu ve (n-9) pozisyonunda bir tek çift bağ bulunmaktadır. Oleik asitin erime noktası 13°C, elaidik asitin 44°C ve C18 serisinden doymuş bir yağ asidi olan stearik asitin (C18:0) erime noktası ise 70°C'dir. Bu oldukça yüksek erime noktası, trans izomerlerini yarı-katı yağlar ve margarin/şortening üretimi için cazip hale getirmektedir (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005).

Trans konfigürasyonu t harfiyle belirtilir. Bu harf, yağ asidinin karboksil ucundan itibaren sayılmak üzere çift bağın moleküldeki pozisyonunu belirtir. Cis izomeri ise c harfiyle gösterilir. Buna göre, 18:1 9t, elaidik aside (trans-Δ-9- oktadesenoik asit) karşılık gelmektedir. 18:1 9c ise, oleik asidi (cis-Δ-9- oktadesenoik asit) göstermektedir. Cis formu molekülde bükülmeye yol açarken, trans formu doymuş yağ asitlerinin düz zincirine benzerlik göstermektedir (Larque ve ark., 2001).





Şekil 2.7. Cis ve trans formdaki yağ asiti zincirleri (üç boyutlu)

Trans yağ asidinin sağlık üzerine olan olumsuz etkileri nedeniyle alımı engellenmeli veya alımı çok az düzeylerde tutulmalıdır. Bunun sağlanabilirliği, alınan gıdalardaki trans yağ asidi miktarlarının bilinmesiyle mümkün olacaktır. Dünya da birçok ülkede bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde de trans yağ asidi miktarlarının belirlenmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Günümüzde özellikle margarinler, fast food tarzı besinler ve birçok hazır gıdada trans yağ asitleri bulunmaktadır. Bu tür gıdalardaki trans yağ asitleri ya bunların üretim aşamasındaki kullanılan yöntemler sonucunda ya da hidrojenasyonla trans yağ asidi içeriği artırılmış yağların kullanılması sonucu oluşmaktadır. Trans yağ asitlerinin en önemli kaynağı margarinlerdir (Zock ve Katan, 1997).

#### 2.4.1. Trans izomerlerinin oluşumu

Trans izomerlerinin oluşumu 3 farklı şekilde gerçekleşmektedir.

##### 2.4.1.1. Hidrojenasyon

Hidrojenasyon, sıvı yağlardaki doymamış yağ asitlerinin çift bağlarını hidrojenle doyurma işlemidir (Kesim, 1996).

Bitkisel yağlara ve bazı ülkelerde de balık yağlarına uygulanan hidrojenasyon işlemi o yağın kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özelliklerini değiştirerek çeşitli ürünlerin

üretiminde kullanılmaya elverişli hale getirmektedir (Mensink ve Katan, 1990).

Hidrojenasyon tepkimesinin gerçekleştirilebilmesi için gaz halindeki hidrojen sıvı haldeki yağ ve katı haldeki katalizör madde uygun sıcaklık ve basınçta bir araya getirilmektedir. Hidrojenasyon işlemi sırasında doymamış yağ asitlerinin doymamlık derecesine göre hidrojenle tepkimeye girmesi beklenmektedir. Üç çift bağ içeren bir yağ asidi iki çift bağ içeren bir yağ asidinden daha öncelikli olarak tepkimeye girmektedir (Gümüskesen, 1999).

Bitkisel yağlar iki amaçla hidrojenasyona tabii tutulur. Bunlardan birincisi çift bağların sayısını azaltmak, böylece oksidasyona duyarlılığı azaltmak ve tat kalitesini artırmaktır. İkinci amaç ise fiziksel özelliklerini değiştirerek ürünün kullanım alanlarını artırmaktır. Böylece hidrojenasyonla bitkisel yağlardan margarin, şortening, kızartma yağı gibi değişik amaçlı yağların üretilmesi sağlanır. Hidrojenasyon işlemi ile çift bağların bir kısmı yok edilir diğer önemli bir kısmı da bu işlem sırasında cis, trans ve pozisyon izomerizasyonuna uğrar. Yağ asitlerinin bu kimyasal değişikliklerine bağlı olarak yağda iki önemli kalite değişikliği ortaya çıkar. Bunlarda birincisi, yağın erime sıcaklığı yüksek derecelere çıkar, ikincisi ise yağın dayanıklılığı artar (Nas ve ark., 2001).

#### **2.4.1.2. Biyohidrojenasyon**

Biyohidrojenasyon, doymamış yağ asitlerinin ruminant hayvanlarda rumende bulunan bakteri florası tarafından hidrojenlenmesidir. Rumende en yaygın olarak bulunan ve biyohidrojenasyona neden olan bakteri türü *Butyrivibrio fibrisolvens*'tir (Polan ve ark.,1964).

Çoklu doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu inek, koyun ve diğer ruminantların rumenlerinde de gerçekleşmektedir. Ruminant hayvanlar tarafından tüketilen yağlardaki ester bağları mikrobiyal lipazlar tarafından katalizlenen reaksiyon ile hidroliz edilir. Rumende doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonundan çoğunlukla bakteriler sorumludur. Oksijensiz ortamda, bakteriler yağ asitlerinin çift bağlarını metabolizma sırasında üretilen hidrojen için akseptör olarak kullanır. Bu işlem, doymamış yağ asitlerinin doymasına ve trans yağ

asitlerinin oluşumuna neden olmaktadır (Sanders, 1988). Böylece ruminant hayvanlardan elde edilen gıda maddeleri de trans yağ asitlerini içermektedir (Schakel ve ark., 1999).

#### **2.4.1.3. Deodorizasyon/buhar distilasyonu**

Kimyasal rafinasyonun son aşamasını oluşturan deodorizasyon işlemi, yağda istenmeyen tat ve koku maddelerinin yüksek sıcaklık ve düşük basınç etkisiyle ve aynı zamanda su buharının da sürükleyici etkisiyle yağdan uzaklaştırılması amacıyla kullanılır. Deodorizasyon işleminde esas amaç, oksidatif tepkimeler sonucu oluşan bileşikleri uzaklaştırmak olup beraber bunun yanında sabunlaşabilen ve sabunlaşamayan maddeler yağdan uzaklaştırılmaktadır (Kayahan, 2003).

Kesikli ve sürekli sistemlerde yapılabilen deodorizasyon işlemi kısaca şöyledir: Vakum altında deodorizasyon tankına alınan ağartılmış yağ 180-250 °C' ye kadar ısıtılır. Isıtılan yağa buhar enjekte edilir. Deodorizasyon işlemi %0.01-0.3 serbest yağ asidi miktarına ve sıfır peroksit değerine kadar devam eder. İşlem sonlanınca yağ 30-40 °C' ye kadar soğutulur ve yağdaki oksidatif bozunmaları engel olmak için sitrik asit ilave edilir (Batur, 1997).

Deodorizasyon sırasında uygulanan sıcaklık derecesi ve süresi, basınç ve kullanılan buhar oranı etkileriyle yağın yapısındaki yağ asitleri trans izomerlerine dönüşmektedir. Trans izomer oluşumu, deodorizasyon aşamasında sıcaklığın 240 °C' nin üzerinde olduğu durumlarda arttığı belirtilmektedir. 220 °C sıcaklığında ise trans izomer oluşumu ihmal edilebilecek düzeydedir (Wolff, 1993).

#### **2.4.2. Gıdalarda trans yağ asitlerinin bulunuşları**

Bitkisel gıdalardaki doymamış yağ asitleri doğal olarak cis formda olup çift bağlar genellikle  $\omega-3$  ve  $\omega-6$  pozisyonunda yer almaktadır. Buna karşılık palmitoleik asit, oleik asit ve çoklu doymamış yağ asitlerinin trans izomerleri bazı bitkilerin yapraklarında ve tohumlarında bulunmuştur. Fakat bu bitkilerin yapraklarındaki yağ

miktarları oldukça düşüktür ve yemeklik yağ olarak kullanılmadığı için çok önemli etkileri yoktur (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005).

Son zamanlarda sıvı bitki yağları ve rafine sıvı bitki yağları üzerinde yapılan çalışmalar rafinasyon sonrası sıvı bitki yağlarında trans izomer oluşumunu veya miktarında artışlar olduğunu ortaya koymuştur. Bunun nedeninin rafinasyonun son aşaması olan deodorizasyonda uygulanan yüksek sıcaklık olduğu belirlenmiştir (Ackman ve ark., 1974).

Ham ayçiçeği yağlarında düşük miktarlarda trans oleik ve trans linoleik asitlerin bulunduğu ve toplam trans yağ asidi miktarının %0.06 olduğu belirlenmiştir (Taşan ve Demirci, 2003). Fiziksel ve kimyasal rafinasyon işlemleri sonunda trans yağ asidi oluşumu incelendiğinde %0.90–2.93 oranlarında toplam trans yağ asidi oluşumu belirlenmiştir (Medina ve ark., 2000). Fiziksel rafinasyon tekniğinde buhar distilasyonu aşamasında kimyasal rafinasyon tekniğine göre daha yüksek sıcaklık uygulanmasından dolayı fiziksel rafinasyon ürünü ayçiçeği yağlarında trans yağ asidi içeriği yüksektir (Taşan ve Demirci, 2003).

Trans yağ asitleri yalnızca geniş getiren hayvanların rumenlerinde bulunan flora aracılığı ile oluşmakta ve dolayısıyla bu hayvanların yağlarının bileşimlerinde doğal olarak düşük miktarlarda bulunmaktadır (Smith ve ark., 1978). Ruminant hayvanların etlerinde trans yağ asiti oranı %1-11 arasındadır (Steinhart ve Pfalzgraf, 1994).

Keçi, koyun ve inek sütlerinden üretilmiş tereyağlarında 0.11-0.26 arasında değişen oranlarda trans yağ asiti belirlemiştir (Sağdıç ve ark., 2004). Süt yağlarında belirli miktarda trans yağ asiti bulunmasının yanında, yüksek sıcaklık uygulamalarının trans yağ asiti miktarlarını arttırdığı bildirilmektedirler (Precht ve ark., 1999).

Son zamanlarda anne sütündeki trans yağ asitlerinin insan sağlığı ve fizyolojisine olan etkileri üzerine yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir. Anne sütünde beslenme ile alınan gıda maddelerinden kaynaklı trans yağ asitleri bulunmaktadır. Anne sütündeki trans yağ asitlerinin, farklı miktarlarda ve çeşitlerde bulunmasının nedeni,

beslenme amacıyla tüketilen gıdalardaki farklı trans yağ asidi miktarları ve çeşitleridir. Özellikle kısmi hidrojenize edilmiş yağları içeren gıda maddelerinin etkisi söz konusudur. Genelde anne sütündeki trans yağ asidi içeriği toplam yağ asitlerinin yaklaşık olarak %2-5'ini oluşturmaktadır (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005).

Yapılan araştırmalarda Avrupa'da anne sütünde %2 civarında trans yağ asidi izomeri bulunduğunu saptanmıştır (Decsi, 2003). Bu oran Afrika'da daha düşüktür. Güney Amerika'da ise Afrika'dakine göre daha yüksek olup Brezilya'da %2.36 civarındadır (Silva ve ark., 2005). Nijerya'da kırsal kesimde yaşayan annelerin sütlerinde %0.22, kentsel bölgede yaşayan annelerin sütlerinde %0.34 oranında bulunmaktadır (Glew ve ark., 2006).

Hidrojenize edilmiş ürünler, trans yağ asitlerinin en önemli kaynağını oluşturur. Bu ürünlerin en önemlisi sıvı bitki yağlarının hidrojenasyonu sonucu oluşan margarinlerdir. Margarinlerin trans yağ asidi içerikleri margarin çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Margarindeki trans yağ asidi oranını, margarin formülasyonunda yer alan kısmi hidrojenize yağ oranı ve bu yağın trans yağ asidi içeriği belirlemektedir. Kısmi hidrojenize bitkisel yağları yüksek oranda içeren sert tip margarinlerin trans yağ asidi içerikleri, yumuşak tip margarinlerden oldukça yüksek düzeylerde dir. (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005).

Kısmi hidrojenize yağlardan üretilen erime noktası yüksek olan sert tip margarinler ve şorteninglerin trans yağ asidi içerikleri oldukça yüksektir. Sert tip margarinlerdeki trans yağ asidi miktarları yaklaşık olarak %10-35 arasında değişmektedir (Decsi, 2003; Fernandez, 2000; Hénon ve ark., 1997; Kayahan, 2003). Ülkemize ait yumuşak tip margarinlerin trans yağ asidi içerikleri %0.8-8.9 arasında değişmektedir (Arıcı ve ark., 2002).

Trans yağ asidinin alım kaynağı sadece margarinler değildir. Kısmi hidrojenize yağlar kek, bisküvi, kurabiye, mayonez, cips, milföy hamuru, pizza, gofret ve benzeri birçok ürünün üretiminde ve derin yağda kızartılmış fast food tipi gıdaların hazırlanmasında kullanılmaktadır. Bu ürünlerin yağ asitleri ve trans yağ asitleri içeriklerinde farklılıklar da söz konusu olmaktadır. Trans yağ asidi miktarları

şortening, kek, cips, kızartılmış patateslerde sırasıyla %0.1- 31.8, %0-15.5, %0.1-20.2, %5.8-32.8 olduğu tespit edilmiştir (Steinhart ve Pfalzgraf, 1994). Patates cipsi, patlamış mısır, pizza, kek, bisküvi ürünlerinde ise sırasıyla %0.9, %0.1, %3.1, %2.8, %1.8 olarak belirlenmiştir (Fernandez, 2000). Ülkemize ait bu ürünlerin *trans* yağ asiti içerikleri, bisküvi çeşitlerinde %1.0-30.5, gofret, mısır cipsi, kek, kraker, milföy hamuru ürünlerinde sırasıyla %21.8, %0.7, %4.6, %2.1, %2.1, %16.3'tür (Dağlıoğlu ve ark., 2002).

Birçok Avrupa ülkesinde *trans* yağ asitlerini içeren gıda etiketlerinde bunların miktarlarının belirtilmesi zorunlu hale getirilmiştir. Bizim ülkemizde doğal yapısı nedeniyle et, süt ve bunların ürünlerini içeren gıda maddelerindeki *trans* yağ asitlerinin hesaplanmasında, konjuge çoklu doymamış yağ asitleri hesaba katılmaz. 23/8/2007 tarihli ve 26622 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türk Gıda Kodeksine göre konjuge çoklu doymamış yağ asitleri dışındaki ürünlerin içindeki toplam yağın 100 gramında 1 gramdan az olacak şekilde *trans* yağın bulunmasına izin vermiştir ve miktarının etikette belirtilmesi zorunlu kılınmıştır (Anon., 2007) .

#### **2.4.3. Trans yağ asitlerinin insan sağlığına olan etkileri**

Yağların büyük bir kısmı tigliseridlerin karışımı şeklindedir. Trigliseridler ve kolesterol proteinlere tutunarak lipoproteinleri meydana getirirler. Bu lipoproteinler de, vücuda besin maddelerini getiren yağ-protein paketleri olarak kanda görev yapmaktadırlar. Düşük dansiteli lipoprotein (LDL), %75 civarında kolesterol içermektedir. Aslında kanda dolaşmakta olan kolesterolün %60-75'i kadarı LDL formundadır. Yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) ise LDL'ye göre daha fazla miktarda protein içermekte olup; sadece %20-30 civarında kolesterol içermektedir. LDL'nin tam tersine kanda fazla kolesterolün hücre ve damarlarına ait duvarlarda birikmesini önlemekte ve bunun uzaklaşması için karaciğere atık olarak göndermektedir. Bu yüzden HDL iyi kolesterol, LDL ise kötü kolesterol olarak tanımlanmaktadır (Norris, 2005).

Koroner kalp hastalığının meydana gelmesinde önemli parametrelerden birisi kandaki toplam kolesterol ve kolesterol taşıyıcılarının düzeyidir. Yüksek düzeyde

LDL (Düşük dansiteli lipoprotein) varlığı damarlarda kolesterol birikimini hızlandırma etkisine sahiptir ve kalp hastalıklarının oluşmasında önemli bir risk faktörüdür. Kanda yüksek düzeyde HDL (yüksek dansiteli lipoprotein) bulunması ise damarlarda kolesterolün birikmesini önleyici hatta uzaklaştırıcı fonksiyonu nedeniyle kalp hastalığına karşı koruyucu etkiye sahiptir. Trans yağ asitlerinin LDL kolesterol düzeyini artırdığı, HDL'nin ise kolesterol düzeyini düşürdüğü pek çok çalışmada kanıtlanmıştır. Böylece trans yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerinden çok daha zararlı olduğu belirtilmektedir. (Gürcan, 2002; Judd ve ark., 1994; Mensink ve Katan, 1990).

Norveç'te 1958 yılında yapılan bir çalışmada 15g/gün olan trans yağ asidi tüketiminin 30 yılda 4g/gün'e düştüğü belirtilirken, en az bunun kadar önemli ve çok daha fazla miktarlarda tüketilen doymuş yağlara da kalp hastalığı açısından dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Hollanda'da geçtiğimiz 10 yılda trans yağ asidi tüketiminin %80 oranında azaltıldığı, bunun da koroner kalp hastalığı riskini yaklaşık %40'lara varan oranda düşürdüğü görülmüştür. (Pedersen ve ark., 1998).

Trans yağ asitleri ile kolon, meme ve prostat kanseri arasında Amerika'nın hidrojenize edilmiş bitkisel yağlarını kullanan ve çeşitli yerlerden gelen belirgin örnekler veren kanıtlar olmasına rağmen, trans yağ asitlerinin tümör gelişimini desteklediğine dair bir kanıt deney farelerinde bulunamamıştır (Norris, 2005; Sanders, 1988). Kolorektal kanser oluş derecesi ile trans yağ asidi bağlantısı, 11 Avrupa ülkesinde yağ aspiratları kullanılarak yapılan çalışmalarda araştırılmış olup, trans yağ asitleri ile kolorektal kanser oluş derecesi arasında güçlü bir bağlantı olduğu tespit edilmiştir (Bakker ve ark., 1997).

Trans yağ asitlerinin insan plasentasına transfer olması sonucunda, insanlarda erken gelişimi zayıflatacağını, hamilelik, laktasyon, neonatal periyotta trans yağ asitlerinin alımının sağlık yönünden güvenlik problemlerine yol açabilmektedir (Kıralan ve ark., 2005). Yetişkin kadınların dokularında ve bebeklerin plazma lipidlerinde C18:1 yağ asitlerinin trans izomerlerinin depolanmakta olduğu tespit edilmiş olup, bebeklerde ve 1-5 yaş arası sağlıklı çocuklarda trans yağ asitleri ile çocukların

büyümesi ve gelişmesine yardımcı olan araşidonik asit miktarı arasında ters ilişki görülmüştür (Larque ve ark., 2001; Semma, 2002).

Bazı araştırmalar trans yağ asitlerinin tip 2 diyabetlerini ilerlettiğine dair bir ilişki olduğunu savunmaktadır. Bu araştırmalar trans yağ asitlerinin hücre duvarlarına ait iyon kanallarındaki değişime bağlı olarak insülin resistansını artırdığını savunmaktadır (Kıralan ve ark., 2005).

Çocuklarda alerji ve astım oluşumuna çoklu doymamış yağ asitlerinin özellikle  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitlerinin neden olduğu bilinmektedir. Fakat bu yağ asitlerinin konfigürasyonunun (cis-trans) bu hastalıklar üzerine etkisi hakkında yeterli bilgi mevcut değildir. 13 ve 14 yaşındaki çocuklar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda trans yağ asitleri alımı ile astım, alerjik rhinococonjunctivis ve atopik alerji gibi rahatsızlıklar arasında sıkı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Kıralan ve ark., 2005; Stender ve Dyerberg, 2003).

Yapılan çalışmalar trans yağ asidi ile özellikle orta yaş ve üzeri insanların hafızalarını kaybetmelerine neden olan alzheimer hastalığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu, hatta trans yağ asitlerinin alzheimer hastalığını desteklediğini belirtmiştir. Ayrıca trans yağ asiti alımındaki % 20 lik bir artışın alzheimer olma riskini 4 kat artırdığı da öne sürülmüştür (Kıralan ve ark., 2005).



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak piyasadan temin edilen dondurulmuş yarı işlenmiş patates kullanılmıştır. Bütün denemelerde aynı firmaya ait patatesler kullanılmıştır. Patateslerin kızartılması için piyasadan temin edilen kanola yağı ve bitkisel susuz kızartma yağı (şortening) kullanılmıştır.

#### 3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler

- 250 ml'lik şilifli yağ balonu
- 5 ml'lik pipet
- Huni
- 25 ml'lik balon joje
- Kaynama taşı
- Su banyosu
- Geri soğutucu
- Yağ Tayin Cihazı ( Gerhardt Soxt-40)
- Hassas Terazı (Sartorius ED 6202S)
- Etüv (elektro-mag M420P)
- Fritöz (Tefal VERSALIO Type:6151/6154-13)
- Desikatör (cam düz 240mm(çap))
- Nem Tayin Cihazı (ANDMX-50 (% 0,01- max 51 gr))
- Kartuş (F 5800 grade (33\*80mm))

#### 3.3. Kullanılan Kimyasallar ve Ayıraçlar

- 2 N Metanolik KOH
- Heptan

- Kromatografik gradeanhidrit  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- Petrol eteri (Merc)

### 3.4. Yöntem

#### 3.4.1. Kızartma işlemi

Kızartma işleminde, piyasadan temin edilen dondurulmuş patateslerden her bir kızartma işleminde kızartma sırasında azalan yağ miktarı göz önüne alınarak tamamen yağa gömülecek miktarda patates kızartılmak üzere Tefal (VERSALIO Type:6151/6154-13) marka fritöze koyulmuştur. Kızartma işleminde toplam 29,6 kg patates, 13-15 dk süreyle  $190 \pm 8$  °C 'de fritözde kızartılmıştır. 8 saat boyunca 32 kez kızartma işlemi yapılmış ve her bir saat başında kızartma yağlarından (50 mL) ve kızartılan patatesten örnek alınarak analiz edilinceye kadar uygun ambalajlar içinde -18 °C'de muhafaza edilmiştir. Ayrılan yağ ve patates numunelerinin yağ asidi kompozisyonları, patateslerin % nem miktarları ve % yağ içerikleri analiz edilmiştir.

#### 3.4.2. Laboratuvar analizleri

##### 3.4.2.1. Yağ tayini

Patates numunelerinde yağ tayini Gerhardt Soxh-40 marka yağ tayin cihazı kullanılarak yapılmıştır. 0., 4., 8., 12., 16., 20., 24., 28., 32. kızartma sonunda alınan patates numunelerinin her birinden 3'er gr tartılarak kartuşlara konulup, etüvde nemi uzaklaştırılmış, desikatörde sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmıştır. Yağ tayin cihazına kartuşlar yerleştirilip üzerine yaklaşık 150 mL petrol eter (çözgen) ilave edilerek analiz edilmiştir. Analiz sonunda fazla çözgeni uçurmak için etüvde 80 °C' de 45 dk bekletilip desikatörde sabit tartıma geldikten sonra tartılarak yağ miktarları hesaplanmıştır. Bu işlem hem kanola yağı hem de bitkisel susuz kızartma yağı (şortening) ile kızartılmış patateslerde her saat sonunda alınan numune için iki tekerrürlü yapılmıştır.

### 3.4.2.2. Nem tayini

Patates numunelerinde nem tayini ANDMX-50 (% 0,01- max 51 gr) marka nem tayin cihazı kullanılarak yapılmıştır. 0., 4., 8., 12., 16., 20., 24., 28., 32. kızartma sonunda alınan patates numunelerinden, cihazın kefesine 1,5'er gr tartılıp yerleştirildikten sonra analizi yapılmıştır. Cihaz ısıyı homojen bir şekilde yayarak patatesteki nemi % olarak vermiştir. Bu işlem hem kanola yağı hem de bitkisel susuz kızartma yağı (şortening) ile kızartılmış patateslerde her saat sonunda alınan numune için iki tekerrürlü yapılmıştır.

### 3.4.2.3. Yağ asidi kompozisyonları tayini

#### 3.4.2.3.1. Numune hazırlama

Örnekler iyice karıştırılarak homojenize edilmiştir.

#### 3.4.2.3.2. Analiz yapılması

Balona 0,150 g. numune hassas olmadan tartılmıştır. 0.5 ml. metanolik 2N KOH ilave edildikten sonra 5 ml heptan eklenerek 2 dakika vortekslenmiştir. Üstteki heptan fazından mikro pipetle 1-2 ml alınarak bir test tüpe veya cam şişeye aktarıldıktan sonra içine birkaç kristal anhidrik  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  atılmış ve karıştırılmıştır. Enjektörle bu solüsyondan alınarak gaz kromatografiye enjekte edilmiştir (IUPAC).

Gaz Kromatografisi Şartları :

Cihaz	: Perkin Elmer AutoSystem XL Gas Chromatography
Dedektör	: FID
Kolon	: SP 2330 (30mx0.25mmx0.20µm) veya SP 2380 (30mx0.25mmx0.20µm)
Dedektör Sıcaklığı	: 260°C
Enjektör Sıcaklığı	: 240°C

Kolon Sıcaklığı	: 120°C’de 2 dakika beklet, dakikada 5°C artışlarla 220°C’de 15 dakika beklet
Taşıyıcı gaz	: Helyum 10psi
Attenüasyon	: -2 (16)
Range	: 1
Time sabiti	: 200
Split	: 1/50
Hava Basıncı	: 450 ml/dak
Hidrojen basıncı	: 45 ml/dak
Taşıyıcı gaz basıncı	: 0.5 ml/dak

#### **3.4.2.3.3. Değerlendirme**

Standartların bağıl alıkonma zamanları (relative retention time) gaz kromatografi cihazında analizlenerek belirlenmiştir. Böylece elde edilen standartların bağıl alıkonma zamanları yardımı ile kromatogramlardaki piklere karşılık gelen yağ asitlerinin ne oldukları ortaya çıkarılmıştır. İki tekrarlı olarak elde edilen kromatogramlardaki piklerin % alanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır.

#### **3.4.2.3.4. İstatistiksel değerlendirme**

Araştırmadan elde edilen analiz sonuçları SPSS 13.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir (P<0,05).

## 4. SONUÇLAR

### 4.1. Patates Örneklerinin Yüzde Yağ ve Nem Oranları

Bu denemenin amacı, deneysel çalışmamızda kullanılacak olan patateslerin kuru madde miktarlarındaki değişimleri farklı iki yağda kızartma sonucunda kızartma süresine ve sayısına bağlı olarak tespit etmektir. Kanola yağı ve bitkisel susuz kızartma yağında (şortening) kızartılan patateslerin yağ çekme ve nem oranı incelendiğinde (Tablo 4.1-Tablo 4.2) kızartma süresince, süre ilerledikçe ve kızartma sayısı arttıkça patateslerin yağ çekme oranının artması ve nem oranının da düşmesi beklenmektedir. Çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup sonuçlar 2 tekrerrün ortalaması olarak alınmıştır.

Yapılan çalışmada başlangıçta kızartılmamış patateslerde % 6,70 oranında yağ bulunurken bu oran 32. kızartma sonunda kanola yağında kızartılan patateslerde % 32,37, şorteningde kızartılan patateslerde % 31.40 'a kadar yükselmiştir. Şorteningde kızartılan patateslerdeki yağ oranı, kızartma sayısına bağlı olarak giderek bir artış göstermiştir. Kanola yağında kızartılan patateslerde ise 12. ve 20. kızartma sonunda bir düşüş olmakla birlikte genel olarak bu patateslerde de kızartma sayısına bağlı olarak artış gözlenmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Kanola yağında ve şorteningde kızartılmış patateslerin kuru madde üzerinden % yağ oranları

KIZARTMA SAYISI	YAĞ ORANLARI (%)	
	ŞORTENİNG İLE KIZARTILMIŞ PATATESLER	KANOLA YAĞI İLE KIZARTILMIŞ PATATESLER
0	6,70 ± 0,45 <sup>a</sup>	6,70 ± 0,45 <sup>a</sup>
4	21,22 ± 3,60 <sup>b</sup>	28,92 ± 0,95 <sup>b</sup>
8	24,81 ± 0,29 <sup>b</sup>	30,17 ± 0,45 <sup>b</sup>
12	25,59 ± 0,32 <sup>b</sup>	29,49 ± 0,98 <sup>bc</sup>
16	27,30 ± 0,64 <sup>b</sup>	30,01 ± 0,98 <sup>bc</sup>
20	28,86 ± 0,10 <sup>b</sup>	29,15 ± 0,91 <sup>bc</sup>
24	31,03 ± 0,94 <sup>b</sup>	30,70 ± 0,10 <sup>bc</sup>
28	31,22 ± 0,21 <sup>b</sup>	30,76 ± 0,31 <sup>bc</sup>
32	31,40 ± 0,47 <sup>b</sup>	32,37 ± 1,41 <sup>d</sup>

a-d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Yapılan kızartma işleminde başlangıçta kızartılmamış patateslerde nem oranı %70,40 iken bu oran 32. kızartma sonunda kanola yağında kızartılan patateslerde % 22,08, şorteningde kızartılan patateslerde % 21,84 'e kadar düşmüştür Şorteningde ve kanola yağında kızartılan patateslerde nem oranı, kızartma sayısına bağlı olarak giderek düşmüştür (Tablo 4.2).

Yapılan çalışmada kızartılan patateslerde kızartma sayısı arttıkça patateslerin çektiği yağ oranında artış, nem oranında ise düşme gözlenmiştir. Patateslerin çektiği yağ oranının artmasına bağlı olarak kuru madde oranı arttığı için nem oranında azalma gözlenmiştir.

Tablo 4.2. Kanola yağında ve şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak nem oranlarındaki değişimler (%)

KIZARTMA SAYISI	NEM ORANLARI (%)	
	ŞORTENİNG İLE KIZARTILMIŞ PATATESLER	KANOLA YAĞI İLE KIZARTILMIŞ PATATESLER
0	70,40 ± 2,0 <sup>f</sup>	70,40 ± 2,0 <sup>d</sup>
4	37,33 ± 1,93 <sup>e</sup>	32,34 ± 0,13 <sup>c</sup>
8	31,81 ± 1,59 <sup>d</sup>	28,89 ± 3,29 <sup>bc</sup>
12	29,49 ± 0,75 <sup>cd</sup>	29,08 ± 0,17 <sup>bc</sup>
16	26,39 ± 0,54 <sup>bc</sup>	26,52 ± 0,12 <sup>abc</sup>
20	26,17 ± 1,01 <sup>bc</sup>	24,11 ± 0,74 <sup>ab</sup>
24	26,35 ± 0,41 <sup>bc</sup>	22,77 ± 0,68 <sup>a</sup>
28	23,68 ± 0,79 <sup>ab</sup>	21,70 ± 0,43 <sup>a</sup>
32	21,84 ± 0,50 <sup>a</sup>	22,08 ± 2,87 <sup>a</sup>

a-f: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

## 4.2. Yağ Asidi Kompozisyonları

Yağ asidi kompozisyonlarını belirlemek için yapılan analizler sonucunda kanola yağı, şortening ve bu yağlarla kızartılan patates örneklerinin genel yağ asidi bileşiminde 8-24 arasında değişen karbon sayılarına sahip toplam 18 farklı yağ asidinin varlığı tespit edilmiştir. Değerler iki paralel ortalamasıdır.

### 4.2.1. Kanola yağının yağ asidi kompozisyonları

Sekiz saat süre ile 29,6 kg patatesin kızartılması esnasında her saat başında alınan yağ örneklerinde belirlenen yağ asidi kompozisyonları Tablo 4.3 de verilmiştir.

Tablo 4.3. Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak % yağ asidi oranları

	YAG ASİDİ	SAAT								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	C8:0 Caprylic acid	----	----	----	----	----	----	----	0,05± 0,007 a	0,07± 0,000 b
2	C12:0 Lauric acid	----	----	----	----	----	----	----	0,09± 0,000 a	0,09± 0,007 a
3	C14:0 Myristic acid	----	0,7± 0,007 b	0,12± 0,007 c	0,17± 0,00 d	0,23± 0,000 e	0,27± 0,000 f	0,32± 0,007 g	0,39± 0,007 h	0,49± 0,000 i
4	C16:0 Palmitic acid	4,94± 0,000 a	7,14± 0,000 b	9,15± 0,035 c	11,0± 0,000 d	13,11± 0,007 e	15,28± 0,014 f	17,59± 0,056 g	20,38± 0,077 h	23,63± 0,007 i
5	C17:0 Heptadecanoic acid	----	----	----	----	----	----	----	----	0,05± 0,007 i
6	C18:0 Stearic acid	1,53± 0,007 a	1,70± 0,000 b	1,87± 0,014 c	2,00± 0,000 d	2,18± 0,000 e	2,34± 0,007 f	2,51± 0,007 g	2,71± 0,007 h	2,98± 0,000 i
7	C20:0 Arachidic acid	1,12± 0,007 a	1,08± 0,007 b	1,05± 0,000 c	1,00± 0,014 d	0,98± 0,000 d	0,91± 0,007 e	0,86± 0,007 f	0,81± 0,021 g	0,78± 0,000 h
8	C21:0 Henicosanoic acid	0,05± 0,000 a	0,06± 0,007 b	0,06± 0,007 b	0,06± 0,000 ab	0,06± 0,000 ab	0,06± 0,000 ab	0,05± 0,007 ab	0,05± 0,000 a	0,06± 0,000 ab
9	C24:0 Lignoceric acid	0,15± 0,000 d	0,14± 0,007 cd	0,14± 0,000 c	0,14± 0,000 c	0,13± 0,000 b	0,13± 0,000 b	0,13± 0,000 b	0,12± 0,007 ab	0,12± 0,000 a
	ΣSFA	<b>7,8</b> <b>a</b>	<b>10,21</b> <b>b</b>	<b>12,40</b> <b>c</b>	<b>14,37</b> <b>d</b>	<b>16,69</b> <b>e</b>	<b>19,0</b> <b>f</b>	<b>21,48</b> <b>g</b>	<b>24,62</b> <b>h</b>	<b>28,28</b> <b>i</b>
10	C16:1 Palmitoleic acid	0,20± 0,000 d	0,19± 0,000 c	0,18± 0,007 bc	0,18± 0,000 abc	0,18± 0,007 bc	0,18± 0,000 abc	0,17± 0,000 a	0,17± 0,000 a	0,17± 0,007 ab
11	C18:1n9c Oleic acid	59,85± 0,013 a	58,99± 0,005 b	58,08± 0,004 c	57,22± 0,000 d	56,46± 0,004 e	55,39± 0,014 f	54,32± 0,016 g	53,04± 0,042 h	51,39± 0,014 i
12	C18:1n9t Elaidic acid	----	----	----	----	----	----	----	----	----
13	C20:1n9 Eicosenoic acid	1,26± 0,007 g	1,21± 0,007 f	1,17± 0,000 e	1,12± 0,000 d	1,07± 0,000 c	1,01± 0,00 b	0,98± 0,042 b	0,815± 0,021 a	0,81± 0,028 a
14	C22:1n9 Euric acid	----	----	----	----	----	----	----	----	----
15	C24:1 Nervonic acid	0,13± 0,000 e	0,13± 0,000 e	0,125± 0,007 de	0,12± 0,000 d	0,11± 0,000 c	0,11± 0,000 c	0,10± 0,000 b	0,13± 0,000 e	0,08± 0,000 a
	ΣMUFA	<b>61,45</b> <b>a</b>	<b>60,525</b> <b>b</b>	<b>59,565</b> <b>c</b>	<b>58,645</b> <b>d</b>	<b>57,825</b> <b>e</b>	<b>56,69</b> <b>f</b>	<b>55,575</b> <b>g</b>	<b>54,275</b> <b>h</b>	<b>52,45</b> <b>i</b>
16	C18:2n6c Linoleic acid	21,21± 0,007 a	20,36± 0,000 b	19,69± 0,084 c	19,0± 0,007 d	18,20± 0,007 e	17,41± 0,000 f	16,58± 0,021 g	15,47± 0,000 h	14,27± 0,056 i
17	C18:3n3 α-Linolenic acid	6,35± 0,000 a	5,76± 0,000 b	5,38± 0,007 c	5,03± 0,007 d	4,65± 0,000 e	4,23± 0,007 f	3,80± 0,000 g	3,27± 0,014 h	2,68± 0,014 i
18	C20:2 cis 11,14 Eicosenoic acid	0,07± 0,000 d	0,07± 0,000 d	0,065± 0,007 cd	0,06± 0,000 c	0,06± 0,000 c	0,05± 0,000 b	----	----	----
	ΣPUFA	<b>27,63</b> <b>a</b>	<b>26,19</b> <b>b</b>	<b>25,14</b> <b>c</b>	<b>24,095</b> <b>d</b>	<b>22,915</b> <b>e</b>	<b>21,695</b> <b>f</b>	<b>20,385</b> <b>g</b>	<b>18,74</b> <b>h</b>	<b>16,95</b> <b>i</b>

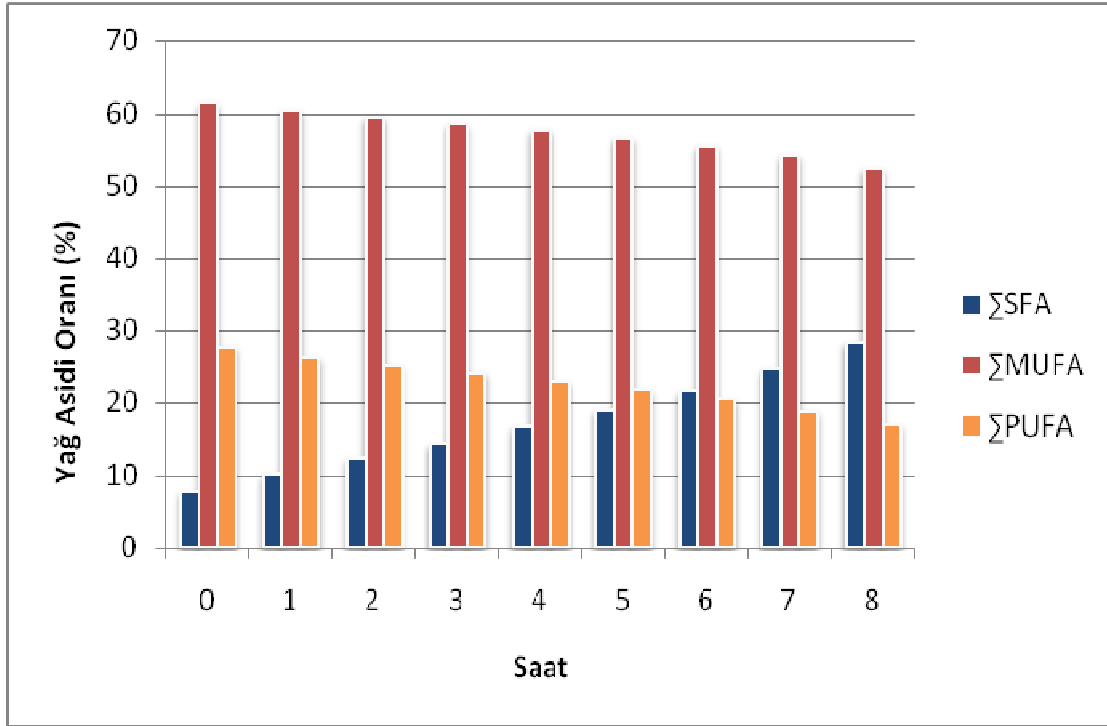
SFA: Doymuş yağ asidi, MUFA: Tekli doymamış yağ asidi, PUFA: Çoklu doymamış yağ asidi,

a-ı: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

(P<0,05). Değerler iki paralel ortalamasıdır.

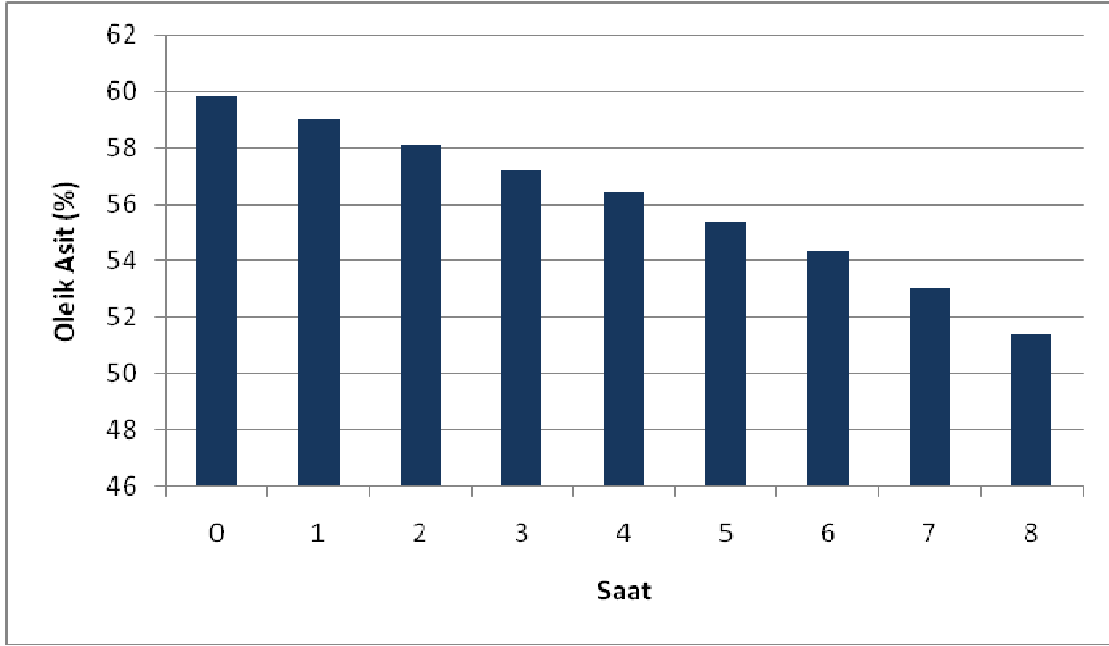


Çalışmamızda kullanılan kanola yağının toplam yüzde doymuş yağ asidi miktarı ( $\Sigma$ SFA) başlangıçta % 7,8 iken kızartma sayısına bağlı olarak sürekli bir artış göstererek 8. saat sonunda % 28,8'e yükselmiştir. Kanola yağının toplam yüzde tekli doymamış yağ asidi miktarı ( $\Sigma$ MUFA) başlangıçta % 61,45 iken 8. saat sonunda % 52,45'e düşmüştür. Kanola yağının toplam yüzde çoklu doymamış asidi miktarı ( $\Sigma$ PUFA) ise başlangıçta % 27,63 iken 8. saat sonunda % 16,95'e kadar düşüş göstermiştir (Şekil 4.1). Kanola yağında  $\Sigma$ SFA'lardan palmitik asit,  $\Sigma$ MUFA'lardan oleik asit ve  $\Sigma$ PUFA'lardan linoleik asit (Tablo 4.3) en yüksek oranda tespit edilmiş olan yağ asitleridir.



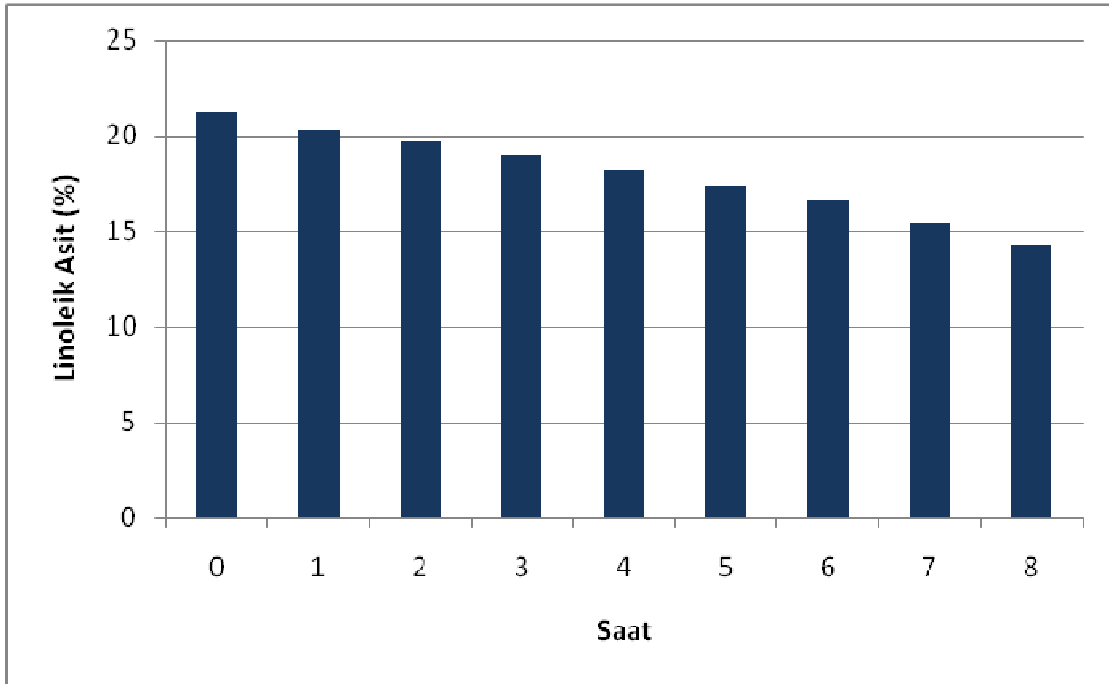
Şekil 4.1. Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak %  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ MUFA oranlarında meydana gelen değişimler

Kanola yağında oleik asit miktarı 8 saatlik kızartma sonunda % 8,46 oranında azalmıştır. Şekil 4.2 kızartma süresine bağlı olarak oleik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



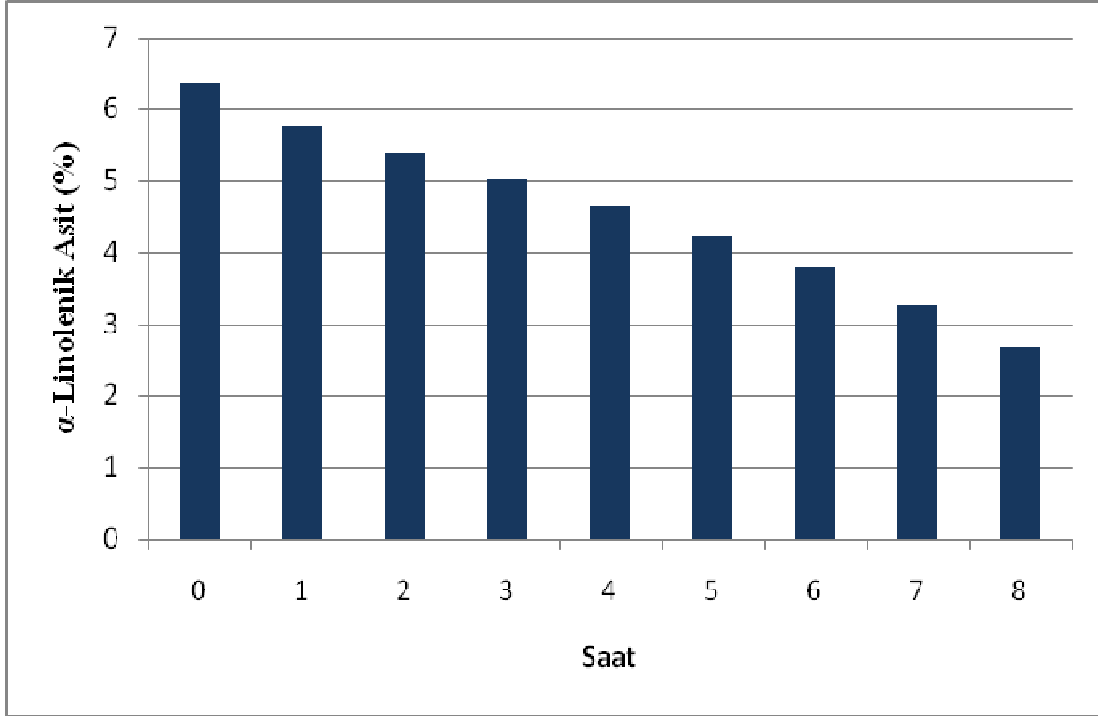
Şekil 4.2. Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak % oleik asit oranları

Kanola yağında linoleik asit miktarı 8 saatlik kızartma sonunda % 6,94 oranında azalmıştır. Şekil 4.3 kızartma süresine bağlı olarak linoleik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



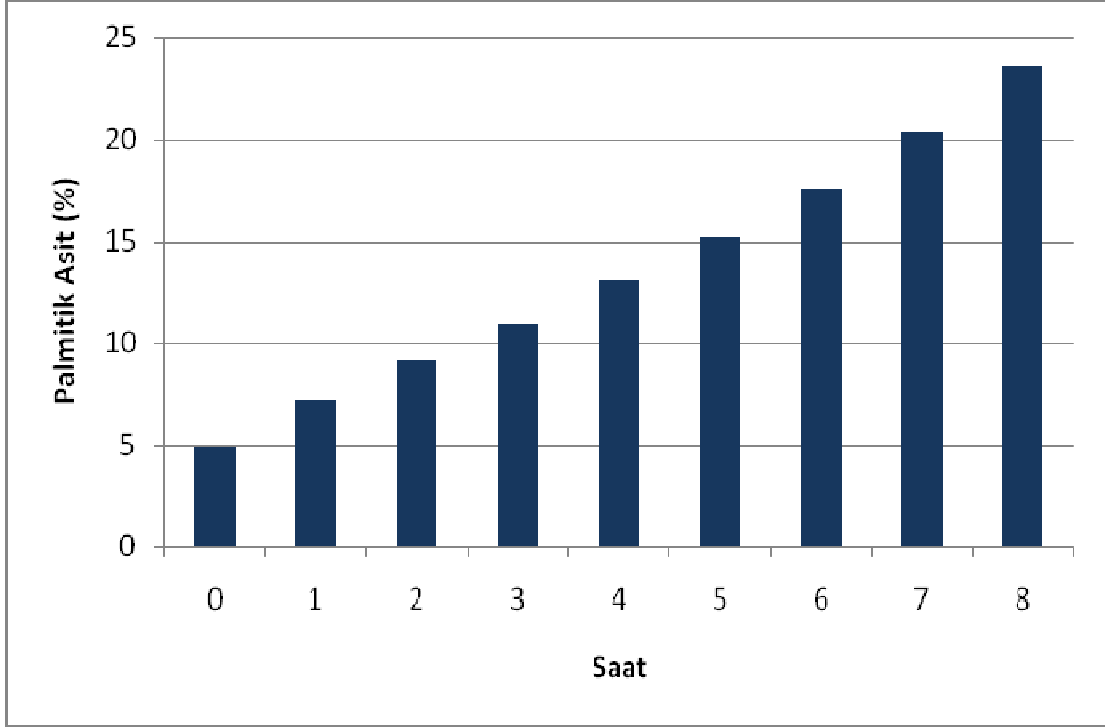
Şekil 4.3. Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak % linoleik asit oranları

Kanola yağında  $\alpha$ -linolenik asit miktarı 8 saatlik kızartma sonunda % 3,67 oranında azalmıştır. Şekil 4.4 kızarma süresine bağlı olarak  $\alpha$ -linolenik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



Şekil 4.4. Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak %  $\alpha$ -linolenik asit oranları

Kanola yağında palmitik asit miktarı 8 saatlik kızartma sonunda % 18,69 oranında artmıştır. Şekil 4.5 kızarma süresine bağlı olarak palmitik asitteki yüzde artışı göstermektedir.



Şekil 4.5. Kanola yağının kızartma süresine bağlı olarak % palmitik asit oranları

#### 4.2.2. Kanola yağında kızartılmış patateslerin yağ asidi kompozisyonları

Otuziki kez kızartılan patates örneklerinden her 4 kızartmada bir alınarak yağ asidi kompozisyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.4' de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.4. Kanola yağı ile kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % yağ asidi oranları

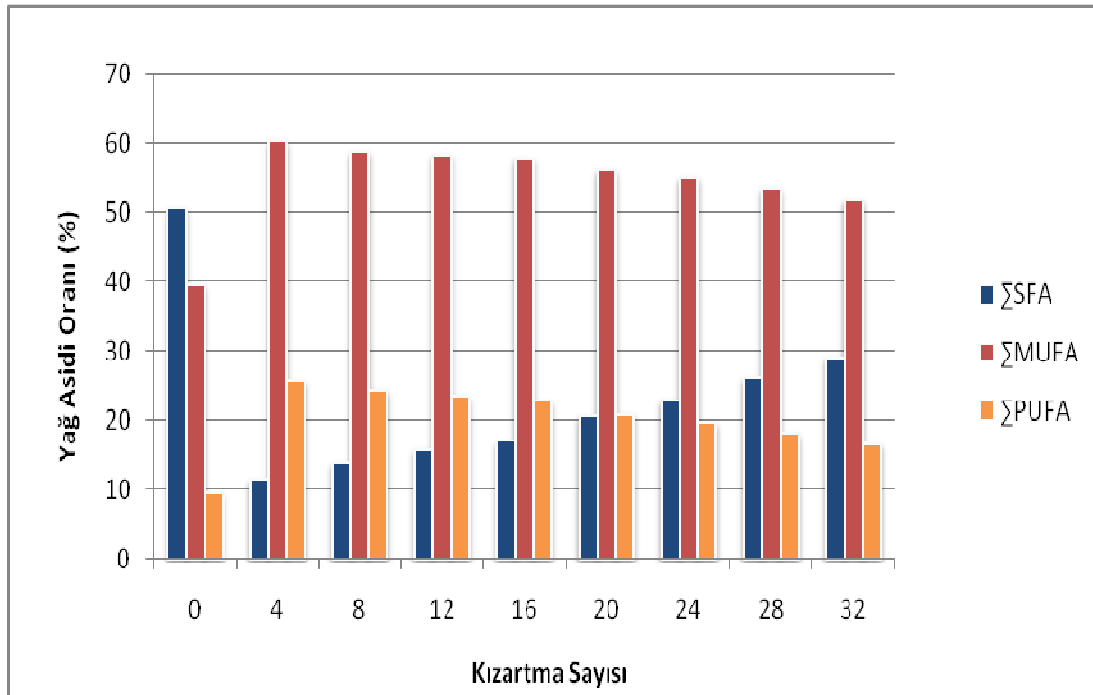
	KIZARTMA SAYISI YAĞ ASIDI	0	4	8	12	16	20	24	28	32
		1	C8:0 Caprylic acid	----	----	----	----	----	----	----
2	C12:0 Lauric acid	----	----	----	----	----	----	----	0,08± 0,007 a	0,09± 0,007 b
3	C14:0 Myristic acid	1,02± 0,007 a	0,10± 0,00 b	0,16± 0,007 c	0,20± 0,00 d	0,23± 0,007 e	0,30± 0,00 f	0,36± 0,028 g	0,43± 0,00 h	0,49± 0,007 i
4	C16:0 Palmitic acid	44,34± 0,014 a	8,35± 0,007 b	10,59± 0,042 c	12,35± 0,021 d	13,44± 0,028 e	16,84± 0,007 f	18,95± 0,000 g	21,82± 0,007 h	24,58± 0,21 i
5	C17:0 Heptadecanoic acid	0,07± 0,00 a	----	----	----	----	----	----	----	----
6	C18:0 Stearic acid	4,45± 0,007 g	1,80± 0,00 a	1,96± 0,007 b	2,11± 0,00 c	2,19± 0,007 c	2,45± 0,007 d	2,75± 0,16 e	2,83± 0,00 e	3,04± 0,007 f
7	C20:0 Arachidic acid	0,43± 0,007 a	1,03± 0,035 f	1,01± 0,007 f	0,97± 0,014 e	0,95± 0,028 e	0,88± 0,021 d	0,84± 0,000 c	0,81± 0,007 c	0,74± 0,021 b
8	C21:0 Henicosanoic acid	----	0,06± 0,00 a	0,06± 0,00 a	0,06± 0,00 a	0,06± 0,00 a	0,06± 0,00 a	0,06± 0,00 a	0,06± 0,00 a	0,06± 0,00 a
9	C24:0 Lignoceric acid	0,14± 0,007 c	0,14± 0,00 c	0,14± 0,00 c	0,13± 0,00 b	0,13± 0,00 b	0,13± 0,00 b	0,12± 0,00 a	0,12± 0,00 a	0,11± 0,007 a
	∑SFA	50,57 a	11,5 b	13,93 c	15,84 d	17,0 e	20,68 f	22,97 g	26,21 h	29,21 i
10	C16:1 Palmitoleic acid	0,12± 0,007 a	0,18± 0,00 b	0,18± 0,00 b	0,18± 0,00 b	0,18± 0,00 b	0,18± 0,00 b	0,18± 0,00 b	0,17± 0,00 c	0,16± 0,00 d
11	C18:1n9c Oleic acid	39,20± 0,021 a	58,46± 0,155 b	57,02± 0,169 c	56,55± 0,014 d	56,05± 0,148 e	54,56± 0,028 f	53,56± 0,176 g	52,22± 0,106 h	50,59± 0,190 i
12	C18:1n9t Elaidic acid	0,12 a	----	----	----	----	----	----	----	----
13	C20:1n9 Eicosenoic acid	0,17± 0,00 a	1,17± 0,00 f	1,10± 0,007 e	1,07± 0,00 e	1,07± 0,049 e	0,96± 0,007 d	0,95± 0,056 d	0,81± 0,007 c	0,75± 0,021 b
14	C22:1n9 Euric acid	----	0,49± 0,00 a	0,45± 0,007 b	0,44± 0,007 c	0,43± 0,00 d	0,39± 0,00 e	0,36± 0,00 f	0,32± 0,007 g	0,29± 0,00 h
15	C24:1 Nervonic acid	----	0,13± 0,00 a	0,12± 0,00 b	0,12± 0,00 b	0,10± 0,007 c	0,10± 0,00 c	----	0,07± 0,00 d	0,06± 0,00 e
	∑MUFA	39,62 a	60,43 b	58,88 c	58,36 d	57,84 e	56,19 f	55,14 g	53,62 h	51,86 i
16	C18:2n6c Linoleic acid	9,33± 0,007 a	20,04± 0,007 b	19,23± 0,169 c	18,56± 0,021 d	18,19± 0,014 e	16,93± 0,007 f	16,16± 0,00 g	15,06± 0,007 h	14,08± 0,014 i
17	C18:3n3 α-Linolenic acid	0,22± 0,00 a	5,62± 0,014 b	5,17± 0,00 c	4,83± 0,007 d	4,61± 0,00 e	3,99± 0,014 f	3,59± 0,00 g	3,08± 0,00 h	2,61± 0,00 i
18	C20:2 cis 11,14 Eicosenoic acid	----	0,07± 0,00 c	0,06± 0,007 bc	0,05± 0,014 b	0,04± 0,00 ab	0,04± 0,007 a	----	----	----
	∑PUFA	9,55 a	25,73 b	24,46 c	23,45 d	22,84 e	20,96 f	19,75 g	18,14 h	16,69 i

SFA: Doymuş yağ asidi, MUFA: Tekli doymamış yağ asidi, PUFA: Çoklu doymamış yağ asidi

a-ı: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

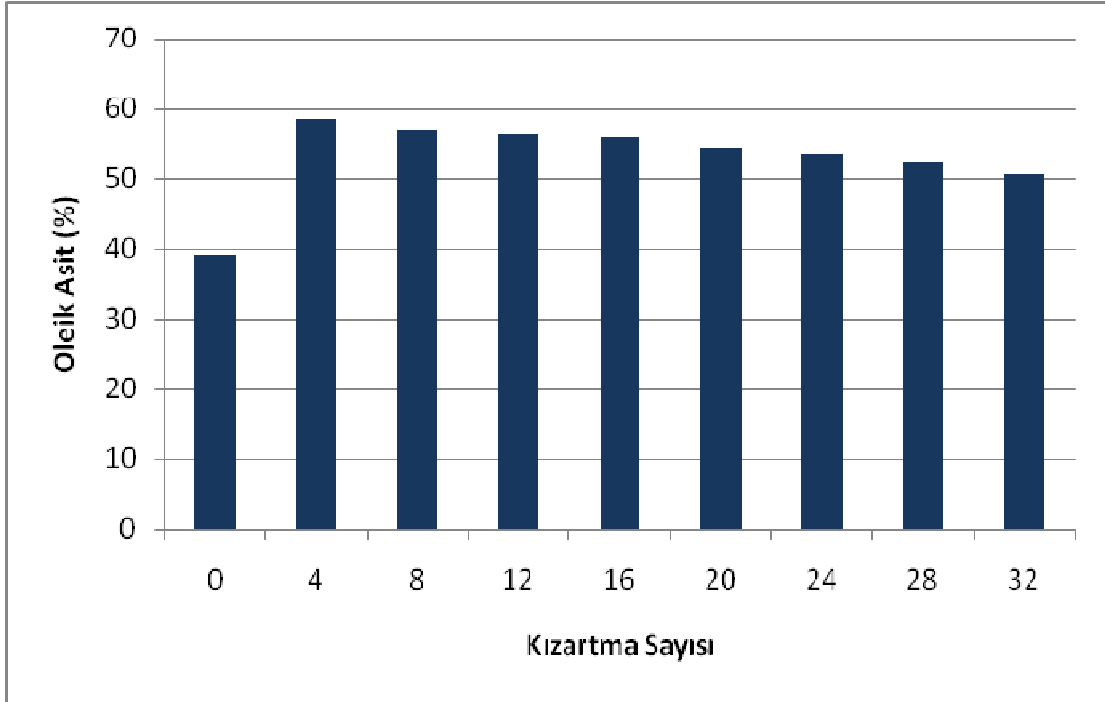
(P<0,05). Değerler iki paralel ortalamasıdır.

Kanola yağı ile kızartılmış patateslerde  $\Sigma$ SFA başlangıçta %11,5 iken kızartma sayısına bağlı olarak sürekli bir artış göstererek 32. kızartma sonunda % 29,21'e yükselmiştir.  $\Sigma$ MUFA başlangıçta % 61,43 iken 32. kızartma sonunda % 51,86'ya düşmüştür.  $\Sigma$ PUFA ise başlangıçta % 25,74 iken 32. kızartma sonunda % 16,69'a kadar düşüş göstermiştir (Şekil 4.6). Kanola yağı ile kızartılmış patateslerde  $\Sigma$ SFA'lardan palmitik asit,  $\Sigma$ MUFA'lardan oleik asit ve  $\Sigma$ PUFA'lardan linoleik asit en yüksek oranda tespit edilmiş olan yağ asitleridir (Tablo 4.4).



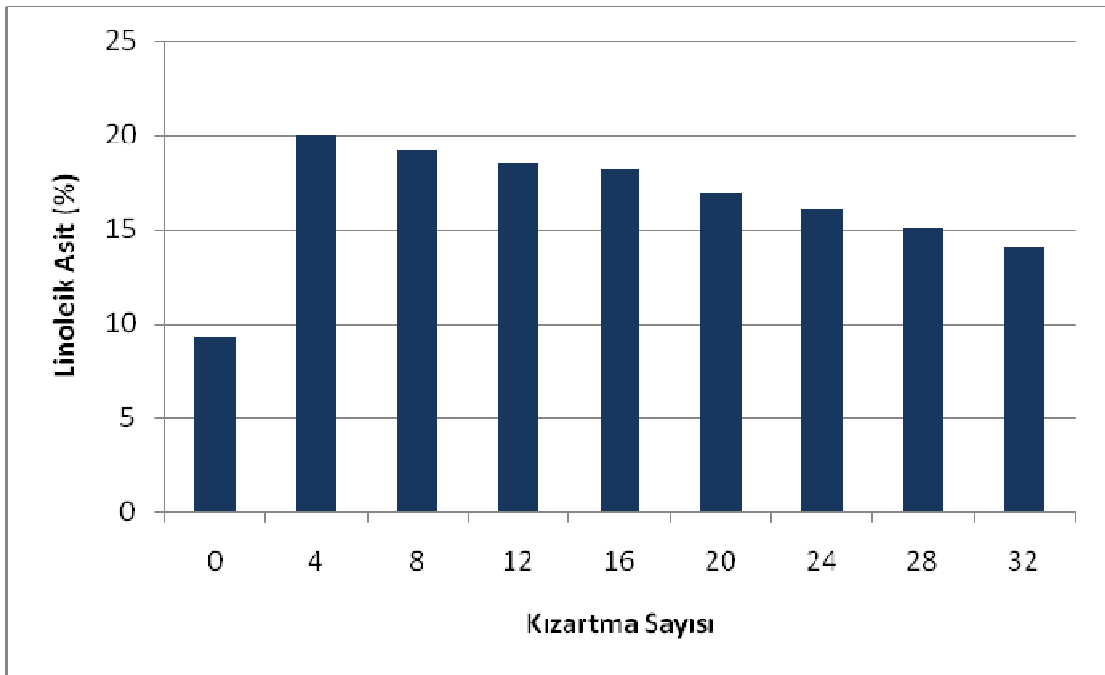
Şekil 4.6.Kanola yağı ile kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak %  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ MUFA oranlarında meydana gelen değişme

Kanola yağında kızartılmış patates örneklerinde oleik asit miktarı 32. kez yapılan kızartma sonunda % 7,87 oranında azalmıştır. Şekil 4.7 kızartma sayısına bağlı olarak oleik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



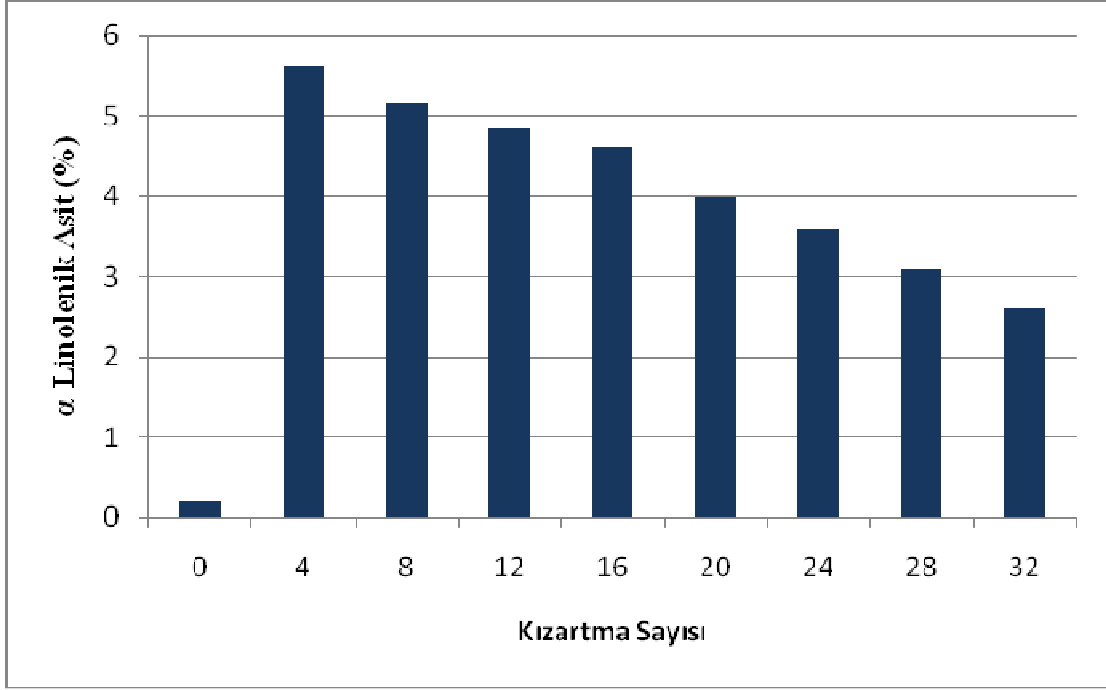
Şekil 4.7. Kanola yağı ile kızartılan patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % oleik asit oranları

Kanola yağında kızartılmış patates örneklerinde linoleik asit miktarı 32. kez yapılan kızartma sonunda 1. kızartma örneğine göre % 5,96 oranında azalmıştır. Şekil 4.8 kızartma sayısına bağlı olarak linoleik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



Şekil 4.8. Kanola yağı ile kızartılan patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % linoleik asit oranları

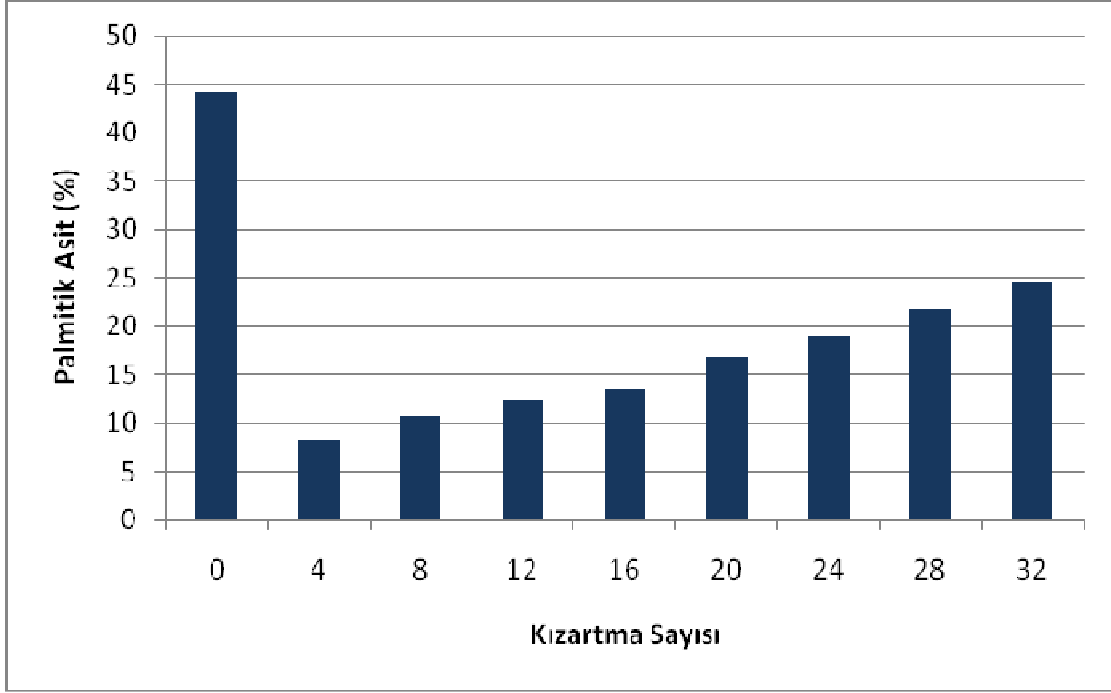
Kanola yağında kızartılmış patates örneklerinde  $\alpha$ -linolenik asit miktarı 32. kez yapılan kızartma sonunda % 3,01 oranında azalmıştır. Şekil 4.9 kızartma sayısına bağlı olarak  $\alpha$ -linolenik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



Şekil 4.9. Kanola yağı ile kızartılan patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak %  $\alpha$ -linolenik asit oranları

Kanola yağında kızartılmış patates örneklerinde palmitik asit miktarı 32. kez yapılan kızartma sonunda % 19,75 oranında azalmıştır. Şekil 4.10 kızartma sayısına bağlı olarak palmitik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir





Şekil 4.10. Kanola yağı ile kızartılan patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % palmitik asit oranları

#### 4.2.3. Şorteningin yağ asidi kompozisyonları

Değişik patates kızartma aşamalarında şortening yağında alınan örneklerde belirlenen yağ asidi bileşenleri Tablo 4.5' de verilmiştir.

Tablo 4.5. Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak % yağ asidi oranları

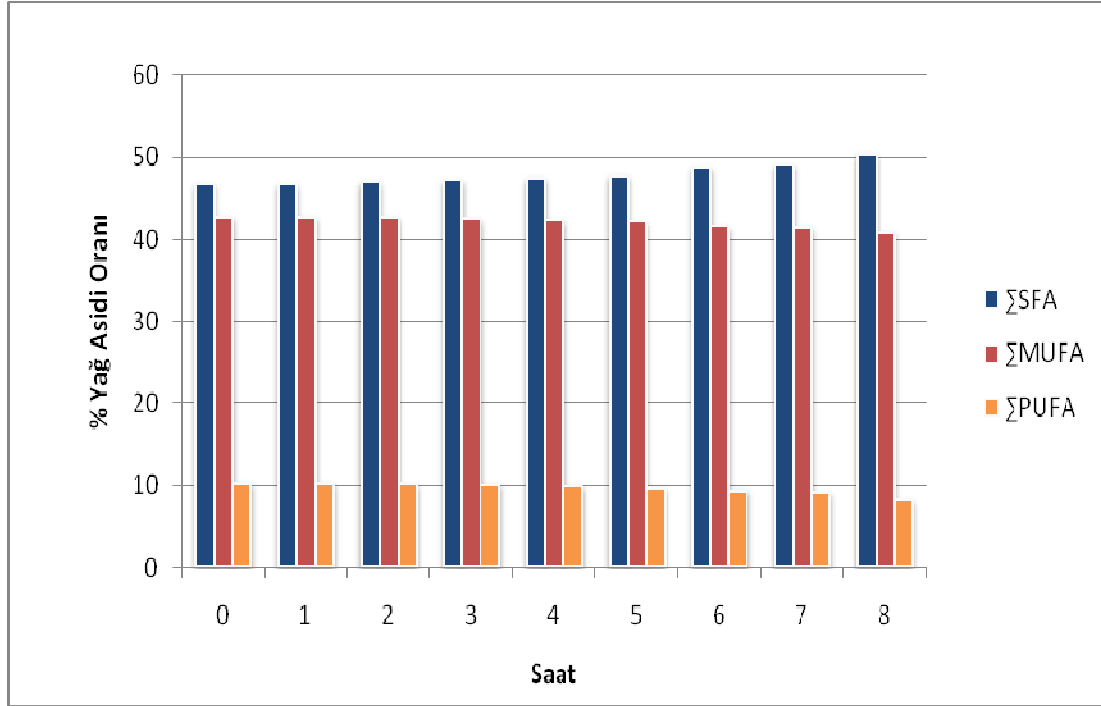
	SAAT	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>C8:0</b> Caprylic acid	0,04± 0,00 a	0,04± 0,007 ab	0,05± 0,00 c	0,05± 0,00 c	0,05± 0,00 c	0,05± 0,00 c	0,05± 0,00 c	0,06± 0,00 d	0,08± 0,007 e
2	<b>C12:0</b> Lauric acid	0,61± 0,007 a	0,61± 0,00 a	0,59± 0,007 b	0,57± 0,00 c	0,55± 0,007 d	0,52± 0,007 e	0,50± 0,007 f	0,48± 0,007 g	0,45± 0,007 h
3	<b>C14:0</b> Myristic acid	1,07± 0,00 b	1,07± 0,007 cb	1,07± 0,00 b	1,05± 0,007 a	1,07± 0,00 b	1,06± 0,00 a	1,06± 0,00 a	1,07± 0,00 b	1,08± 0,00 c
4	<b>C16:0</b> Palmitic acid	40,28± 0,014 a	40,24± 0,014 a	40,44± 0,042 b	40,75± 0,049 c	41,01± 0,00 d	41,35± 0,014 e	42,28± 0,007 f	42,65± 0,007 g	43,80± 0,056 h
5	<b>C17:0</b> Heptadecanoic acid	0,07± 0,00 a	0,07± 0,00 a	0,07± 0,00 a	0,07± 0,00 a	0,07± 0,00 a	0,07± 0,00 a	0,07± 0,00 a	0,07± 0,00 a	0,07± 0,00 a
6	<b>C18:0</b> Stearic acid	4,27± 0,007 a	4,28± 0,007 a	4,29± 0,014 a	4,31± 0,007 b	4,32± 0,00 b	4,34± 0,00 c	4,41± 0,00 d	4,43± 0,007 e	4,51± 0,007 f
7	<b>C20:0</b> Arachidic acid	0,41± 0,00 a	0,42± 0,00 a	0,41± 0,007 a	0,41± 0,007 a	0,41± 0,007 a	0,42± 0,00 a	0,41± 0,007 a	0,41± 0,007 a	0,42± 0,00 a
8	<b>C21:0</b> Henicosanoic acid	----	----	----	----	----	----	----	----	----
9	<b>C24:0</b> Lignoceric acid	----	----	0,07± 0,00 a	----	----	----	----	----	----
	ΣSFA	46,76 a	46,74 a	46,99 b	47,22 c	47,49 d	47,81 e	48,79 f	49,19 g	50,42 h
10	<b>C16:1</b> Palmitoleic acid	0,14± 0,00 a	0,14± 0,00 a	0,14± 0,00 a	0,14± 0,00 a	0,14± 0,00 a	0,14± 0,00 a	0,14± 0,00 a	0,14± 0,00 a	0,13± 0,00 b
11	<b>C18:1n9t</b> Elaidic acid	----	----	----	----	----	----	----	----	0,25± 0,00 a
12	<b>C18:1n9c</b> Oleic acid	42,47± 0,014 a	42,48± 0,00 a	42,35± 0,063 b	42,19± 0,042 c	42,05± 0,007 d	41,89± 0,007 e	41,29± 0,00 f	41,16± 0,035 g	40,33± 0,021 h
13	<b>C20:1n9</b> Eicosenoic acid	0,15± 0,00 a	0,15± 0,00 a	0,15± 0,00 a	0,15± 0,00 a	0,15± 0,00 a	0,15± 0,00 a	0,15± 0,00 a	0,16± 0,00 ab	0,15± 0,007 b
14	<b>C22:1n9</b> Euric acid	----	----	----	----	----	----	----	----	----
15	<b>C24:1</b> Nervonic acid	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	ΣMUFA	42,76 a	42,77 b	42,645 c	42,48 d	42,34 e	42,18 f	41,58 g	41,46 h	40,87 i
16	<b>C18:2n6c</b> Linoleic acid	10,09± 0,007 a	10,09± 0,007 a	10,02± 0,007 b	9,95± 0,035 c	9,785± 0,007 d	9,61± 0,007 e	9,24± 0,007 f	8,97± 0,021 g	8,00± 0,00 h
17	<b>C18:3n3</b> α-Linolenic acid	0,15± 0,00 a	0,15± 0,00 a	0,15± 0,00 a	0,16± 0,00 b	0,15± 0,00 a	0,15± 0,00 a	0,14± 0,00 c	0,13± 0,00 d	0,11± 0,00 e
18	<b>C20:2 cis 11,14</b> Eicosenoic acid	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	ΣPUFA	10,24 a	10,24 a	10,17 b	10,11 c	9,93 d	9,76 e	9,38 f	9,10 g	8,26 h

SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Tekli doymamış yağ asidi. PUFA: Çoklu doymamış yağ asidi

a-1: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

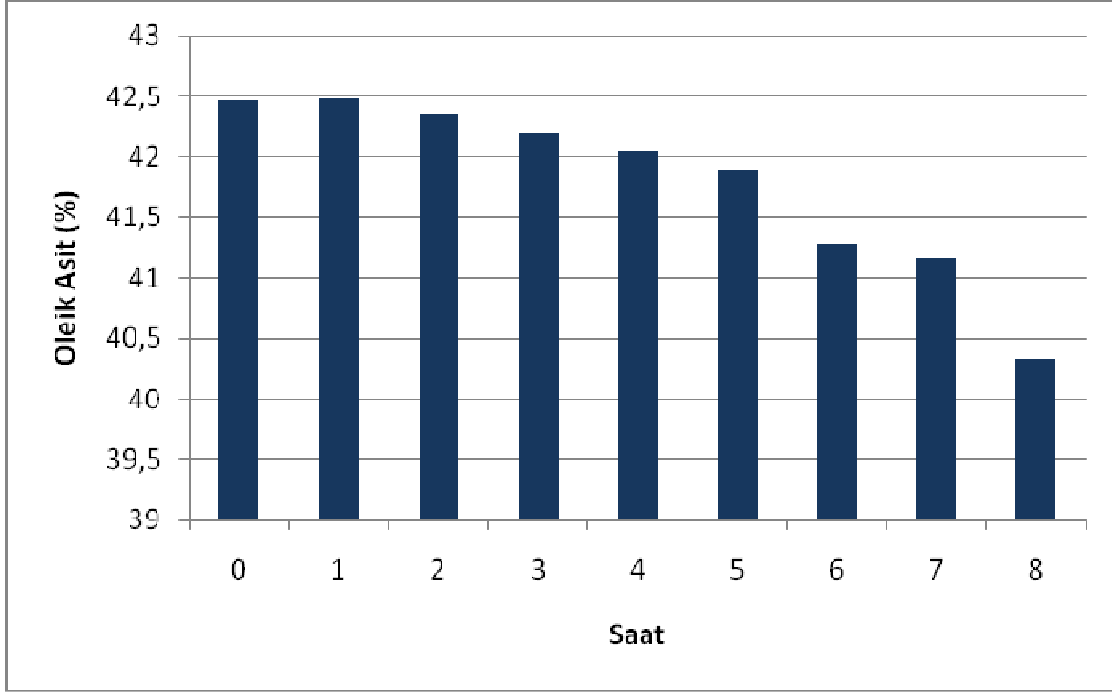
(P<0,05). Değerler iki paralel ortalamasıdır.

Şorteningde  $\Sigma$ SFA başlangıçta % 46,76 iken süre ve sıcaklığa bağlı olarak sürekli bir artış göstererek 8. saat sonunda % 50,42'e yükselmiştir.  $\Sigma$ MUFA başlangıçta % 42,76 iken 8. saat sonunda % 40,87'ye düşmüştür.  $\Sigma$ PUFA ise başlangıçta % 10,24 iken 8. saat sonunda % 8,26'ya kadar düşüş göstermiştir (Şekil 4.11). Şorteningde  $\Sigma$ SFA'lardan Palmitik asit,  $\Sigma$ MUFA'lardan oleik asit ve  $\Sigma$ PUFA'lardan linoleik asit en yüksek oranda tespit edilmiş olan yağ asitleridir (Tablo 4.5).



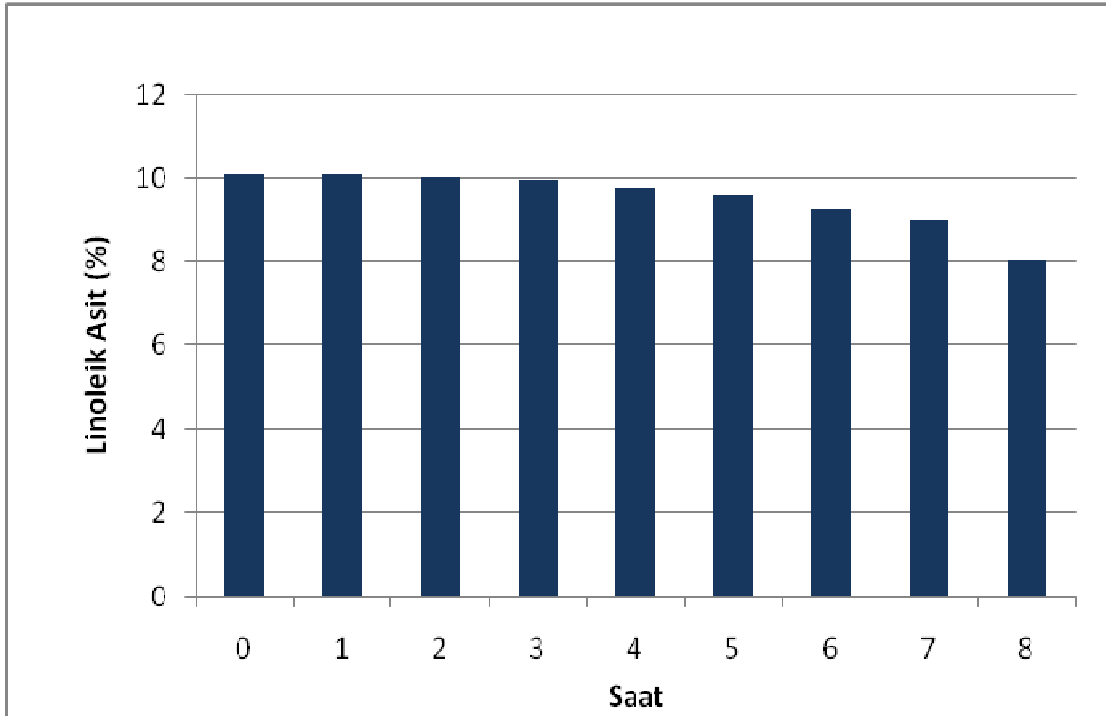
Şekil 4.11. Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak %  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ MUFA oranları

Şekil 4.12 kızarma süresine bağlı olarak oleik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir. Şorteningde oleik asit miktarı 8 saatlik kızartma sonunda % 2,15 oranında azalmıştır.



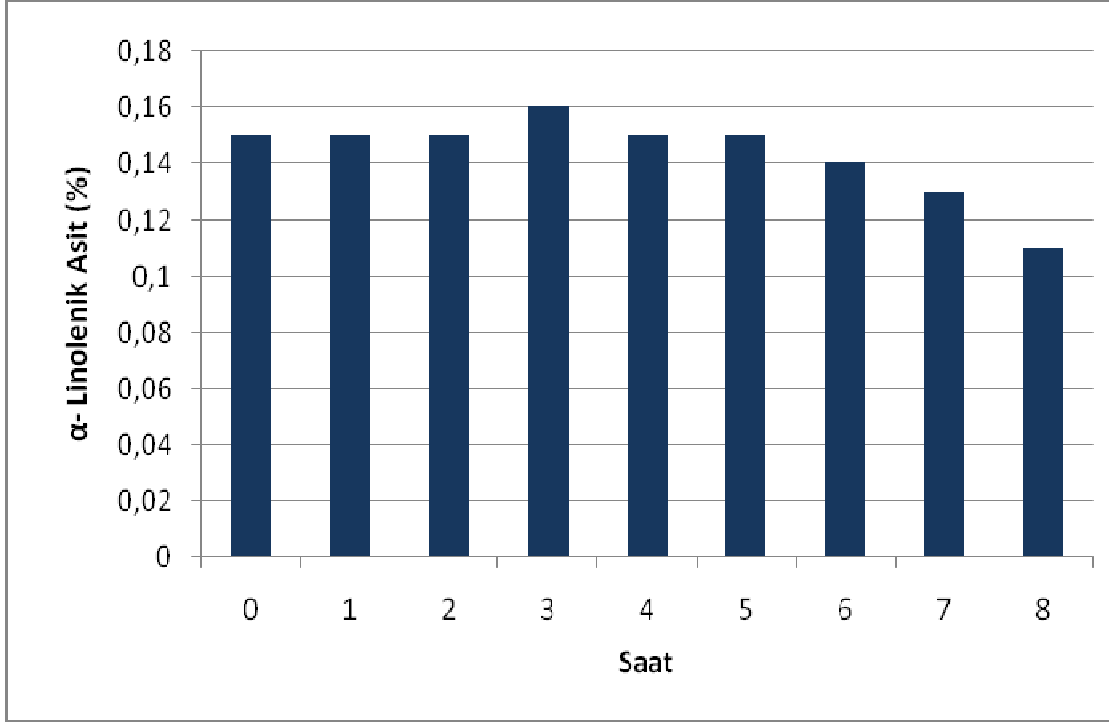
Şekil 4.12. Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak % oleik asit oranları

Şorteningde linoleik asit miktarı 8 saatlik kızartma sonunda % 2,09 oranında azalmıştır. Şekil 4.13 kızartma süresine bağlı olarak linoleik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



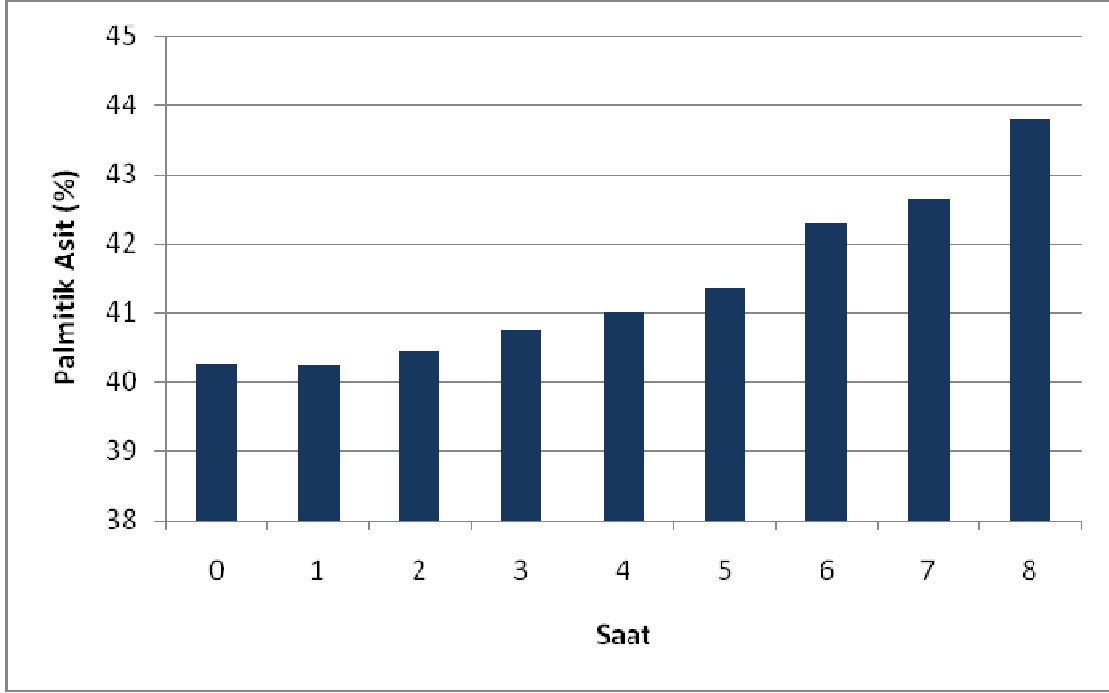
Şekil 4.13. Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak % linoleik asit oranları

Şorteningde  $\alpha$ -linolenik asit miktarı 8 saatlik kızartma sonunda % 0,04 oranında azalmıştır. Şekil 4.14 kızarma süresine bağlı olarak  $\alpha$ -linolenik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



Şekil 4.14. Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak %  $\alpha$ -linolenik asit oranları

Şorteningde palmitik asit miktarı 8 saatlik kızartma sonunda % 3,52 oranında artmıştır. Şekil 4.15 kızarma süresine bağlı olarak palmitik asitteki yüzde artışı göstermektedir.



Şekil 4.15. Şorteningin kızartma süresine bağlı olarak % palmitik asit oranları

#### 4.2.4. Şorteningde kızartılan patateslerin yağ asidi kompozisyonları

Otuziki kez kızartılan patates örneklerinden her 4 kızartmada bir alınarak yağ asidi kompozisyonları belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 4.6' da verilmiştir.

Tablo 4.6. Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % yağ asidi oranları

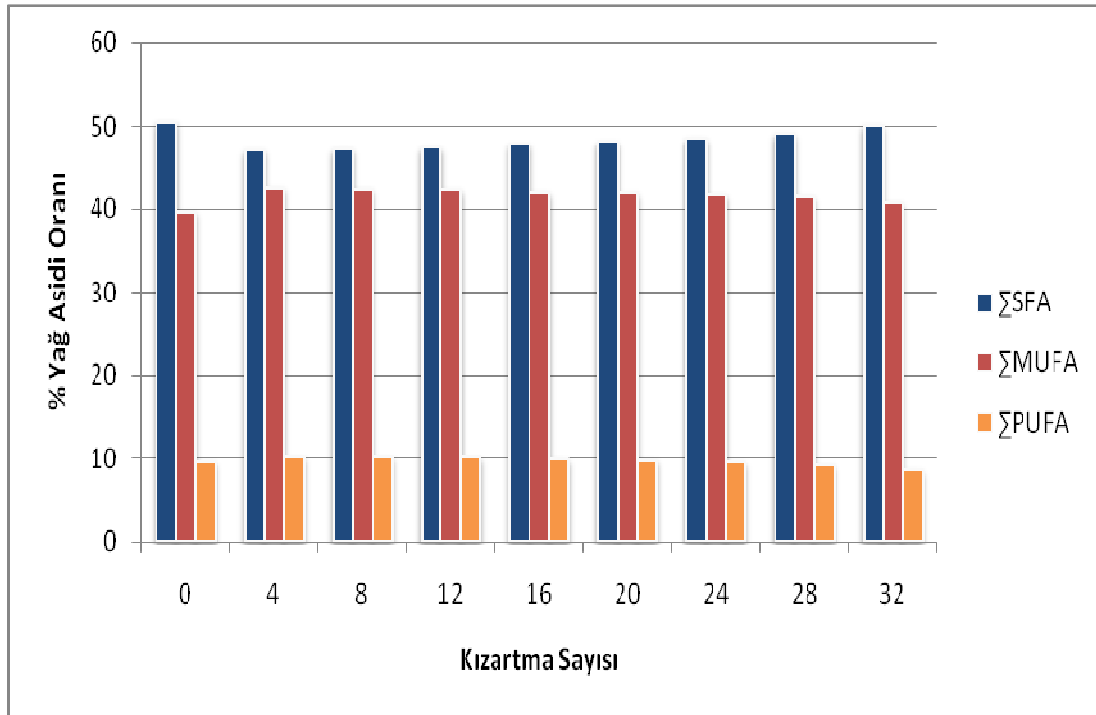
	KIZARTMA SAYISI YAĞ ASİDİ	KIZARTMA SAYISI								
		0	4	8	12	16	20	24	28	32
1	C8:0 Caprylic acid	----	----	0,05± 0,00 a	----	----	0,05± 0,00 a	0,05± 0,00 a	0,06± 0,00 b	0,08± 0,00 c
2	C12:0 Lauric acid	0,25± 0,00 a	0,58± 0,007 b	0,59± 0,00 b	0,56± 0,007 c	0,53± 0,00 d	0,53± 0,007 d	0,50± 0,00 e	0,48± 0,014 f	0,46± 0,007 f
3	C14:0 Myristic acid	1,02± 0,00 a	1,05± 0,00 b	1,08± 0,014 d	1,06± 0,00 b	1,06± 0,007 c	1,07± 0,00 cd	1,06± 0,00 b	1,06± 0,007 c	1,09± 0,00 d
4	C16:0 Palmitic acid	44,34± 0,014 h	40,64± 0,014 a	40,59± 0,021 a	40,95± 0,00 b	41,48± 0,021 c	41,58± 0,049 d	42,03± 0,021 e	42,57± 0,007 f	43,52± 0,035 g
5	C17:0 Heptadecanoic acid	0,07± 0,00 b	0,06± 0,00 a	0,08± 0,00 c	0,06± 0,00 a	0,07± 0,00 b	0,07± 0,00 b	0,07± 0,00 b	0,07± 0,00 b	0,07± 0,007 cb
6	C18:0 Stearic acid	4,45± 0,007 e	4,3± 0,00 a	4,30± 0,007 a	4,32± 0,00 a	4,35± 0,007 b	4,37± 0,007 c	4,38± 0,014 c	4,42± 0,007 d	4,48± 0,007 f
7	C20:0 Arachidic acid	0,43± 0,007 a	0,41± 0,007 b	0,41± 0,007 b	0,41± 0,00 b	0,42± 0,00 b	0,42± 0,00 b	0,42± 0,00 b	0,42± 0,007 b	0,42± 0,00 b
8	C21:0 Henicosanoic acid	----	----	----	----	----	----	----	----	----
9	C24:0 Lignoceric acid	----	----	0,07± 0,00 a	----	----	----	----	----	----
	∑SFA	50,57 i	47,06 a	47,18 b	47,37 c	47,85 d	48,1 e	48,51 f	49,09 g	50,14 h
10	C16:1 Palmitoleic acid	0,125± 0,007 a	0,13± 0,007 abc	0,15± 0,00 c	0,13± 0,007 abc	0,13± 0,00 ab	0,14± 0,00 bcd	0,14± 0,00 bcd	0,13± 0,00 ab	0,13± 0,007 abc
11	C18:1n9t Elaidic acid	0,125± 0,00 a	----	----	----	----	----	----	----	----
12	C18:1n9c Oleic acid	39,20± 0,021 a	42,24± 0,007 b	42,07± 0,007 c	42,0± 0,028 d	41,69± 0,007 e	41,60± 0,049 f	41,45± 0,021 g	41,21± 0,014 h	40,48± 0,049 i
13	C20:1n9 Eicosenoic acid	0,17± 0,00 c	0,145± 0,007 a	0,15± 0,00 ab	0,15± 0,00 ab	0,15± 0,00 ab	0,15± 0,00 ab	0,15± 0,00 ab	0,15± 0,00 ab	0,15± 0,007 b
14	C22:1n9 Euric acid	----	----	----	----	----	----	----	----	----
15	C24:1 Nervonic acid	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	∑MUFA	39,62 a	42,52 i	42,37 h	42,28 g	41,97 f	41,895 e	41,74 d	41,49 c	40,77 b
16	C18:2n6c Linoleic acid	9,33± 0,007 a	10,02± 0,00 b	10,02± 0,00 b	9,91± 0,00 c	9,69± 0,007 d	9,61± 0,00 e	9,36± 0,00 f	9,035± 0,007 g	8,365± 0,007 h
17	C18:3n3 α-Linolenic acid	0,22± 0,00 a	0,16± 0,00 b	0,16± 0,00 b	0,16± 0,00 b	0,16± 0,00 b	0,16± 0,00 b	0,15± 0,00 c	0,14± 0,00 d	0,14± 0,00 d
18	C20:2 cis 11,14 Eicosenoic acid	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	∑PUFA	9,55 d	10,18 h	10,18 h	10,07 g	9,85 f	9,77 e	9,51 c	9,175 b	8,505 a

SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Tekli doymamış yağ asidi. PUFA: Çoklu doymamış yağ asidi

a-ı: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir

(P<0,05). Değerler iki paralel ortalamasıdır.

Şorteningde kızartılmış patateslerde  $\Sigma$ SFA oranı başlangıçta % 47,06 iken kızartma sayısına bağlı olarak sürekli bir artış göstererek 32. kızartma sonunda % 50,14'e yükselmiştir.  $\Sigma$ MUFA başlangıçta % 42,37 iken 32. kızartma sonunda % 40,77'ye düşmüştür.  $\Sigma$ PUFA ise başlangıçta % 10,18 iken 32. kızartma sonunda % 8,50'e kadar düşüş göstermiştir (Şekil 4.16). Şorteningde kızartılmış patateslerde  $\Sigma$ SFA'lardan palmitik asit,  $\Sigma$ MUFA'lardan oleik asit ve  $\Sigma$ PUFA'lardan linoleik asit en yüksek oranda tespit edilmiş olan yağ asitleridir (Tablo 4.6).



Şekil 4.16. Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak %  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ MUFA oranları

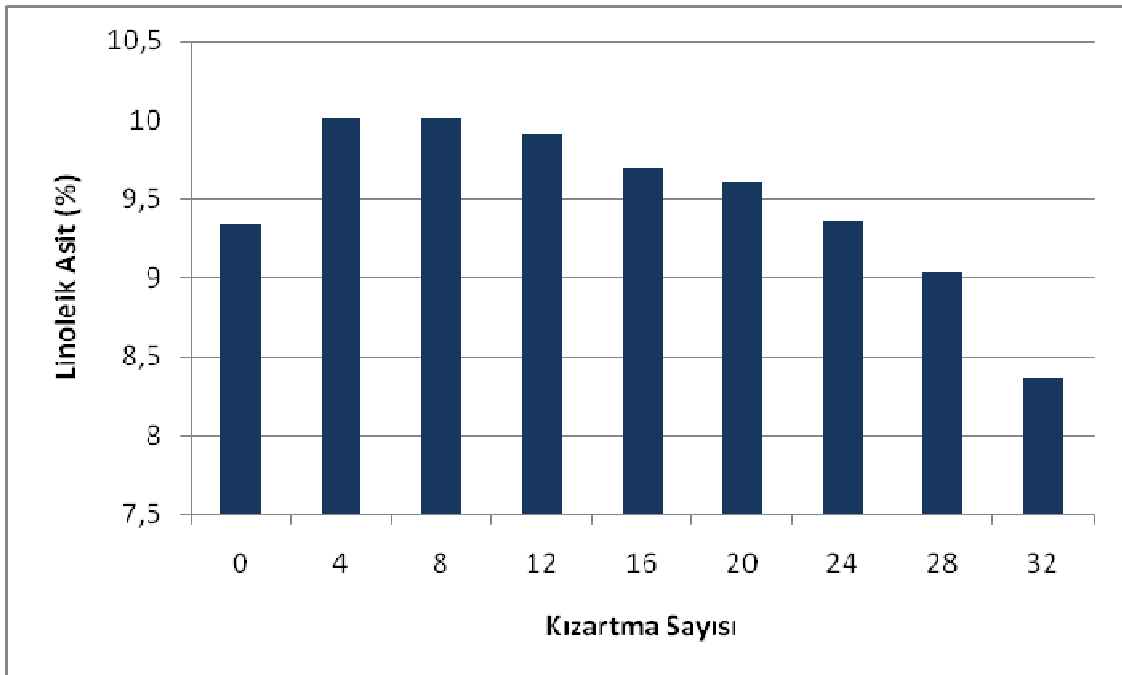
Şorteningde kızartılmış patates örneklerinde oleik asit miktarı 32. kez yapılan kızartma sonunda % 1,76 oranında azalmıştır. Şekil 4.17 kızartma sayısına bağlı olarak oleik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.





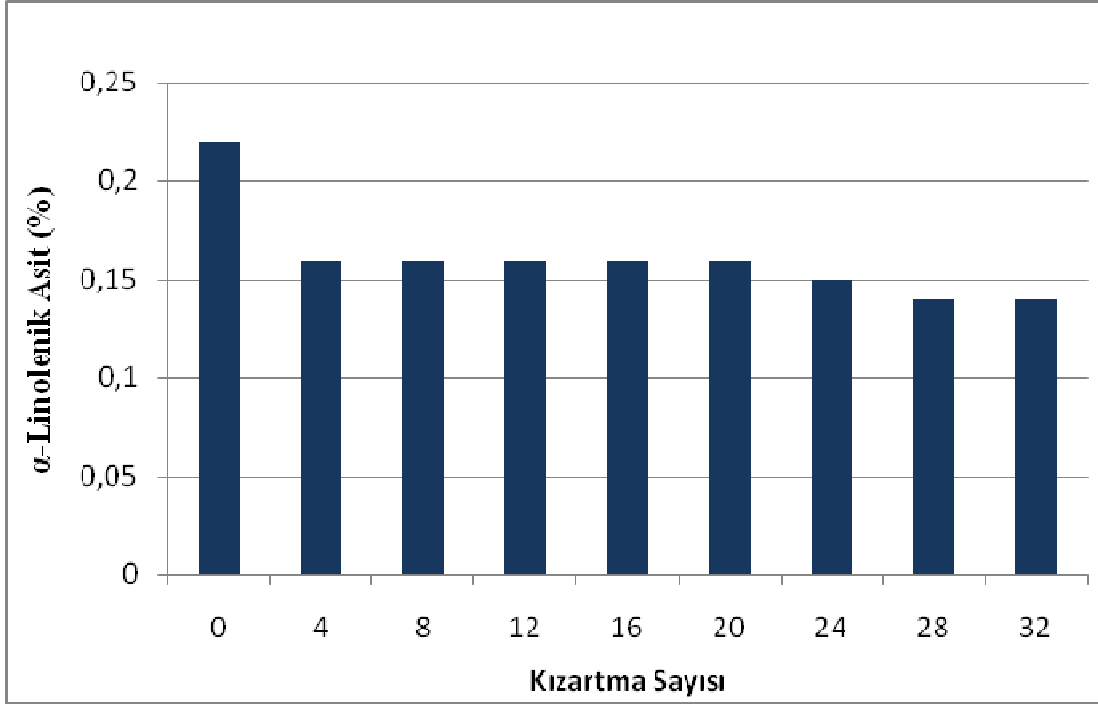
Şekil 4.17. Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % oleik asit oranları

Şorteningde kızartılmış patates örneklerinde linoleik asit miktarı 32. kez yapılan kızartma sonunda % 1,65 oranında azalmıştır. Şekil 4.18 kızartma sayısına bağlı olarak linoleik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



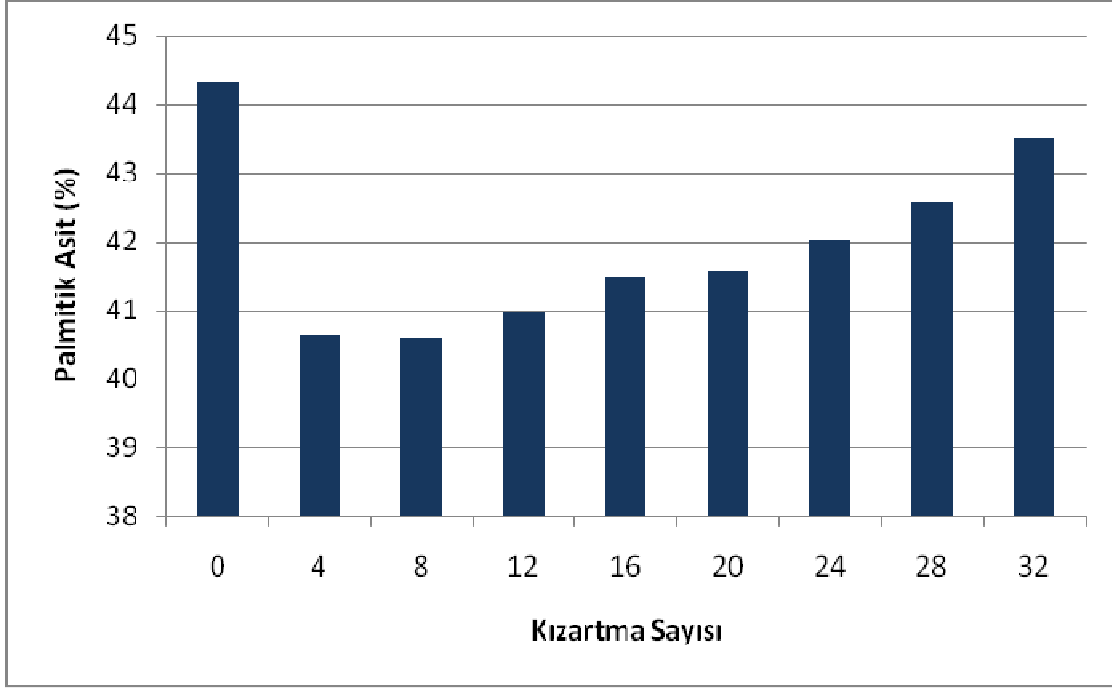
Şekil 4.18. Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % linoleik asit oranları

Şorteningde kızartılmış patates örneklerinde  $\alpha$ -linolenik asit miktarı 32. kez yapılan kızartma sonunda % 0,08 oranında azalmıştır. Şekil 4.19 kızartma sayısına bağlı olarak  $\alpha$ -linolenik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



Şekil 4.19. Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak %  $\alpha$ -linolenik asit oranları

Şorteningde kızartılmış patates örneklerinde palmitik asit miktarı 32. kez yapılan kızartma sonunda % 1,09 oranında azalmıştır. Şekil 4.20 kızartma sayısına bağlı olarak palmitik asitteki yüzde azalmayı göstermektedir.



Şekil 4.20. Şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak % palmitik asit oranları

#### 4.2.5. Linoleik asit/Linolenik ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3) asit oranları

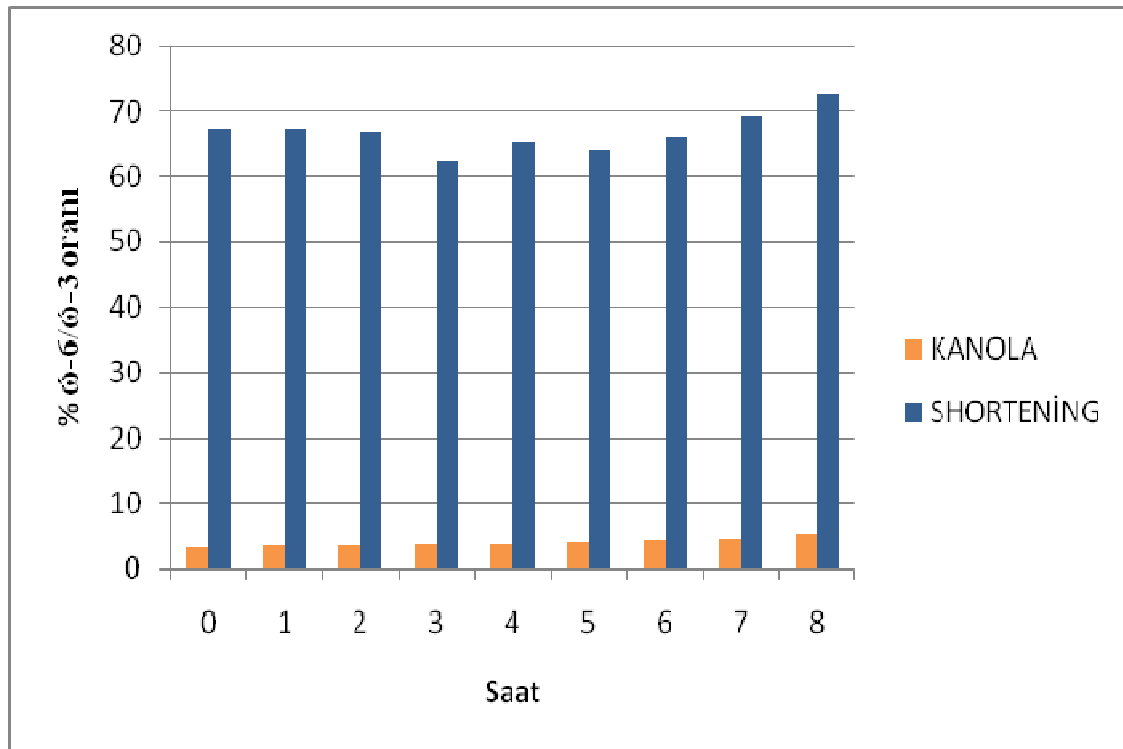
Bu denemenin amacı çalışmamızda kullanılan her iki yağın ve bu yağlarda kızartılmış olan patates örneklerinin  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranlarını tespit etmektir. Tablo 4.7 kanola ve şorteningin 8 saatlik kızartma süresince her saat başında değişen  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranlarını göstermektedir. Tablo 4.8 ise kanola ve şorteningde 32 kez kızartılmış patateslerin her 4 kızartmada bir alınan örneklerinde değişen  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranlarını göstermektedir.

Tablo 4.7. Kanola yağı ve şorteningin kızartma süresine bağlı olarak %  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranları

SAAT YAĞ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>KANOLA YAĞI</b> ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3)	3,35± 0,0007 <sup>a</sup>	3,53± 0,000 <sup>b</sup>	3,65± 0,0212 <sup>c</sup>	3,77± 0,0042 <sup>d</sup>	3,91± 0,0021 <sup>e</sup>	4,11± 0,0063 <sup>f</sup>	4,36± 0,0056 <sup>g</sup>	4,73± 0,0205 <sup>h</sup>	5,32± 0,0495 <sup>i</sup>
<b>ŞORTENİNG</b> ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3)	67,33± 0,0473 <sup>f</sup>	67,30± 0,0473 <sup>f</sup>	66,80± 0,0473 <sup>e</sup>	62,18± 0,2206 <sup>a</sup>	65,23± 0,0466 <sup>c</sup>	64,10± 0,0473 <sup>b</sup>	66,03± 0,0502 <sup>d</sup>	60,03± 0,1626 <sup>g</sup>	72,72± 0,0000 <sup>h</sup>

a-1: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05). Değerler iki paralel ortalamasıdır.

Kanola yağında  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı başlangıçta %3,34 iken 8. saat sonunda %5,32'ye yükselmiştir. Şorteningde  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı başlangıçta %67,30 iken 8.saat sonunda %72,72'ye yükselmiştir (Şekil 4.17).

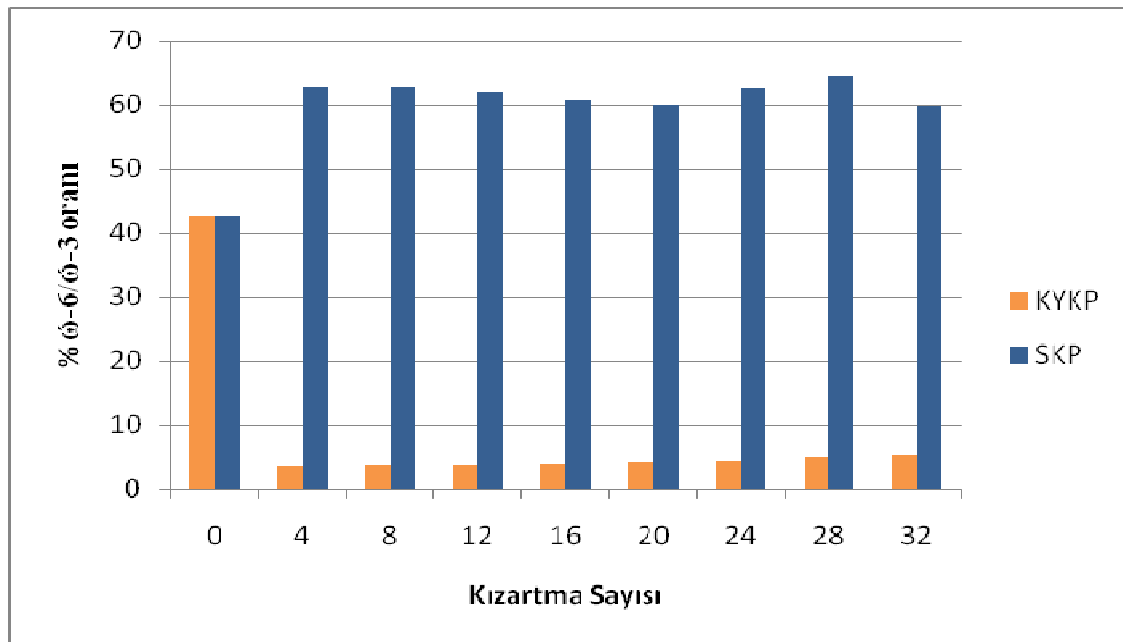
Şekil 4.21. Kanola yağı ve şorteningin kızartma süresine bağlı olarak  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranları

Tablo 4.8. Kanola yağında ve şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma sayısına bağlı olarak %  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranları

KIZARTMA SAYISI YAĞ	0	4	8	12	16	20	24	28	32
KANOLA YAĞI İLE KIZARTILMIŞ PATATESLER ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3)	42,45± 0,0318 <sup>1</sup>	3,56± 0,0077 <sup>a</sup>	3,71± 0,0325 <sup>b</sup>	3,83± 0,0014 <sup>c</sup>	3,94± 0,0028 <sup>d</sup>	4,24± 0,0169 <sup>e</sup>	4,50± 0,0374 <sup>f</sup>	4,89± 0,0021 <sup>g</sup>	5,34± 0,0056 <sup>h</sup>
ŞORTENİNG İLE KIZARTILMIŞ PATATESLER ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3)	42,43± 0,0318 <sup>a</sup>	62,62± 0,0000 <sup>bc</sup>	62,62± 0,0000 <sup>bc</sup>	61,93± 2,5759 <sup>b</sup>	60,59± 0,0445 <sup>b</sup>	60,06± 0,0000 <sup>b</sup>	62,40± 0,0000 <sup>bc</sup>	64,53± 0,0502 <sup>c</sup>	59,73± 0,0000 <sup>b</sup>

a-1: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Kanola yağı ile kızartılmış patateslerde  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı başlangıçta %42,43 iken 32. kızartma sonunda %5,34 olmuştur. Şortening ile kızartılmış patateslerde  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı başlangıçta %42,43 iken 32. kızartma sonunda %59,75'e yükselmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.22. Kanola yağı ve şorteningde kızartılmış patateslerin kızartma süresine bağlı olarak  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 değerleri

**KYKP:** Kanola yağı ile kızartılmış patates. **SKP:** Şortening ile kızartılmış patates.

#### 4.2.6. Trans yağ asidi

Yapılan analizler sonucunda, kızartma süresi ve sayısına bağı olarak yapılan kızartma işlemlerinde patates numunesinin kontrol örneğinde (%0,125) ve şorteningin 8.saat sonunda (%0,25) trans yağ asidine (C18:1n9t Elaidik asit) rastlanmıştır (Şekil 4.23, Şekil 4.24). Değerler iki paralel ortalamasıdır.

## 5. TARTIŞMA

Çalışmamızda kanola yağında ve şorteningde kızartılmış patateslerin kuru madde üzerinden % yağ oranları karşılaştırıldığında kanola yağı ile kızartılmış patateslerin kontrol örneğinde % 6,70 iken 32. kızartma sonunda % 32,37'ye ulaşmıştır. Şortening ile kızartılmış patateslerin ise kontrol örneğinde %6,70 iken 32. kızartma sonunda %31,40'a ulaşmıştır. Bu farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Bu kompozisyonel değişiklikler pişirme işlemi boyunca suyun kaybedilmesi ve kızartma ortamındaki yağların patatese absorpsiyonuna bağlıdır. Yağ absorpsiyonu birçok faktörden etkilenmektedir. Blumenthal (1996) tarafından bildirildiği gibi yağ bozulmaları yağ absorpsiyonunu artırmaktadır. Bu, çalışmamızın ilerleyen saatlerinde elde edilen patateslerdeki % yağ oranının daha önceki saatlere göre artmasının sebebi olarak gösterilebilir. Darla ve ark. (2005)'nin patates cipsleri üzerine yaptıkları bir çalışmada 8 saatte 12 kg patates kızartmış ve başlangıç yağ içeriği % 4.1 olan yarı işlenmiş dondurulmuş patateslerin, 5 dakikalık kızartma sonunda ortalama yağ içeriklerini % 11.4 olarak tespit etmişlerdir. Bu oran bizim elde ettiğimiz sonuçlardan düşüktür. Bunun sebebi uyguladıkları kızartma süresinin bizim uyguladığımız kızartma süremizden (15dk) daha düşük olması ve hesaplamanın kuru madde üzerinden yapılmaması şeklinde açıklanabilir. Yine aynı çalışmada dondurulmuş patates örneklerinin buzları çözünmüş patates örneklerinden daha az yağ absorbe ettiği tespit edilmiştir.

Kanola yağında ve şorteningde patateslerin nem oranlarının tespit edilmesinin amacı patates örneklerinin absorbe ettiği yağ miktarını kuru madde üzerinden vermek içindir. Sonuçlar karşılaştırıldığında şortening ile kızartılmış patateslerin kontrol örneğinde 70,40 olan % nem miktarı 32. kızartma sonunda % 21,84'e düşmüştür. Kanola yağı ile kızartılmış patateslerde ise kontrol örneğinde 70,40 olan % nem miktarı 32. kızartma sonunda %21,08'e düştüğü gözlenmiştir. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Bu durumda hem kanola yağıyla kızartılan patateslerin hem de şortening ile kızartılmış patateslerin % nem oranlarında sürekli bir düşüş gözlenmiştir. İlerleyen kızartma sayısı ile % nem oranındaki düşüş yağ

absorbsiyonunun artışına sebep olan nedenlerle açıklanabilir. Yağın bileşiminde meydana gelen bozulmalar yağın kızartılan materyale geçiş oranını arttırdığı için % kuru madde miktarı da doğal olarak artmıştır. Böylece kızartma süresi ve sayısı arttıkça patateslerin yağ alım oranlarının arttığı, nem oranlarının ise düştüğü gözlenmiştir. Patateslerin nem oranları düştükçe kuru madde oranları artacağından kuru madde üzerinden hesaplanan yağ alım oranları da artacaktır. Bu çalışmada bu durum genel olarak doğrulanmıştır.

Bu çalışmada kızartma yağlarının yağ asidi kompozisyonları kızartmanın ilerleyen saatlerinde devamlı değişmiştir. Bu değişimler kızartma koşullarının neden olduğu polimerizasyon ve prolitik, hidrolitik, ve diğer kimyasal reaksiyonların sonucudur. Buna ek olarak, patates cipslerindeki yağ, yağ asit profilini etkileyen kızartma ortamının içine transfer olmuştur.

Kanola yağı ve şortening ile kızartılan patates örneklerinde en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak oleik asit tespit edilmiştir. Şortening ile kızartılan patateslerde ise en yüksek yağ asidi palmitik asittir. Zegarska ve ark. (2001)'nin da Polonya'da cipsler üzerinde yapmış olduğu çalışmada oleik asitten sonra en yüksek yağ asidi yüzdeleri palmitik asit ve linoleik asit olmuştur. Dağlıoğlu ve ark. (2002)'na göre mısır cipslerinde oleik asitten sonra en yüksek yüzdede bulunan diğer iki major yağ asitleri palmitik asit (%37.4) ve linoleik asit (%13.5) olmuştur. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Fernandez (2000)'in İspanya'da patates cipsleri üzerine yapmış olduğu çalışmada en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi linoleik asit olmuştur. Aynı şekilde Tavella ve ark. (2000)'nin Arjantin'de patates cipsleri üzerine yapmış olduğu çalışmada en yüksek yağ asidi yüzdesi linoleik asit (%65.52) olarak tespit edilmiştir. Huang ve ark. (2006)'nin ise Afrika ve Amerika toplumlarında tüketilen patates cipsleri üzerine yapmış olduğu çalışmada en yüksek yüzdede bulunan yağ asidi linoleik asit (%25.53) olmuştur. Bizim çalışmamızda bulunan en yüksek yüzdedeki yağ asidi oleik asit olduğu için bu çalışmalardan farklılık göstermektedir.

Bu çalışmada 8 saatlik kızartma sonunda kanola yağındaki oleik asit %59,85'den %51,39 a düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P < 0,05$ ). Sıvı kanola



yağı ile kızartılmış patateslerde ise oleik asit yüzdesi kontrol örneklerinde %39,20 iken 32. kızartmada elde edilen kızarmış patates örneklerinde %50,59 ulaşmıştır. Darla ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada 5 gün, günde 8 saat 12 kg patates kızartmada kullandıkları kanola yağının % oleik miktarı 35,27 den 24,51 e düşmüştür. Aynı çalışmada kızartılmış patatesteki oleik asit miktarı 19,31 den 45,27 ye yükselmiştir. Bu sonuç elde ettiğimiz bulgularla benzerlik göstermektedir. Şorteningde kontrol yağ örneğinde oleik asit yüzdesi % 42,47, 8 saatlik kızartma sonunda %40,33, şortening ile kızartılmış patateslerde oleik asit yüzdesi kontrol patates örneğinde %39,20 iken 32. kızartmada elde edilen kızarmış patates örneklerinde %40,48 olarak bulunmuştur. Bu kızartma sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Çalışmada kullandığımız şortening yağının ortalama % oleik asit miktarı Ovesen ve ark. (1996)'nın şorteningler için verdiği %17,4–48,0 değerleri arasında bulunmaktadır. Denemelerin sonunda % oleik asit miktarı yağ örneklerinde azalırken patates örneklerinde artış göstermiştir. Dondurulmuş patates örneklerinin (kontrol) oleik asit yüzdesinin her iki yağ oranla düşük olması patateslerin kızarma sırasında absorbe ettikleri yağdaki oleik asit oranına göre yükseliş göstermesi beklenen bir sonuçtur. Nitekim Şekil 4.2, Şekil 4.6, Şekil 4.10 ve Şekil 4.16 incelendiğinde her iki yağda kızarmış patates örneklerinin oleik asit yüzdelerinin kızartıldıkları yağların oleik asit yüzdeleri ile paralellik gösterdiği görülecektir.

Ayrıca Ovesen ve ark. (1996) çeşitli yöntemlerle pişirilmiş çipura balığının mısır ve ayçiçeği yağında kızartıldıktan sonraki % oleik asit konsantrasyonunun mısır yağında kızartılmış olanda 0,0034 den 1,721 e, ayçiçeği yağında kızartılmış olanda 0,060 dan 1,886 ya yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda ısıtma işlemine tabi tutulmamış kontrol kanola yağı örneğinde linoleik asit yüzdesi %21,21, 8 saatlik kızartma sonunda %14,27'ye düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Darla ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada 5 gün, günde 8 saat 12 kg patates kızartmada kullandıkları kanola yağının % linoleik asit miktarı 5,80 den 5,37' ye düşmüştür. Bu düşüş bizim çalışmamızdaki düşüşten çok daha azdır. Kanola yağı ile kızartılmış patateslerde linoleik asit yüzdesi kontrol patates örneklerinde %9,33 iken kızartma süresince önemli artış göstererek ( $P<0,05$ )

32. kızartma sayısı sonunda %14,08'e ulaşılmıştır. Şorteningde linoleik asit yüzdesi kontrol yağ örneğinde %10,09 iken 8 saatlik kızartma sonunda %8,0 e düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Bunun sebebi 8 saatlik kızartma süresince özellikle çoklu doymamış bir yağ asidi olan linoleik asidin kimyasal yapısında meydana gelen bozulmalar olabilir. Şortening ile kızartılmış patateslerde ise linoleik asit yüzdesi kontrol patates örneklerinde %9,33 den 32. kızartma sayısı sonunda %8,36'ya düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Bunun sebebi patatesten yağa geçen linoleik asit olabilir. Darla ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada, dondurulmuş yarı işlenmiş kontrol patates örneklerindeki % linoleik asit miktarının 5. günün sonunda 2,63 den 5,30 a yükseldiğini belirtmişlerdir. Bu sonuç bizim elde ettiğimiz sonuçları desteklememektedir. Darla ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada linoleik asit miktarındaki yükselme 8 saatlik kızartma sonucunda soya yağında gözlenmiştir (9,56 dan 10,53'e).

Kontrol kanola yağı örneğinde palmitik asit miktarı %4,94'den 8 saatlik kızartma sonunda %23,63' e yükselmiştir. Bu fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Darla ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada 5 gün, günde 8 saat 12 kg patates kızartmada kullandıkları kanola yağındaki % palmitik asit miktarının 2,43 den 2,66' ya yükseldiğini tespit etmişlerdir. Bu artış bizim çalışmamızdaki artıştan çok daha azdır. Kanola yağı ile kızartılmış patateslerde palmitik asit yüzdesi kontrol patates örneklerinde %44,34, 32. kızartma sayısı sonunda %24,58 olarak bulunmuştur. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Darla ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada ise dondurulmuş yarı işlenmiş kontrol patates örneklerindeki % palmitik asit miktarı 5. günün sonunda 14,89 dan 6,03 e düşmüştür. Bu sonuç da bizim elde ettiğimiz değerlerle paralellik göstermektedir. Şorteningde palmitik asit yüzdesi kontrol yağ örneğinde %40,28 iken 8 saatlik kızartma sonunda %43,80 e yükselmiştir. Bu fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Bunun sebebi olarak yağ asitlerinin patates cipslerinden kızartma yağına geçmesi ve şorteningde palmitik asidin artması gösterilebilir. Darla ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada palmitik asit miktarında tespit ettikleri yükselme soya yağında gözlenmiştir (4,34 den 6,75'e). Şortening ile kızartılmış patateslerde ise palmitik asit yüzdesi kontrol patates örneklerinde %44,34 den 32. kızartma sayısı sonunda %43,52'e düşmüştür.

Çalışmamızda kontrol kanola yağı örneğinde %6,35 olan  $\alpha$ -linolenik asit yüzdesi, 8 saatlik kızartma sonunda %2,68'e düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Şorteningde  $\alpha$ -linolenik asit yüzdesi kontrol yağ örneğinde %0,15 iken 8 saatlik kızartma sonunda %0,11 e düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Darla ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada 1. gün, günde 8 saat 12 kg patates kızartmada kullandıkları kanola yağının %  $\alpha$ -linolenik asit miktarı 0,20 den 0,13'e, 5. günün sonunda 0,07 ye düşmüştür. Çalışmamızda kanola yağı ile kızartılmış patateslerde  $\alpha$ -linolenik asit yüzdesi kontrol patates örneklerinde %0,22, 32. kızartma sayısı sonunda %2,61 olarak bulunmuştur. Bu fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Aynı şekilde Darla ve ark. (2005) yaptığı çalışmada da kanola ile kızartılmış patateslerde  $\alpha$ -linolenik asit konsantrasyonunda artış gözlenmiştir. Şortening ile kızartılmış patateslerde ise  $\alpha$ -linolenik asit yüzdesi kontrol patates örneklerinde %0,22 den 32. kızartma sayısı sonunda %0,14'e düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Kızartma yağında  $\alpha$ -linolenik miktarının azalması kızartmış patatesten artması absorpsiyonla açıklanabilir.

Kanola yağında ve şorteningde (kontrol örneklerinde) sırasıyla %7,8-46,76 olan  $\Sigma$ SFA oranı, 8 saatlik kızartma sonunda sırasıyla %28,28-50,42'ye ulaşmıştır. Bu fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Darla ve ark. (2005) her gün 8 saat kızartma işlemi yaptıkları çalışmada kanola yağında  $\Sigma$ SFA oranı 1. günün sonunda % 9,35 den 9,23'e düşmüş, 5. günün sonunda 10,73'e yükselmiştir. Bu sonuçlar bizim verilerimizle paralellik göstermektedir. Çalışmamızda kanola yağı ve şorteningle kızartılmış patateslerde  $\Sigma$ SFA oranı kontrol patates örneklerinde %50,57 iken 32. kızartmanın sonunda sırasıyla %29,21-50,14'e düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Darla ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada patateslerde kızartmanın 1. gününde  $\Sigma$ SFA oranı 32,39 dan 17,49'a düşmüştür. Bu sonuçlar bizim verilerimizle paralellik göstermektedir.

Sıvı kanola yağında ve şorteningde (kontrol örneğinde) sırasıyla %61,45 ve 42,76 olan  $\Sigma$ MUFA oranı, 8 saatlik kızartma sonunda %52,45 ve 40,87'ye ulaşmıştır. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Darla ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada 1. günün sonunda  $\Sigma$ MUFA oranı % 78,03 den 77,15'e düşmüştür. Sıvı kanola yağı ve şorteningle kızartılmış patateslerde  $\Sigma$ MUFA oranı kontrol

örneklerinde %39,62 iken, 32. kızartma sonunda sırasıyla %51,86 ve 40,77'ye yükselmiştir. Bu fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Darla ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada patateslerde kızartmanın 1. gününde  $\Sigma$ MUFA %50,86'dan %62,33'e yükselmiştir. Bu sonuç bizim verilerimizi desteklemektedir. Sıvı kanola yağında ve şorteningde (kontrol örneklerinde)  $\Sigma$ PUFA oranı sırasıyla %27,63 ve 10,24 iken, 8 saatlik kızartma işlemi sonunda sırasıyla %16,95-8,26'ya düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Darla ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada kanola yağındaki %12,62 olan  $\Sigma$ PUFA oranı 1. günün sonunda 13,62'ye 5. günün sonunda ise 14,10'a yükselmiştir. Bu sonuç bizim elde ettiğimiz verilerle paralellik göstermemektedir. Sıvı kanola yağı ve şorteningle kızartılmış patateslerde  $\Sigma$ PUFA oranı kontrol örneklerinde %9,55 iken 32. kızartma sonunda sırasıyla 16,69 ve 8,50'ye yükselmiştir. Bu fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Darla ve ark. (2005) elde ettiği sonuçlar bizim sonuçlarımızı destekleyecek niteliktedir. Şöyleki patateslerde kızartmanın 1. gününde  $\Sigma$ PUFA 5,81 den 13,31'e yükselmiştir. Çalışmamızda kanola yağı ile kızartılmış patateslerde  $\Sigma$ MUFA en yüksek değere sahipken, şorteningle kızartılmış olanlarda birinci sırada  $\Sigma$ SFA bulunmaktadır. Bu sonuç Dağlıoğlu ve ark. (2002), Fernandez (2000)'in yaptıkları çalışmalarla farklılık göstermekte, Sandra ve ark. (2002)'nin yaptığı çalışma ile paralellik göstermektedir. Bu verilere dayanarak derin yağda kızartılan ürünün yağ asidi kompozisyonunun kızartılan ürünün özelliğine ve kızartma yağının yağ asidi kompozisyonuna bağlı olduğunu söylemek mümkündür.

Kızartmada kullanacağımız sıvı kanola yağında  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı başlangıçta 3,34 iken kızartmanın 8.saati sonunda bu oran 5,32 olarak belirlenmiştir. Bu fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Şorteningde ise  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı başlangıçta 67,30 iken 8.saat sonunda 72,72 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.17). Bu fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Artemis (1999)'in yaptığı çalışmada ayçiçeği, mısır, soya ve pamuk yağının kullanımının artmasıyla  $\omega$ -6 tüketiminin  $\omega$ -3 tüketimine göre arttığı belirlenmiştir. Çelik ve Demirel (2004)'in yapmış olduğu çalışmada son 150 yıldır bu denge artan miktardaki ayçiçeği, mısır, soya, pamuk yağlarının kullanımıyla linoleik asit lehine bozulmuş ve günümüzde Avrupa'da  $\omega$ -6/ $\omega$ -3oranı 20–30/1 olduğu belirlenmiştir. Wien ve ark. (2010)'nin yaptıkları bir çalışmada kırmızı kan hücre

membranlarında en yüksek EPA'ya  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı 2:1 olan yağ kapsülleri eklenmiş diyetle beslenildiği zaman ulaşmışlardır. Birçok Westenn-Style diyetle (batı tipi diyet)  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı 10:1'i geçmektedir. Bununla birlikte optimum sağlık için bu oranın 4:1'den küçük olması önerilir (Wien ve ark., 2010).

Kızartma süresi ve sayısına bağlı olarak yapılan kızartma işlemlerinde kontrol patates örneklerinde %0,12 ve 32 kez kızartma işlemi uygulanan şortening örneğinde %0,25 oranında trans yağ asidine rastlanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P < 0,05$ ). Bu durum şortening ile yapılan kızartma işleminde şorteningde oluşan trans yağların patatese geçtiğini göstermektedir. Kanola yağında kızartılan patateslerde trans yağa rastlanmamıştır (Şekil 4.19). Darla ve ark. (2005)'nin patates cipsleri üzerine yaptığı çalışmada 8 saat 12 kg patates kızarttıktan sonra pamuk yağında trans yağ asidinin 0,1 den 1,20 ye yükseldiğini, kanola yağında % 30,1' den % 21,17 ye düştüğünü ve soya yağında % 19,1' den % 20,10 a yükseldiğini tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada patates cipslerindeki trans yağ asitleri ise kontrol örneğinde % 33,11 iken pamuk yağı ile kızartılmış olanda % 2,62, kanola yağı ile kızartılmış olanda % 19,69 ve soya yağı ile kızartılmış olanda % 20,11 olarak tespit edilmiştir. Bu durum pamuk yağında kızartılan patates cipslerin kanola ve soya yağında kızartılan cipslere göre daha az trans yağı absorbladığını gösterir. Ayrıca kullandığımız her iki yağda da trans yağa rastlanmaması yağ üreticilerinin trans yağ oluşumunu azaltmak ve engellemek adına kullandıkları yeni teknolojilerin olumlu etkisini göstermesi açısından da önemlidir.

Sonuç olarak; bu çalışmada elde edilen bulgular yenilebilir yağ üretim teknolojilerindeki gelişmelere rağmen derin yağda kızartma yöntemi ile pişirilen gıdaların ve yağların bileşiminde meydana getirdiği değişiklikler dikkate değer olduğunu göstermektedir. Obezitenin kanser riskini %40 arttırdığı kanıtlanmış olan günümüzde özellikle çocuk ve gençlerin derin yağda kızartılmış yüksek yağ içerikli gıdaları tüketme eğilimleri konunun önemini daha çok arttırmaktadır. Ayrıca kızartma yağlarının saatlerce kullanılması, bunlarda defalarca özellikle patates gibi gıdaların kızartılması sonucunda esansiyel yağ asitleri, toplam çoklu doymamış yağ asitleri gibi sağlık üzerine önemli katkıları bulunan yağ asitlerinin kimyasal bileşiminde meydana getirdiği değişimleri ortaya koyması açısından da önemlidir.

Bu çalışmada dikkate değer ve sevindirici olan bir başka konu ise kullandığımız yağların her ikisinde de trans yağa rastlanmamış olmasıdır. Uygulanan kızartma işlemleri sonucunda da şorteningin 8. saati dışında trans yağa rastlanmamış olmasıdır. Bu nedenle tüketicilerde, özellikle fast food gıda tüketicilerinde farkındalık yaratmak adına bu çalışmanın sonuçları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- 1- Otuzikinci kez yapılan kızartma sonucu şortening ve kanola yağı ile kızartılan patateslerdeki yağ miktarında sırasıyla %24,7 ve %25,67 oranında artış gözlenmiştir.
- 2- Otuzikinci kez yapılan kızartma işlemi ile elde edilen patateste şortening ve kanola yağı ile kızartılan patateslerdeki nem miktarında sırasıyla %48,56 ve %49,32 oranında azalma gözlenmiştir.
- 3- Sıvı kanola yağında  $\sum$ SFA 8 saatlik kızartma sonucunda % 21, 32. kez yapılan kızartmadan elde edilen patateste ise %17,71 oranında tespit edilmiştir.
- 4- Şorteningde  $\sum$ SFA 8 saatlik kızartma sonucunda %3,66, 32. kez yapılan kızartma sonrası elde edilen patateste ise %3,08 oranında bir artış gözlenmiştir.
- 5- Sıvı kanola yağında  $\sum$ MUFA 8 saatlik kızartma sonucunda %9, 32. kez yapılan kızartmadan elde edilen patateste ise %9,57 oranında bir düşüş gözlenmiştir.
- 6- Şorteningde  $\sum$ MUFA 8 saatlik kızartma sonucunda %1,89, 32. kez yapılan kızartmadan elde edilen patateste ise %1,605 oranında bir düşüş tespit edilmiştir.
- 7- Sıvı kanola yağında  $\sum$ PUFA 8 saatlik kızartma sonucunda %10,68, 32. kez yapılan kızartmadan elde edilen patateste ise %9,045 oranında bir düşüş belirlenmiştir.
- 8- Şorteningde  $\sum$ PUFA 8 saatlik kızartma sonucunda %1,98532. kez yapılan kızartmadan elde edilen patateste ise %1,675 oranında bir düşüş gözlenmiştir.
- 9- Sıvı kanola yağında  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı 8 saatlik kızartma sonucunda %1,98, şorteningde ise %5,42 oranında artış tespit edilmiştir.
- 10- 8 saatlik kızartma sonucunda yağlarda ve 32. kez yapılan kızartmadan elde

edilen patatesteki yapılan analizler sonucunda, patates numunesinin kontrol örneğinde (%0,125) ve sadece bitkisel susuz kızartma yağının (şortening) 8. kızartma saati sonunda (%0,25) trans yağ asidine rastlanmıştır.

## KAYNAKLAR

ACKMAN, R.G., HOOPER, S.N., HOOPER, D.L., 1974. Linolenic acid artifacts from the deodorization of oils. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 51, 42-49.

ALTAN, A., ALTAN, O., 2009. Yağ İşleme Teknolojisi. Bizim Büro Basımevi, Sakarya.

ANON., 2007. "Türk Gıda Kodeksi" 25/8/2002 tarihli ve 24857 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi-Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinin 5 inci maddesinin (h), (ı), (j) ve (k) bentleri.

ARICI, M., TAŞAN, M., GECGEL, Ü., ÖZSOY, S., 2002. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids of Turkish margarines by capillary gas-liquid chromatography. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 79, 439-441.

ARTEMİS, P.S., 1999. 'Essential Fatty Acids in Health and Chronic Disease'. *American Journal of Clinical Nutrition*. 70, 3, 560-569.

AYDIN, A., 2004. 'Sağlığımız ve ω-3 Yağ Asitleri'. İ.Ü Cerrahpaşa Tıp Fak. Sürekli Tıp Etkinlikleri. Sağlıkta ve Hastalıkta Beslenme Sempozyum Dizisi. No:41, 181-189.

BAKKER, N., VANT VEER, P., ZOCK, P.L., 1997. "Adipose Fatty Acids and Cancers of The Breast", *International Journal Of Cancer*, 72, 587-591.

BAŞOĞLU, F. 2006. Yemeklik Yağ Teknolojileri. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara. 347 s.

BATUR, A., 1997, Yağ sanayi atıkları ve değerlendirme olanakları, Ege üniversitesi Müh. Fak. Gıda Müh., İzmir.

BAYŞU, N., 1979. Temel Biyokimya. F.Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları. Elazığ.

BİDLACK, W.R., 1996. "Interrelationships of food, nutrition, diet and health". National Association of State Universities and Land Grant College paper". *J Am Coll Nutr*; 15(5):422-433.

BLUMENTHAL MM. 1996. Frying technology. In: Hui YH, ed. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. 5th ed. New York, NY: John Wiley; 429-482.

CALDER, P.C., DANGOUR, A.D., DIEKMAN, C., EILANDER, A., KOLETZKO, B., MEIJER, G.W., MOZAFFARIAN, D. AND NIINIKOSKI, H., 2010. "Essential fats for future health." [in special issue: Proceedings of the 9th Unilever Nutrition



Symposium, 26–27 May 2010] *European Journal of Clinical Nutrition*, 64, supplement 4, S1-S13.

CHAMPE, P.C., HARVEY, R.A., 1997. *Biyokimya*. Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Sti. İstanbul.

ÇELİK, S., DEMİREL, M., 2004. ‘İnsan ve Hayvan Sağlığı Bakımından Yağ Asitleri ve Konjuge Linoleik Asidin Önemi’. *Y.Y.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. Sayı: 1. 25–35. Van.

DAĞLIOĞLU, O., TAŞAN, M., TUNÇEL, B., 2002. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids in cereal-based Turkish foods. *Turk. J. Chem.*, 26, 705-710.

DAĞLIOĞLU, O., TAŞAN, M., TUNÇEL, B., 2000. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids of Turkish biscuits by capillary gas-liquid chromatography. *Eur. Food Res. Technol.*, 211:41-44.

DARLA R. DANIEL, LESLIE D. THOMPSON, BRENT J. SHRIVER, CHIH-KANG WU, LINDA C. HOOVER , 2005. Nonhydrogenated Cottonseed Oil Can Be Used as a Deep Fat Frying Medium to Reduce Trans- Fatty Acid Content in French Fries, 105:1927-1932.

DECSİ, T., 2003. Nutritional relevance of trans isomeric fatty acids in human milk, *Acta Paediatr*, 92: 1369-1371.

EBERSOLE R., 2003. Eyes on the fries. *Curr Sci*, 13:4-5.

FERNANDEZ, P.M., 2000. Fatty acid composition of commercial Spanish fast food and snack food, *journal of food composition and analysis* 13, 275-281.

GLEW, R. H., HERBEİN, J. H., MOYA, M. H., VALDEZ, J. M., OBADOFİN, M., WARK, W. A., VANDERJAGT, D. J., 2006. Trans fatty acids and conjugated.

GÖZÜKARA, E.M., 1989. *Biyokimya*. Baskı Ofset Repromet Ltd. Sti. Ankara.

GÜMÜŞKESEN, A. S., 1999. Bitkisel yağ teknolojisi, Bitkisel yağ sanayicileri derneği, Yayın No:5, İzmir, 1-144.

GÜRÇAN, T., 2002. Trans yağ asitleri ve kalp damar hastalıkları açısından önemi. *Dünya Gıda*, 8, 70-71.

GÜRÇAN, Ü., 2001. ‘Yağ Rafinasyonunda Oluşan Trans Yağ Asitlerinin İncelenmesi’. *Y.L.T. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*. Konya.

HÉNON, G., ZS. KEMÉNY, K. RECSEG, F. ZWOBADA, K. KÓVARI., 1997. Degradation of  $\alpha$ -linolenic acid during heating. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 74, 1615-1617.

HUANG, Z., WANG, B., PACE, R.D., OH., H.J., 2006. Trans fatty acid content of selected foods in an African-American community, journal of food science-vol. 71, Nr. 6, 322-327.

HUNTER JE, APPLEWHITE TH., 1991. Reassessment of trans fatty acid availability in the US diet. Am J Clin Nutr, 54:363-369.

IUPAC Standart Methods for The Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 6<sup>th</sup> Edition (Fifth Edition Method II.D.19) sayfa 96-102, Pergamon Press, Oxford.

İNCEKARA, F.,1972 'Endüstri Bitkileri ve Islahı'. Cilt 2. Yağ Bitkileri ve Islahı. E.Ü. Zir. Fak. No:33. İzmir.

JUDD, JT., CLEVIDENCE, BA., MUESSING, RA., 1994. "Dietary *Trans* Fatty Acids: Effects on Plasma Lipids and Lipoproteins of Healty Men and Woman", American Journal of. Clinical Nutrition, 29, 1-8.

KALAYCIOĞLU, L., SERPEK, B., NİZAMLIOĞLU, M., BASPINAR, N., TİFTİK, A.M., 1998. Biyokimya. ISBN: 975-0448-01-3500. S.Ü. Vet. Fak. Yayinevi Ünitesi. Konya.

KAYAHAN, M., 2002. Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri. ODTÜ Yayıncılık, Ankara.

KAYAHAN, M., 2003 Yağ Kimyası. ODTÜ Yayıncılık, Ankara.

KEHA, E.E., Küfrevi, İ., 1997. Biyokimya. Safak Yayınevi. ISBN: 975 8238-01-9 Erzurum.

KELLENS, M., 1997. Current developments in oil refining technology, Technical Report De Smet-Belgium, Antwerp, Belgium.

KESİM, M., 1996. Gıda teknolojisi, Anadolu Üniversitesi Yayınları No:909, Eskişehir, 218s.

KIRALAN, M., YORULMAZ, A., ERCOSKUN, H., 2005. "*Trans* Yağ Asitleri Kaynakları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri" , Gıda ve Yem Teknolojisi, 7, 52-64.

LARQUE, E., ZAMORA, S., GİL, A., 2001. Dietary trans fatty acids in early life :a review. Early Human Development, 65, 31-41.

MAKRİDES, M., GİBSON, R.A., 2000. 'Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acid Requirements During Pregnancy and Lactation. American Journal Clinical Nutrition. 71 3 07-11.

MAUGER, J.F., LİCHTENSTEİN, A.H., AUSTMAN, L.M., JALBERT, S.M., JAUHİAINEN, M., EHNHOLM, C., LAMARCHE, B., 2003. Effect of different dietary forms of dietary hydrogenated fats on LDL particle size, American Journal of Clinical Nutrition 78: 370-375.

MAYES, P.A., MURRAY, R.K., GRANNER, D.K., RODWELL, V.W., 1993. Harper's Biochemistry, 258-259.

MEDİNA, J.L.A., GAMEZ, M.N., ORTEGA, G.J., NORİEGA, R.J.A., ANGULO, G.O., 2000. Trans fatty acid composition and tocopherol content in vegetable oils produced in Mexico. J. Amer. Oil Chem. Soc., 77, 721-724.

MENSINK, R.P., KATAN, M.B., 1990. Effect of Dieatary Trans Fatty Acids on High Density and Low Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Healty Subjects, New England Journal of Medicinel., 323, 439-445.

MURRAY, R.K., 1990. Harper' in Biyokimyası. Barış Kitabevi. İstanbul.

MURRAY, R.K., GRANNER, D.K., MAYES, P.A., RODWEL, V.W., 2004. Harper'ın Biyokimyası (Çev. Ed.: Dikmen, N., Özgünen, T.), Barış Kitabevi, İstanbul.

NAS, S., GÖKALP, Y.H., ÜNSAL, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Matbaası, 322.

NORRIS, S., 2005. Trans Fats: The Health Burden, Parlimentary Information and Research Service Science and Technology Division.

OVESEN L., LETH T., HANSEN K., 1996, Fatty acid composition of Danish margarines and shortening, with special emphasis on *trans* fatty acids, Denmark, Lipids 31(9):971-975.

PARODİ, P.W., 1999. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. Journal of Dairy Science 82: 1339-1349.

PEDERSEN, J. I., JOHANSSON, L. AND THELLE, D. S., 1998. Trans fatty acids and health. Tidsskr. Nor. Laegeforen, 118: 3474-3480.

POLAN, C. E., MCNEİLL, J. J., TOVE, S. B., 1964. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by rumen bacteria. Journal of Bacteriology, 88 (4), 1056-1064.

PRECHT, D., MOLKETİN, J., VAHLENDİECK, M., 1999. Influence of the heating temperature on the fat composition of milk fat with emphasis on cis/trans isomerization. Nahrung, 43, 25-33.

SAĞDIÇ, O., DÖNMEZ, M., DEMİRCİ, M., 2004. Comparison of characteristics and fatty acid profiles of traditional Turkish yayik butter produced from goats', ewes' or cows' milk. Food Control, 15, 485-490.

SANDERS, T.A.B., 1988. "Essential and Trans Fatty Acids in Nutrition", Nutrition Research Reviews, 1, 57-78.

SANDRA, L., ELİAS, M.S.C., SHEİLA, M., INNİS, P.H.D., 2002. Bakery foods are teh major dietary source of trans-fatty acids among pregnant women with diets providing 30 percent energy from fat, journal of American dietetic association, 102, 46-51.

SCHAKEL, S.F., HARNACK, L., WOLD, C., VAN HEEL, N., HIMES, J.H., 1999. Incorporation of trans-fatty acids into a comprehensive nutrient database. Journal of Food Composition and Analysis. 12: 323–331.

SCHWARZ, W., 2000. Trans unsaturated fatty acids in European nutrition. Eur J Lipid Sci. Technol., 102, 633 – 635.

SEL, R., 2006. ‘Yumurta Tavuğu Rasyonlarına İlave Edilen Farklı Yağ Kaynaklarının Bazı Serum Parametreleri, Yumurta Sarısı Yağ Asidi Bileşimleri ve Performans Özelliklerine Etkileri’, Y.L.T. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.

SEMMA, M., 2002. Trans fatty acids: properties, benefits and risks, journal of health science, 48(1), 7-13.

SILVA, M. H. L., SILVA, M. T. C., BRANDA’O, S. C. C., GOMES, J. C., PETERNELLI, L. A., FRANCESCHINI, G. J. C., 2005. Fatty acid composition of mature breast milk in Brazilian women. Food Chemistry, 93, 297-303.

SMITH, L.M., DUNKLEY, W.L., FRANKE, A., DAIRIKI, T., 1978. Measurement of trans and other isomeric unsaturated fatty acids in butter and margarine. J. Amer. Oil Chem. Soc., 55, 257.

STEINHART, H., PFALZGRAF, A., 1994. Trans-fettsauren in lebensmitteln. Fat Sci.Technol., 96, 42-44.

STENDER, S., DYERBERG, J., 2003. “Influence of *Trans* Fatty Acids on Health”, A Report from the Danish Nutrition Council, Yayın No: 34

ŞENKÖYLÜ N., 2001. Yemlik Yağlar. ISBN 975–0936–910107. Tekirdağ.

TAŞAN, M. DAĞLIOĞLU, O., 2005. Trans yağ asitlerinin yapısı, oluşumu ve gıdalarla alınması, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2, 1.

TAŞAN, M., DEMİRCİ, M., 2003. Trans fatty acids in sunflower oil at different steps of refining. J. Amer. Oil Chem. Soc., 79, 825-828.

TAVELLA, M., PETERSON, G., ESPECHE, M., CAVALLERO, E., CİPOLLA, L., PEREGO, L., CABALLERO, B., 2000. Trans fatty acid content of a selection of foods in Arjentina, food chemistry 69, 209-213.

TYAGI VK, VASISHTHA AK., 1996 Changes in the characteristics and composition of oils during deep fat frying. J. Am Oil Chem Soc.,73:499-506.

TÜZÜN C., (1997) Biyokimya, Palme Yayınları Mühendislik Serisi 126 Ekim. Ankara.

WIEN M., RAJARAM S., ODA K., SABATE J.,2010.Decreasing the Linoleic Acid to  $\alpha$ -Linolenic Acid Diet Ratio Increases Eicosapentaenoic Acid in Erythrocytes in Adults. *Lipids*,45:683-692.

WOLFF, R.L., 1993.Occurence of artificial trans -polyunsaturated fatty acids in refined (deodorized) walnut oils. *Sci. Aliments*, 13:155-163.

YÜCECAN,S.,1999."Besin tüketimindeki değişimler ve yeni eğilimler".Türk Kültürünü Araştırma ve Tanıtma Vakfı Yayın No:23;235-244.

ZEGARSKA, Z., BOREJSZO, Z., 2001. Trans fatty acid content of some food products in Poland, *journal of food lipids* 8, 271-279.

ZOCK, P.L., KATAN, M.B., 1997. Butter, margarine and serum lipoproteins. *Atherosclerosis*, 131, 7 – 16.

## ÖZGEÇMİŞ

Murat AÇAR , 1987 yılında Burdur’da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Burdur’da tamamladı. Lise eğitimini Burdur Lisesinde, lisans eğitimini 2009 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde tamamladı. 2009 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD’de yüksek lisans eğitimine başladı. Aynı yıl Oğuz Gıda A.Ş. Sakarya/Hendek’te üretim mühendisi olarak göreve başladı, halen bu firmada görevine devam etmektedir.