

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KIZARTMA ÖNCESİ PATATESLERE UYGULANAN
KURUTMA İŞLEMİNİN KIZARTMA YAĞI VE PATATES
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Hazırlayan
Tuğba DURSUN ÇAPAR**

**Danışman
Doç. Dr. Hasan YALÇIN**

Yüksek Lisans Tezi

**Haziran 2014
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KIZARTMA ÖNCESİ PATATESLERE UYGULANAN
KURUTMA İŞLEMİNİN KIZARTMA YAĞI VE PATATES
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Hazırlayan
Tuğba DURSUN ÇAPAR**

**Danışman
Doç. Dr. Hasan YALÇIN**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından FYL-2014-5391 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

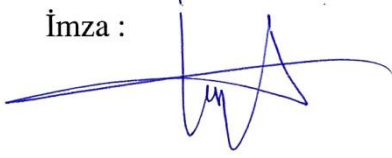
**Haziran 2014
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Tuğba DURSUN ÇAPAR

İmza :



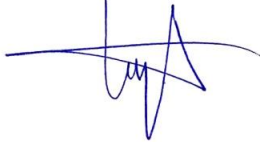
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“Kızartma Öncesi Patateslere Uygulanan Kurutma İşleminin Kızartma Yağı ve Patates Kalitesi Üzerine Etkisi” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Tuğba DURSUN ÇAPAR

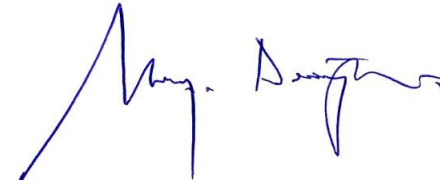
İmza



Danışman

Doç. Dr. Hasan YALÇIN

İmza



Gıda Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

İmza

Doç. Dr. Hasan YALÇIN danışmanlığında **Tuğba DURSUN ÇAPAR** tarafından hazırlanan “**Kızartma Öncesi Patateslere Uygulanan Kurutma İşleminin Kızartma Yağı ve Patates Kalitesi Üzerine Etkisi**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

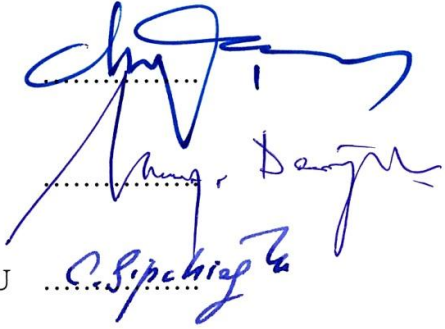
24/06/2014

JÜRİ:

Danışman :Doç. Dr. Hasan YALÇIN

Üye :Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

Üye :Yrd. Doç.Dr. Oya SİPAHİOĞLU



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 04/08/2014 tarih ve 2014/34-08 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

04/08/2014



Prof. Dr. Kâzım KEŞEOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca farklı bakış açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi sayın hocam Doç. Dr. Hasan YALÇIN' a,

Laboratuvar çalışmalarım için gerekli desteği sağlayan saygı değer hocam Prof.Dr. Mahmut DOĞAN'a,

İstatistiksel analiz aşamasında yardımlarından dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Ahmed KAYACIER'e, Arş. Gör. Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ'ye,

Deneysel çalışmalarım sırasında laboratuvar analizlerinde yardımlarından dolayı Arş. Gör. Safa KARAMAN'a, Uzman Okan BAYRAM'a, teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasına maddi destek veren Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: FYL-2014-5391) teşekkür ederim.

Ayrıca; çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen, bana güvenen ve desteklerini hiç esirgemeyen sevgili eşim Nejat ÇAPAR'a, bugünlere gelmemde çok emeği olan, her zaman yanımda olan canım aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tuğba DURSUN ÇAPAR

Kayseri, Haziran 2014

KIZARTMA ÖNCESİ PATATESLERE UYGULANAN KURUTMA İŞLEMİNİN KIZARTMA YAĞI VE PATATES KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Tuğba DURSUN ÇAPAR

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2014

Danışman

Doç. Dr. Hasan YALÇIN

ÖZET

Derin yağda kızartma patatesten ve kızartma yağında arzu edilen ve edilmeyen değişikliklere yol açmaktadır ve hidroliz, oksidasyon, polimerizasyon reaksiyonları sonucu yağ kalitesini etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı patates dilimlerine kızartma öncesi uygulanan ön kurutma işleminin kızartma yağı ve patates kalitesine etkisini incelemektir. Kızartma öncesinde patates dilimlerine (10 mm x 10 mm x 30 mm) 60°C’de etüvde 15, 30, 45, 60, 90 ve 120 dakika kurutma işlemi uygulanmıştır. Ön kurutma uygulanmayan patates dilimleri kontrol olarak düşünülmüştür. Kurutma işlemi sonrasında patates dilimleri ayçiçeği yağında 180°C’ de 5, 10 ve 13 dakika kızartılmıştır. Derin kızartma denemeleri yeni patates dilimleri ile taze yağ ilave edilmeksizin 5 kez tekrarlanmıştır. Kullanılmamış yağdan ve 1., 3., ve 5. kızartma denemeleri sonucu elde edilen yağlardan örnekler alınmış ve incelenmiştir.

Patates dilimlerinde nem, renk ve yağ alımı analizleri gerçekleştirilirken kızartma yağında peroksit değeri (PV), serbest yağ asidi (FFA), yağ asidi kompozisyonu ve viskozite analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bütün bu özellikler üzerine kızartma süresinin etkisi de incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlar ön kurutma işleminin patates dilimlerinin ve kızartma yağının fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir. Ön kurutma işlemi patates dilimlerinin yağ emilimini istatistiksel olarak önemli miktarda azaltmıştır. Kontrol örneklerinin 5 dakika kızartılması ile yağ içeriği

%4.46 bulunurken 120 dakika kurutulan örneklerde %2.93 olarak bulunmuştur. FFA miktarı patates örneklerinin kurutma sürelerine bağlı olarak kızartma periyodu boyunca artmıştır. Bu artış ön kurutma uygulanan örneklerde daha düşük oranlarda bulunmuştur. En yüksek FFA kontrol örneklerinde 5.kızartma sonunda (%0.42) gözlenirken, kurutma uygulanan örneklerde daha düşük bulunmuştur. Yağ viskozitesi kızartma periyodu boyunca artmıştır. Kontrol örneklerinde 1.kızartma sonunda 82.47 Pa.s iken 3.kızartma sonunda 85.8 Pa.s'ye artmıştır. Ayrıca kullanılmamış yağ ile karşılaştırıldığına ön kurutma işlemi yağ asidi kompozisyonunu istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilememektedir.

Anahtar Kelimeler: Patates, kurutma, derin kızartma, yağ emilimi, kalite.

THE EFFECTS OF PRE-DRYING POTATOES ON THE QUALITY OF FRYING OIL AND POTATOES

Tuğba DURSUN ÇAPAR

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M. Sc. Thesis, June 2014

Supervisor

Assoc. Prof. Dr. Hasan YALÇIN

ABSTRACT

Deep-fat frying causes desirable as well as undesirable changes in oil and potato, and changes the quality of the oil by hydrolysis, oxidation, and polymerization. The main objective of the present study was to investigate the pre-drying effects on the quality of both frying oil and potatoes. Prior to frying, potato slices (10 mm x 10 mm x 30 mm) were air-dried at 60°C for 15, 30, 45, 60, 90 and 120 min. Potato slices without the pre-drying treatment were considered as the control sample. Potato slices were fried in sunflower oil at 180°C for 5, 10 and 13 min. The deep-frying experiments were repeated for five times using the new potato slices in the same oil without oil replenishment. Samples of the fresh oil, together with those sampled at the end of successive frying operations (1th, 3rd and 5th) were removed and analyzed.

Moisture content, color and oil intake of the potato and color, peroxide value (PV), free fatty acid (FFA), fatty acid composition and viscosity of the used oil were evaluated. The effect of frying time was also examined.

Results show that pre-drying treatment had a significant effect on physicochemical properties of potato slices and frying oil. Pre-drying considerably decreased the oil absorption. The oil absorption for 5 min frying is found 4.46% and 2.93% in control and 120 min pre-dried samples, respectively. FFA levels are increased significantly depending on the pre-drying time throughout the frying period. The highest FFA observed in control samples fried 5th (0.42%) while FFA is comparatively low for the

pre-dried samples. Viscosity of oil increased during frying period that is found 82.47 Pa.s and 85.8 Pa.s for the control samples at the end of 3th and 5th frying operations, respectively. Lastly, pre-drying did not affect the fatty acid composition of frying oil considerably when compared against fresh oil.

Keywords: Potatoes, air-drying, deep-fat frying, oil uptake, quality.

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI.....	iii
KABUL VE ONAY SAYFASI	iv
ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER	x
KISALTMALAR	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Patates	5
1.2. Kızartma İşlemi.....	6
1.3. Kızartma İşlemi Sırasında Meydana Gelen Değişimler	12
1.4. Kızartmanın İnsan Sağlığı ile İlişkisi	17
1.4.1. Yağ Emilimi	17
1.4.2. Yağın Bozunması ve Kızartma Sırasında Oluşan Toksik Kimyasallar	19

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal.....	26
2.1. Patates Dilimlerinin Hazırlanması	26

2.2. Yöntem	26
2.2.1. Derin Yağda Kızartma İşlemi	26
2.2.2. Yağ Tayini	28
2.2.3. % Serbest Yağ Asidi İçeriğinin Belirlenmesi	28
2.2.4. Peroksit Sayısının Belirlenmesi	29
2.2.5. Viskozite Analizi	30
2.2.6. Renk Analizi	30
2.2.7. Yağ Asidi Kompozisyonu	30
2.2.8. İstatistiksel Analiz	31

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Örneklerle Uygulanan Analiz Sonuçları	32
---	-----------

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Tartışma ve Sonuç	47
4.2. Öneriler	55

KAYNAKLAR	56
------------------------	-----------

EKLER	77
--------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ	87
-----------------------	-----------

KISALTMALAR

cm: Santimetre

dk: Dakika

FAO: Gıda ve Tarım Örgütü

FAOSTAT: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı İstatistikler Veritabanı (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database)

FID: Alev İyonizasyon Dedektörü

g: Gram

GC: Gaz Kromatografisi

HDL: Yüksek Dansiteli Lipoprotein (High density lipoprotein)

kg: Kilogram

KI: Potasyum İyodür

KOH: Potasyum Hidroksit

LDL: Düşük Dansiteli Lipoprotein (Low density lipoprotein)

Lt: Litre

mg: Miligram

ml: Mililitre

mm: Milimetre

μ L: Mikrolitre

N: Normalite

Pa.s : Paskal saniye

rpm: Dakikadaki devir sayısı (Revolution per minute)

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

USDA-ARS: Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı-Tarımsal Araştırma Servisleri

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Yıllara göre Türkiye’de yağlı tohum üretim verileri	8
Tablo 1.2. Kızartma yağlarında bulunması gereken nitelikler.....	10
Tablo 1.3. Avrupa ülkelerinde kızartma yağları için belirlenen özellikler	10
Tablo 1.4. Bazı kızartılmış ürünlerdeki ortalama su ve yağ miktarı.....	18
Tablo 1.5. Kızartma sırasında yağda meydana gelen ana bozulmalar	20
Tablo 2.1. Kızartma işleminde kullanılan parametreler	27
Tablo 2.2. Peroksit sayısı için alınacak numune miktarı	29
Tablo 3.1. Kullanılmamış ayçiçeği yağına ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	32
Tablo 3.2. Kızartma işlemi süresince yağın % serbest yağ asitliği değerleri değişimi (% oleik asit cinsinden)	33
Tablo 3.3. Kızartma işlemi süresince yağın peroksit değerleri değişimi.....	35
Tablo 3.4. Kızartma işlemi süresince yağın viskozite değişimi	36
Tablo 3.5. Kızartma işlemi süresince yağın renk parametresi a* değerinin değişimi	37
Tablo 3.6. Kızartma işlemi süresince yağın renk parametresi b* değerinin değişimi	38
Tablo 3.7. Ön kurutma ve kızartma sürelerince ayçiçek yağı yağ asitleri kompozisyonu ..	40
Tablo 3.8. Kızartma işlemi süresince patates dilimlerinin nem içeriğinin değişimi.....	43
Tablo 3.9. Kızartma işlemi süresince patates dilimlerinin yağ içeriğinin değişimi.....	43
Tablo 3.10. Kızartma işlemi süresince patates dilimlerinin renk parametresi a* değerinin değişimi	44
Tablo 3.11. Kızartma işlemi süresince patates dilimlerinin renk parametresi b* değerinin değişimi	45

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Kızartılmış patates dilimi kabuk kısmındaki yağın 3 farklı konumu.....	3
Şekil 1.2. Dünya’da patates üretiminin yıllara göre değişimi.....	5
Şekil 1.3. Türkiye’de patates üretiminin yıllara göre değişimi.....	6
Şekil 1.4. Yıllara göre Türkiye ‘de ayçiçeği ve pamuk tohumu üretimi.....	9
Şekil 1.5. Derin kızartma sırasında yağda meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikler.....	14
Şekil 3.1. Ön kurutma ve kızartma süresinin yağın serbest yağ asitliğine etkisi.....	34
Şekil 3.2. Ön kurutma ve kızartma süresinin yağın viskozitesine etkisi.....	36
Şekil 3.3. Ön kurutma ve kızartma süresinin yağın renk parametrelerine (a^* , b^*) etkisi.	39
Şekil 3.4. Ön kurutma ve kızartma süresinin yağın transoleik asit (%) miktarına etkisi..	42
Şekil 3.5. Ön kurutma ve kızartma süresinin patates dilimlerinin yağ alımına etkisi.....	44
Şekil 3.6. Ön kurutma ve kızartma süresinin patates dilimlerinin renk parametrelerine (a^* , b^*) etkisi	46

GİRİŞ

Patates dünyada üretimi yapılan önemli sebzelerden üretim miktarı olarak 4. sırada yer almaktadır. 2013 yılında Türkiye’de TÜİK verilerine göre yaklaşık 4 milyon ton (3.948.000) ve FAOSTAT 2012 verilerine göre dünyadaki üretimi 364 milyon ton (364.808.768)’dur. İşlenmiş patates ürünlerinin kullanım alanlarının başında dondurulmuş parmak patates, cips ve kurutulmuş patates ürünleri gelmektedir. Patates dünyadaki ülkelerin yaklaşık %80’inde yetiştirilen ve dünya çapındaki üretimi 300 milyon ton/yıl’ı aşan üründür [1].

Patatesin kimyasal bileşimi çeşit, yetiştirildiği yer, tarım uygulamaları, hasattaki olgunluğu ve hasat sonrası depolama koşulları ile değişmektedir. Patates yüksek miktarda su içermektedir. Nişasta, yumru kuru madde içeriğinin %65-80’ini oluşturan, kalorili en önemli besin bileşenidir. Patates nişastasının kompozisyonu yaklaşık %21 amiloz, %75 amilopektin, %0.1 protein ve %0.08 fosfordan oluşmaktadır [2]. Sükroz, glukoz ve fruktoz patatesteki bulunan başlıca şekerlerdir. Asparajin ve glutamin patatesteki bulunan protein ve aminoasit miktarının yarısına yakını oluşturur [3].

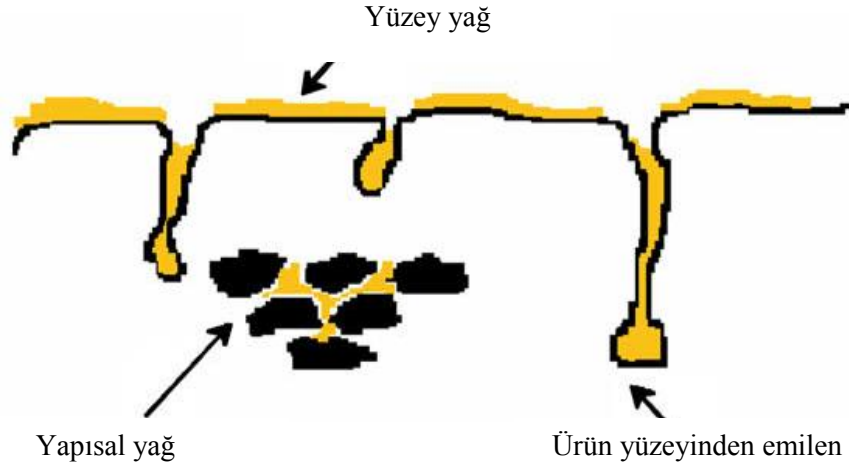
Tüketicilerin beslenme alışkanlıkları değiştikçe üretim ve depolamaya bağlı değişikliklerden oldukça etkilenen kurutulmuş ve kızartılmış ürünlerin kalitesine olan ilgileri artmıştır. İşlenmiş patates ürünlerinden patates kızartması 150 yıldır popüler olarak tüketilmektedir [4, 5].

Ürüne kazandırdığı tat ve yapısal özelliklerin tüketiciler tarafından beğenilmesi, günümüz hayat temposunda yemek hazırlama ve tüketimi için ayrılan sürenin kısalması, kızartılmış ürünlerin yaygın olarak tüketilmesine neden olmuştur. Derin kızartma ve sık kızartma işlemi oldukça popüler olan ve 4000 yılı aşkın süredir kullanılan en eski yöntemlerden birisidir [6].

Derin yağda kızartma işlemi, suyun kaynama noktası üzerinde ısıtılmış yenilebilir yağ içerisine gıda maddesinin daldırılarak pişirilmesidir [7]. Derin kızartma işlemi sırasında uygulanan yüksek sıcaklık dereceleri (160–180°C arası) gıda maddesinden bulunduğu yağa doğru suyun buharlaşmasına sebep olurken, gıdadan kaybolan suyun yerini yağ almaktadır. Bu proses sonucu gıda maddesi arzu edilen lezzet ve yapıyı almaktadır [8].

Derin yağda kızartılmış patates ürünleri hem sağlık hem de duyusal olarak tüketici taleplerine cevap verebilmek açısından ele alınmalıdır. Tüketiciler son yıllarda daha sağlıklı ve düşük yağ içeren gıdalara doğru eğilim gösterdiklerinden, gelişen teknoloji, kızartılmış ürünlerdeki yağ miktarını azaltma gerekliliği göstermiştir [9] Kızartılmış patatesteki yağ içeriğini düşürmek için kızartma işlemi sırasında meydana gelen mekanizmalar anlaşılabilir yapıya giren yağ minimize edilebilir. Birçok çalışma kızartılmış ürünlerdeki yağın büyük çoğunluğunun ürünün yüzeyinde olduğunu gösterirken [10, 11], kızartma sonrası soğuma süresince yağın emilmiş olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır [9, 12, 13].

Bouchon ve ark. [9] yaptıkları çalışmada kızartılmış silindirik şeklindeki patateslerde farklı emilim mekanizması sonucu olarak tespit edilebilir 3 farklı yağ fraksiyonu açıklamışlardır, bunlar: i) yapısal yağ; kızartma işlemi sırasında emilen yağ, ii) ürün yüzeyinden emilen yağ; kızartma sonrası soğuma sırasında gıda içine emilen yağ, iii) yüzey yağ, yüzeyde kalan yağ şeklindedir (Şekil 1.1). Bu çalışma ile araştırmacılar, kızartma sırasında yağ emiliminin ve gıdadan su ayrılmasının eş zamanlı olmadığından kızartma işlemi sırasında nüfuz eden yağın az miktarda olduğunu, yağın büyük çoğunluğunun işlem sonunda emildiğini göstermişlerdir. Bu bulgular Pedreschi ve ark. [14] ve Dur'an ve ark. [15]'nin yaptıkları çalışmalar ile de desteklenmiştir.



Şekil 1.1. Kızartılmış patates dilimi kabuk kısmındaki yağın 3 farklı konumu [9]

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan yağlar bitkisel ve hayvansal kaynaklardan sağlanmaktadır. Bitkisel yağların üretimi hayvansal yağlara göre daha kolay ve ucuzdur. Aynı zamanda bitkisel yağların tüketimi hayvansal yağlara göre daha sağlıklıdır. Bunlardan dolayı bitkisel yağlar gıda hazırlamada daha fazla kullanılmaktadır [16].

Yenilebilir yağlar yüksek enerji vermelerinin yanında yağda eriyen A, D, E, K vitaminlerine iyi bir çözücü ve taşıyıcı iken, insan diyetinde vücudun sentezleyemediği esansiyel yağ asitlerinin de kaynağıdır [17]. Yağlardan beklenen yararların sağlanabilmesi, bozunmamış yağların tüketimi ile gerçekleşir.

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) konsantrasyonunu artırmakta ve bununla birlikte HDL (yüksek dansiteli lipoprotein) konsantrasyonunu düşürmektedir [18, 19, 20]. Özellikle doymuş yağ asitlerinin fazla tüketimi insan sağlığını tehlikeye sokan başlıca faktörlerden biri olarak tanınmaktadır ve başta koroner kalp rahatsızlıkları olmak üzere kanser, diyabet ve hipertansiyona yol açabilmektedir [21].

Kızartma sırasında yağda hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon reaksiyonları gerçekleşir. Hidroliz reaksiyonları sonucu yağda serbest yağ asidi, mono-, diaçilgliserol ve gliserol oluşur. Oksidasyon reaksiyonları hidroliz reaksiyonlarına göre daha yüksek hızda gerçekleşir. Oksidasyon reaksiyonları yağda hidroperoksitlerin ve sonra aldehitlerin, ketonların, karboksilik asitlerin, alkanların ve alkenlerin oluşmasına neden olur. Ayrıca Diels-Alder reaksiyonları ve radikaller tarafından dimerler ve polimerler oluşur. Kızartma yağındaki ana bozulma ürünleri; uçucu olmayan polar bileşikler, triaçilgliserol dimerleri ve polimerlerdir.

Kızartma işlemi sırasında yanlış uygulamalar, aynı yağın defalarca kullanımı, ortaya çıkan toksik bileşikler nedeniyle sağlık riski taşımaktadır [22, 23, 24].

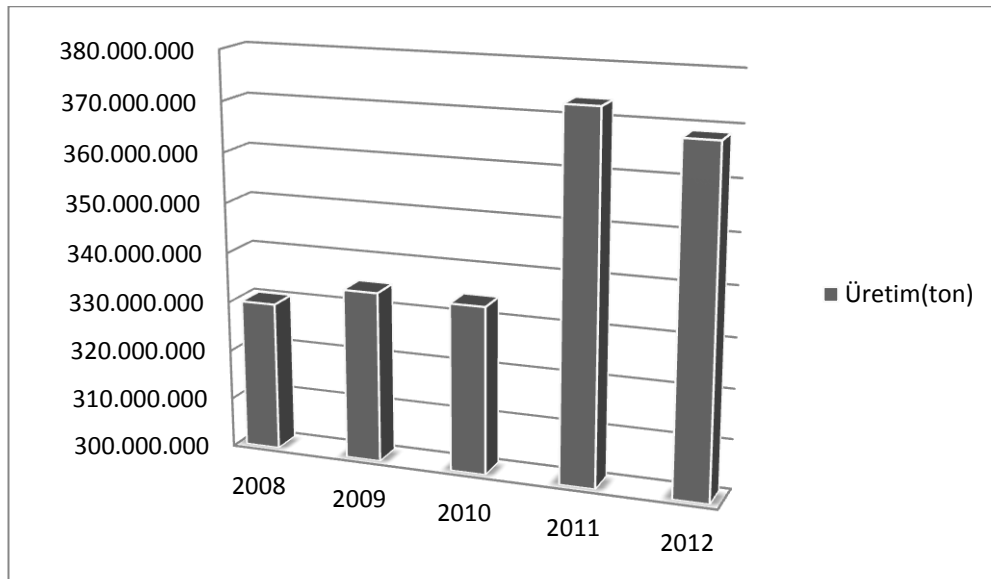
Bu çalışmada, günümüz toplumunda tüketimi gittikçe artan derin yağda kızartılan patatesin kızartılmadan önce kurutularak kızartmalık yağın kalitesinde meydana getirdiği değişiklikler ve patatesin yağ içeriğindeki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, günümüzde giderek yaygınlaşan fast-food tipi beslenmede çok fazla kullanılan kızartma işleminin yağın bünyesinde meydana getirebileceği olumsuz değişikliklerin önüne geçmek, kurutma işleminin uygulanmasıyla daha sağlıklı beslenme adına farkındalık oluşturmak hedeflenmektedir.

1. BÖLÜM

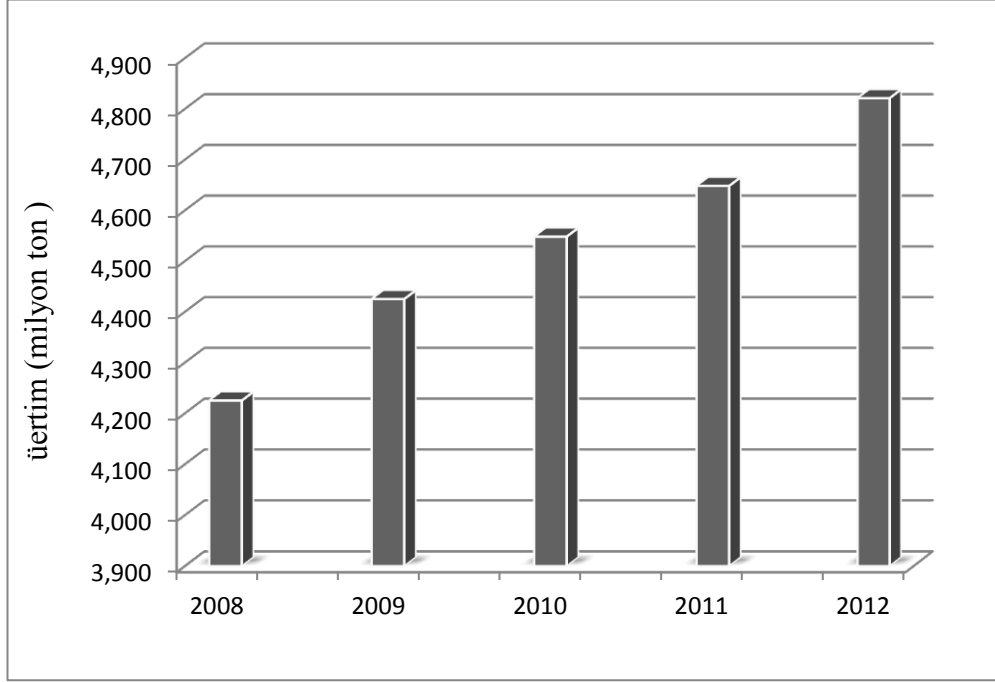
GENEL BİLGİLER

1.1. Patates

Patates; buğday, mısır ve pirinçten sonra 2012 yılı verilerine göre 368 milyon ton üretimi ile dünyanın 4. önemli gıda ürünüdür (FAOSTAT) (Şekil 1.2). Patates üretiminin yarısından fazlasını insanların patatesi diyetinde önemli bir karbonhidrat kaynağı olarak tükettiği Asya, Avrupa ve Latin Amerika gerçekleştirmektedir [25]. Türkiye’de patates üretimi yıllara göre artış göstermekle birlikte 2012 yılında üretim 4.8 milyon tonu geçmiştir (Şekil 1.3). FAOSTAT 2011 verilerine göre, dünyadaki tüketimi 240 milyon tona ulaşan patates ve ürünlerinin, Türkiye’deki tüketimi 3.79 milyon tondur.



Şekil 1.2. Dünya’da patates üretimin yıllara göre değişimi [26]



Şekil 1.3. Türkiye’de patates üretimin yıllara göre değişimi [27]

Gelişmiş olan ülkelerin birçoğunda patates en çok tüketilen besin maddelerinden birisidir [28]. Gelişmekte olan ülkelere ise patates tüketimi yıllık yaklaşık %5 lik bir artış göstermektedir.

Patates; iyi bir aminoasit dengesi ile, C vitamini, B₁ ve B₆, folat ile potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve mikro besinler olan demir ve çinko gibi mineralleri de içeren bir besindir [25]. İçeriği, çeşidine göre değişmekle birlikte genelde %80 su, %18 karbonhidrat ve %2 proteinden oluşmaktadır [28].

Gelişmiş ülkelerde patatesten cips, dondurulmuş parmak patates, nişasta, püre, patates unu vb. ürünlerin üretilmesinde yararlanılmaktadır. İşlenmiş patates ürünlerinin önemli bir kısmını kızarmış patates ürünleri oluşturmaktadır [29].

1.2. Kızartma İşlemi

Gıda hazırlamada en eski yöntemlerden birisi olan kızartma, evde ve endüstride gıdanın duyu özelliklerini artırmak için kullanılan yaygın bir yöntemdir [30]. Kızartma işlemi, gıda maddesinin 150-190°C sıcaklığındaki yağ içine daldırılması ile yağ, gıda ve

hava arasında aynı anda gerçekleşen ısı ve kütle iletimi sonucunda, gıdanın istenilen renk, doku ve lezzeti kazanarak kısa sürede pişmesini sağlayan bir prosestir [31].

Kızartma zamanı, kızartma yağı, gıdanın yüzey alanı ve içerdiği nem miktarı gıdanın yağ emilimini etkileyen etmenlerdir [32]. Patates cipsi, mısır cipsi, tortilla cipsi, parmak patatesindeki yağ oranları sırasıyla %33-38; %30-38; %23-30 ve %10-15 arasındadır [33]. Emilen yağ çoğu durumda kızartma sırasında kızartılmış ürünün yüzeyinde birikme eğilimindedir [33] ve soğuma aşamasında gıdanın iç kısımlarına doğru ilerlemektedir [32].

En uygun sıcaklık ve zamanda kızartılan ürünler, altın kahverengi renkte, yeterli pişmiş ve gevrek yapıda olup optimum şeklide yağ emmiştir [34]. Buna karşı düşük sıcaklık derecelerinde yeteri kadar kızartılmamış veya uygun süreden daha az kızartılmış ürünlerde daha beyaz veya yüzeyi az miktarda kahverengi ve merkezdeki nişastanın kısmen jelatinizasyonu gözlenmiştir. Az kızartılmış ürünler gevreklik, renk ve aroma açısından yeterli değildir. Yüksek sıcaklık derecelerinde optimum süreden uzun süre kızartılmış ürünlerde ise, kararmış ve sertleşmiş yüzey oluşurken aşırı yağ emmesinden dolayı yağlı bir yapı oluşmaktadır [31].

Isı transferindeki farklılıklar göz önüne alındığında kızartma işlemi sığ ve derin yağda kızartma olarak ikiye ayrılmaktadır. Temaslı (sığ) kızartma yönteminde, ısıtma yüzeyinden gıda yüzeyine olması gereken ısı transferi, ince bir yağ tabakası aracılığıyla sağlansa da, ortamdaki ısı transferinin hemen tümü kondüksiyon yolu ile olmaktadır. Bu tip kızartmada birim hacme düşen yüzey alanı büyük olan kızartma sistemlerinden yararlanılmaktadır. Kullanılan yağ tabakasının kalınlığı, kızartılacak materyal yüzeyinin ısıtıcı yüzeyle yapabildiği temas oranına bağlı olarak değişmektedir. Bu oranın etkisini, işlem sonunda gıda maddesinin yüzeyindeki düzensiz esmerleşmelerden bir dereceye kadar saptamak mümkündür [35].

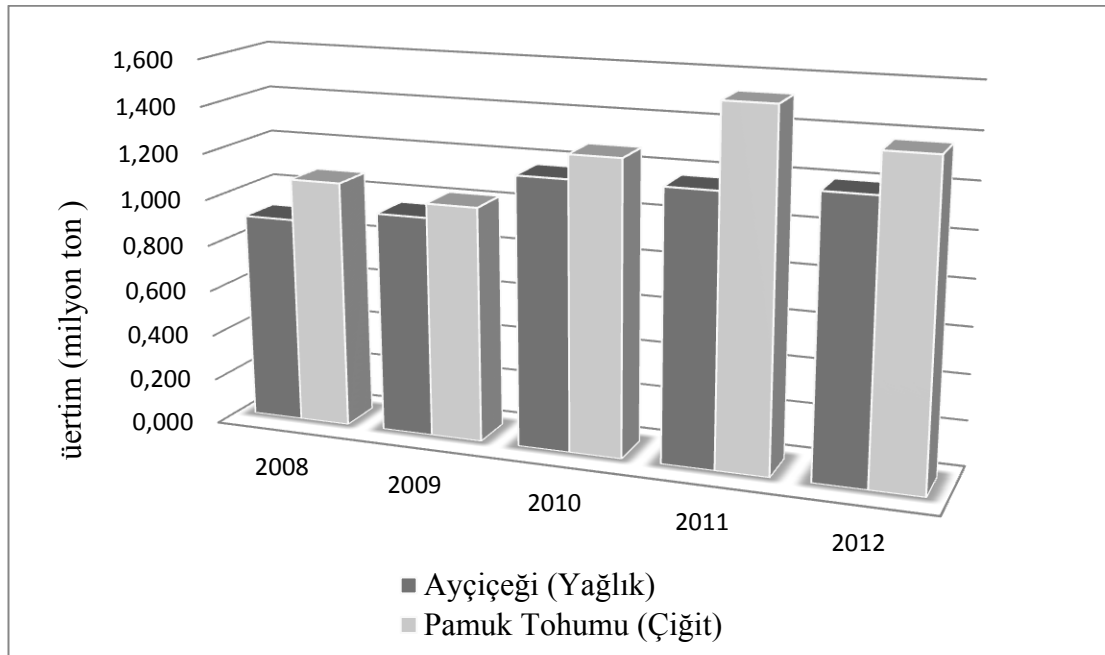
Gıda hazırlamada en eski ve en çok kullanılan yöntemlerden birisi olan derin yağda kızartma, suyun kaynama noktası üzerinde ısıtılan yenilebilir yağa gıdaların daldırma yöntemi ile pişirilmesi esasına dayanır [36]. Derin kızartma sırasında yağ, gıda ve havada eş zamanlı kütle ve ısı transferi, kızartılmış üründe arzu edilen bir tat

oluşturmaktadır. Kızartma yağı ısı transfer ortamı olarak davranır ve kızartılmış ürünün aroma ve yapısına katkıda bulunur [31]. Isı ve kütle transferini etkileyen faktörler yağın ve gıdanın termal ve fizikokimyasal özellikleri, gıdanın şekli, yağın sıcaklığı ve kızartma öncesi gıdaya uygulanan işlem türleridir [37].

Stabilite, fiyat ve besleyici özellik gibi niteliklerin göz önünde bulundurulması gerektiğinden kızartma işleminde kullanılacak yağın seçimi zordur. Ülkemizde fiyatının düşüklüğü ve üretim fazlalığı nedeniyle kızartmada en çok tercih edilen yağ olan ayçiçeği yağı, dünya sıralamasında soya ve palm yağından sonra en çok üretilen ve tüketilen üçüncü yağıdır (Tablo 1.1). Ayçiçeği yağı, yağ oranı %39-45 arasında değişen *Helianthus annuus* bitkisinin tohumlarından elde edilen bir yağıdır. Dünyada ayçiçeği ekimi yapılan başlıca ülkeler; Rusya, Ukrayna, Arjantin, Macaristan, Fransa, İspanya, Hindistan ve Türkiye'dir. Ülkemizde özellikle Trakya ve Marmara bölgelerimizde ayçiçeği bitkisinin tarımı önemli bir yer tutmaktadır. Ayçiçeği yağı, rafine edilmek suretiyle sıvı olarak tüketilebildiği gibi, margarin üretiminde hammadde olarak da yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.

Tablo1.1. Yıllara göre Türkiye'de yağlı tohum üretim verileri [38]

YAĞLI TOHUM	YIL (TON)				
ÇEŞİTLERİ	2008	2009	2010	2011	2012
Soya	34	38	87	102	122
Ayçiçeği (Yağlık)	900.000	960.000	1.170.000	1.170.000	1.200.000
Ayçiçeği (Çerezlik)	92	97	150	165	170
Kolza (Kanola)	84	114	106	91	110
Pamuk Tohumu (Çiğit)	1.077.440	1.021.200	1.272.800	1.527.360	1.373.440
Diğer tohumlar	124	165	184	172	163



Şekil 1.4. Yıllara göre Türkiye’de ayçiçeği ve pamuk tohumu üretimi [38]

Ayçiçeği yağı insan vücudunun sentezleyemediği elzem yağ asitleri için mükemmel bir kaynak oluşturmaktadır. Linoleik asit ayçiçeği yağında bulunan doymamış elzem yağ asitlerinden biridir [39]. Ayçiçeği yağı %15 doymuş , %85 doymamış yağ asidi içermekte; doymamış yağ asitlerinin %14-43’ünü oleik asit, %44-75’ini de linoleik asit oluşturmaktadır. Bitkisel yağlar arasında ayçiçeği yağı 100 g’da 61 mg E vitamini (α - tokoferol) ile en yüksek içeriğe sahiptir. Dumanlanma noktasının 232.2°C olması da kızartma işlemlerinde kullanılmasının sağlayacağı avantajlardan biridir [40]. Ayçiçeği yağının içerdiği yağ asitlerini, genetik yapı, ekim tarihi, yetiştirme bölgesi ve iklim koşulları, hasat tarihi ve bitkinin beslenme durumu belirlemektedir [41, 42, 43]. Ayçiçeği yağı yağ asitleri bakımından linoleik ve oleik sınıfına girmektedir ve içerdiği linoleik ve oleik asit miktarı %44-75 linoleik asit, %14-43 oleik asit [44]; %20-75 linoleik asit, %14-64 oleik asit [45]; oranları arasında rapor edilmiştir.

Günümüzde kızartma işlemlerinde kullanılan katı ve sıvı yağların sahip olması gereken nitelikler Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından Tablo 1.2’deki gibi özetlenmiştir [46].

Tablo 1.2. Kızartma yağlarında bulunması gereken nitelikler [46]

Nitelikler	Değerler
Yağ Sıcaklığı (°C)	$\leq 180^{\circ}\text{C}$
Polar Madde (%)	$\leq \%25$
Asit Sayısı (mg KOH/g yağ)	≤ 2.5

Tablo 1.2’de verilen bu niteliklere ek olarak, kızartma işleminde kullanılacak yağların hiç laurik asit içermemesi ve linolenik asit içeriğinin %2’yi aşmaması gerekmektedir. Tablo 1.3’de gösterildiği gibi Avrupa ülkelerinde kızartma yağları için, polar bileşik yükünün % 27’yi, serbest yağ asitliğinin % 4.5’u aşması ve dumanlanma noktasının 170°C ’nin altında olması halinde, bu yağın hiçbir şekilde kızartma işlemlerinde kullanılmaması gerektiği vurgulanmaktadır [35].

Avrupa ülkelerinde kızartma işleminde kullanılabilecek yağların nitelikleri daha 1970’li yılların başında belirlenmiş ve bu nitelikler Tablo 1.3’de verilmiştir.

Tablo 1.3. Avrupa ülkelerinde kızartma yağları için belirlenen özellikler [35]

Nitelikler	Değerler
Ürüne kötü tat ve koku kazandırmayacak	-
Serbest yağ asitliği	$< \%4.5$
Dumanlanma noktası	$>170^{\circ}\text{C}$
Polar bileşik yükü	$<\%27$

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın 12 Mayıs 2012 tarihli resmi gazetede yayınlaması ile birlikte “Kızartmada Kullanılmakta olan Sıvı ve Katı Yağlar için Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği” 1 Haziran 2012 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Sayı:28290). Böylece gıda maddeleri üretim, satış ve toplu tüketim yerlerindeki kızartma işlemlerinde kullanılmakta olan katı ve sıvı yağların resmi kontrol ve denetimlerindeki bazı fiziksel ve kimyasal kriterleri belirlenmiştir. Buna göre, kızartma amacıyla kullanılmakta olan yağların polar madde değerleri maksimum %25, kızartma yağının sıcaklığı maksimum 180°C ve asit sayısı (mg KOH/g yağ) 2.5’in altında olması istenmektedir (Tablo 1.2) [46].

Kapsamlı bir terim olan “kalite” kızartma sırasında veya bitiminde kızartılan gıdanın birçok parametresini kapsamaktadır. Bu özellikler arzu edilen özelliklere sahip yeni ürünlerin üretiminde veya mevcut olanların kalitesinin iyileştirilmesinde önemli bir yer tutmaktadırlar, örneğin yağ içeriği azaltılmış kızartma ürünleri gibi.

Endüstriyel açıdan kaliteli, kızartılmış ürün genellikle ürünün yağ ve nem içeriğinin kontrol altına alındığı, kimyasal indirgenme reaksiyonlarının minimize edildiği, yapısal değişikliklerin kontrol altında tutulduğu ve son ürünün istenilen renkte, tatta ve yapıda olduğu üründür [37].

Kızartma sırasında oluşan fizikokimyasal değişiklikler ve kızartma koşulları kızartılan ürünün kalitesini etkilemektedir. Bunlar arasında yağ sıcaklığı ve kızartma süresi en kritik faktörlerdir. Yağın cinsi gibi özellikler kızartma sonrası yağın bozunmasını ve aynı zamanda kızartılan ürünün kalite özelliklerini etkileyen bir başka faktördür. Yağın bozunmasını geciktirmek için geleneksel yağların yerine %100 susuz hidrojenlenmiş olanların kullanımı önerilmektedir [47, 48].

Kızartılmış patates ve patates cipslerinin görsel anlamda en belirgin kalite özelliklerinden birisi renktir [49]. Ürünün kabul edilebilirliğini belirleyen özelliklerden birisi olan rengi, kızartma işlemi sırasında ısı ve kütle transferi ile meydana gelen fizikokimyasal değişiklikler etkilemektedir. Patates dilimlerinde renk oluşumu yeterli miktarda kuruma olduğu anda başlar ve kızartma sırasında kuruma oranına ve ısı transfer katsayısına bağlı olarak değişmektedir. Renk, yüzeydeki indirgen şeker ve aminoasit ya da protein miktarı, kızartma süresi ve sıcaklığına bağlı olan Maillard reaksiyonlarının sonucunda oluşmaktadır [50]. Kızartılmış patatesin rengi genellikle görüntü işleme sistemleri, kolorimetre gibi cihazlarla L^*a^*b birimleri ile ifade edilmektedir. L^*a^*b birimleri 1976 yılında Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından benimsenen renk ölçümleri için kullanılan uluslararası bir standarttır. L değeri 0 ile 100 arasında değişen bileşimin aydınlık veya açıklığı belirten, a^* (yeşilden kırmızıya) ve b^* (maviden sarıya) parametreleri -120 ile 120 arasında değişen renk bileşenleridir [51].

İndirgen şeker içeriği kızartılmış patatesin son rengi ile yakından ilgilidir. Hasat sonrası depolamada patatesin şeker içeriğine etki eden iki ana faktör çeşitlilik ve depolama sıcaklığıdır. Yüksek kuru madde (%20-22) içeriğine sahip olan patatesler son üründe daha iyi bir yapı oluşturması ve daha az yağ almasından dolayı kızartılabilir olarak tercih edilmektedir. Buna ilave olarak patates cipslerinin kızartma sırasında enzimatik olmayan Maillard esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklanan renk gelişimini en aza indirmek için düşük şeker içeriğine (2.5-3 mg indirgen şeker/1 g patates) sahip olan patatesler tercih edilmektedir [51]. Genelde %2'den fazla indirgen şeker içeren patatesler işlem sırasında koyu renk geliştireceğinden kızartılabilir olarak kullanılmazlar. Bazı çalışmalara göre patates kızartmalarında kullanılacak patateslerin içerdiği indirgen şeker limiti 5 mg/1 g patates olarak bildirilmektedir [53].

Kızartma işlemi basit ve ekonomik olarak uygulanabilir olmasına rağmen, kızartma yağı kızartma sırasında hidroliz, termal bozunma, oksidasyon ve polimerizasyon gibi bir takım kompleks fiziksel ve kimyasal reaksiyonlar ile bozunmaya uğrayabilmektedir. [54, 55].

1.3. Kızartma İşlemi Sırasında Meydana Gelen Değişimler

Kızartılacak gıda ısıtılmış yağa daldırıldığı zaman yüzey sıcaklığı hızla suyun kaynama sıcaklığına yükselir ve yüzeydeki serbest nem buharlaşmaya başlar. Patateslerin kızartılması sırasında oluşan su buharı patatesin yüzeyinden kızgın yağın içerisine buhar kabarcıkları olarak uzaklaşır. Su buharlaşmasına bağlı olarak, yüzey kurur ve yüzey boyunca kabuk tabakası oluşur [56, 57, 58]. Kabuk oluşumundan sonra yüzey sıcaklığı gıdanın yüzey sıcaklığı, içinde bulunduğu yağın sıcaklığına kadar yükselir ve burada ısı transfer oranı, gıda ile yağ arasındaki sıcaklık farkına ve kızartılan gıdanın ısı transfer katsayısına bağlıdır [35]. Kızartma işlemi ilerledikçe yüzeyde su kaybı başlar ve oluşan kabuğun kalınlığı giderek artar. Patatesi çevreleyen bu kabuk, su buharının kaçışını engeller. Bu da patatesin iç kısmında su buharı oluşumuna bağlı olarak basıncın artmasına sebep olur. İç kısımdaki bu su buharı, oluşturduğu basıncın etkisiyle, patatesin yüzeyinde bazı noktalarda delikler oluşturarak uzaklaşır. Oluşan bu deliklere yağ emilimi gerçekleşir. İç kısım hala nem içerdiğinden, ürün içerisinde sıcaklık uzunca bir süre suyun kaynama sıcaklığına yakın bir değerde sabit kalır [59]. İçerisindeki

çözünen madde miktarına bağlı olarak patates içerisindeki suyun kaynama noktasının saf suyun kaynama noktasından biraz daha yüksek olduğu belirtilmiştir [60].

Su, buhar ve oksijen kızartılan yağda ve gıdada kimyasal reaksiyonları başlatır. Zayıf bir nükleofil olan su, triağılglicerollerin ester bağlarına atak yapar ve di-, mono-ağılglicerol, gliserol ve serbest yağ asidi oluşturur. Kızartılmış yağdaki serbest yağ asidi miktarı kızartma sayısı ile artış gösterir [61]. Serbest yağ asidi miktarı kızartma yağının kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılır. Bu nedenle yağların serbest yağ asidi içeriğinin kabul edilebilir aralıkta tutulması yağların bozulmasını önlemede yarar sağlayacaktır [62].

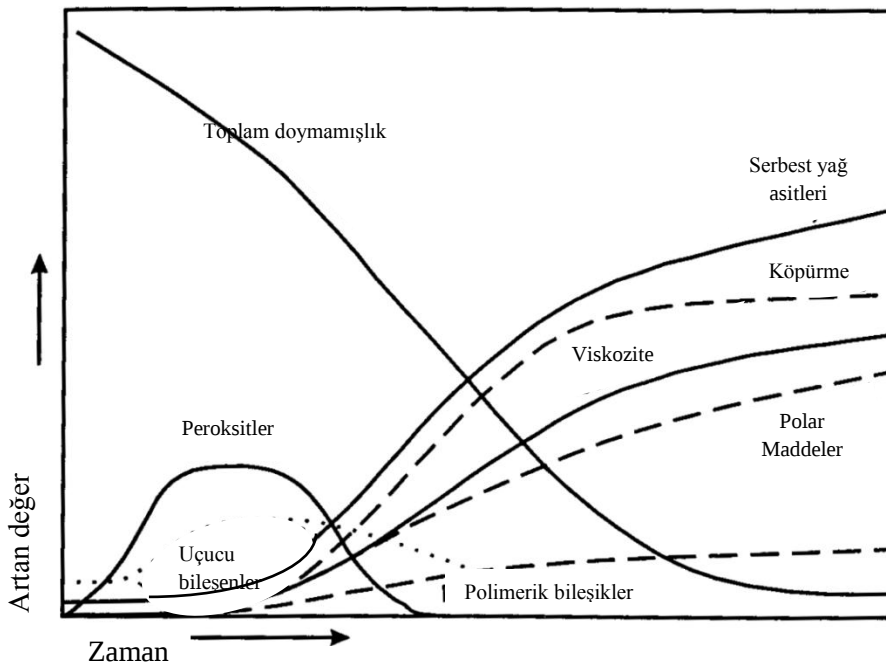
Hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon kızartma yağında bilinen kimyasal reaksiyonlar olup uçucu ve uçucu olmayan bileşiklerin oluşmasına sebep olurlar [31]. Uçucu bileşiklerin birçoğu buharlaşırken, yağda kalan uçucu bileşikler ileri kimyasal reaksiyonlar geçirir veya kızartılan ürün tarafından emilir. Uçucu olmayan bileşikler ise yağın ve kızartılan gıdanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirir. Uçucu olmayan bileşikler depolama sırasında kızartılmış gıdanın tat stabilitesini, kalitesini ve yapısını etkiler.

Fazla miktardaki su, yüksek sıcaklıkta yağı hızla hidrolize eder [63]. Su, yağı buhara göre daha hızla hidrolize eder [64]. Kızartılan ürünün su fazı ile yağın geniş etkileşimi yağın hidrolizini artırır. Patates cipslerinin 155-195°C’de kızartıldığı pamuk tohumu yağındaki mono- ve di-ağılglicerol miktarı başlangıçta artmış ve daha sonra sabit bir seviyeye ulaşmıştır [65].

Hidroliz ile yağda serbest yağ asidi, mono ve di-ağılgliceroller ve gliserol miktarları artar [54, 66, 67]. Derin kızartma sırasında yağda oksidasyon reaksiyonları hidrolize göre daha yüksek hızda gerçekleşmektedir. Oksidasyon reaksiyonları sonucunda yağda hidroperoksitler ve aldehit, keton, karboksilik asit gibi düşük moleküllü bileşikler ile kısa zincirli alkanlar ve alkenler oluşmaktadır.

Kızartma sıcaklığı ve süresi, kızartma yağı, antioksidanlar ve kızartmada kullanılan makine kızartma sırasında yağdaki gerçekleşen hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon

reaksiyonlarını etkilemektedir [31]. Kızartma işleminde kullanılan yağın ve kızartılan gıdanın cinsine bağlı olarak yağda arzu edilen ve edilmeyen tat bileşikleri oluşturan, kızartılmış gıdanın renk, yapı ve besinsel değerini değiştiren termolitik ve oksidatif reaksiyonları içeren bir dizi değişiklikler meydana gelmektedir [68, 69]. Bu değişiklikler yağda diaçilgliseroller, monoaçilgliseroller, serbest yağ asitleri, monomerler, polimerler ve benzeri insan vücudu için zararlı bileşiklerin oluşumuna yol açar [66, 67]. Oluşan bileşikler yağdaki doymamış yağ asidi miktarını azaltır ve köpüklenme, viskozite, renk, yoğunluk, spesifik ısı ve serbest yağ asidi, polar madde ve polimerik bileşik miktarını artırmaktadır (Şekil 1.5) [31].



Şekil 1.5. Derin kızartma sırasında yağda meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikler [31]

Yağın rengine ve viskozitesinde meydana gelen değişiklikler bozulmanın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Kızartma işlemi devam ettikçe ağırlıklı olarak oksidasyon reaksiyonları sonucu yağın rengi koyulaşmakla birlikte renk bileşiklerinin oluşum mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır. Rengi değişen kızartılan ürün yağda çözünebilir ve kızartma yağını koyulaştırma eğiliminde olabilir [70]. Örneğin; gıda bileşenleri yağ ile etkileşime girebilir ve Maillard esmerleşme ürünleri gibi renkli

bileşenleri oluşturabilir [71]. Bu yüzden renk, yağ kalitesini belirlemede önemli bir kriterdir.

Yağların oksidasyona karşı dayanıklılığını diğer bir deyişle oksidatif stabilitesinin belirlenmesinde en uygun ölçüt, çok hızlı gerçekleşen oksidasyon aşamasına kadar geçen zamandır [72].

Yağ ısıtıldıkça kalınlaşabilir ve daha viskoz hale gelebilir. Bu genelde polimerizasyon sürecinden ve ayrıca oksidasyon, hidroliz ve izomerizasyon reaksiyonlarından kaynaklanmaktadır [73]. Yağın daha viskoz hale gelmesi ciddi bir performans hatasıdır ve birçok soruna neden olur. Kızartma sırasında yağ bir ısı transfer ortamı olarak görev yapar. Yağın kalınlaşması ısı transferini düşürmekte, pişme ve renk gelişimi için gerekli olan süreyi uzatmaktadır. Ayrıca kızartılan ürünün yağ emilimini artırmaktadır [74].

Kızartma yağlarının yağ asidi kompozisyonuna bağlı olarak oksidasyona karşı karakteristik bir stabilitesi vardır. İlerleyen kızartma uygulamalarıyla birlikte kızartma yağlarının yağ asidi kompozisyonunda sürekli bir değişim gözlemlenmektedir. Bu değişim daha çok işlem koşullarınca teşvik edilen reaksiyonlardan kaynaklı olup ayrıca kızartılan üründen geçen yağ da yağ asidi profilini etkilemektedir [75]. Bir yağın kızartma koşullarına maruz bırakıldığında nasıl bir tutum sergileyeceği başlangıç yağ asidi profilinden tahmin edilebilir [76].

Kızartma işlemi sırasında trigliseritlerin yağ asidi kompozisyonunda belirlenen en önemli değişimlerden ilki doymamış yağ asitleri içeriğindeki azalmadır [77, 78, 79, 80]. Doymamışlık düzeyi yüksek olan yağlarda oksidasyon daha da artmakta olup, kızartma işlemi süresince doymuş yağ asidi artarken doymamış yağ asidi içeriği azalmaktadır. Termal oksidatif bozulma çoklu doymamış yağ asitlerini içeren yağlarda, doymuş yağ asitlerini içeren yağlardan daha fazla ve daha hızlı gerçekleşmektedir [81, 82]. En yüksek linolenik asit içeriğine sahip yağ bozulmaya daha meyillidir. Bu açıdan bakıldığında linolenik asit içeriğini azaltmak kızartma yağının oksidatif stabilitesini arttırmada etkili olacaktır [76]. Kızartma yağları genelde önemli miktarlarda oleik ve linoleik asit ihtiva ederler. Bu doymamış yağ asitleri, derin yağda kızartmada yüksek ısı

derecelerinde meydana gelen kimyasal reaksiyonlara verimli bir ortam sunmaktadırlar [57,83].

Oksidasyon derecesine bağılı olarak, yağ bileşimindeki doymamış/doymuş yağ asitleri oranı düşerken, diğer yandan da linoleik asit gibi biyolojik aktivitesi yüksek esansiyel yağ asitleri miktarında büyük kayıplar ortaya çıkabilmektedir [35].

Diğer önemli bir değişim ise trans izomer oluşumu ve içeriklerindeki artıştır [78, 84]. Kızartma işlemi trans yağ asitlerinin bir kaynağı olarak düşünülmektedir. Hâlbuki gıdalarda bulunan trans yağ asitlerinin büyük bir kısmı işlemin kendisinden değil, işlemde kullanılan yağlardan kaynaklanmaktadır. Trans yağ asitlerinin, en azından elaidik (transoleik) asidin yüksek miktarlarda tüketildiğinde serum lipoproteinleri ve apolipoproteinleri üzerine olumsuz etkilere sahip oldukları belirlenmiştir [19, 85]. Karşı bir görüşte ise daha düşük düzeylerdeki trans yağ asitleri dâhi sağlığa zararlı olarak gösterilmemiştir [86]. Çünkü linoleik asit izomerleri araşidonik asit izomerlerine dönüşmekte ve yağ bileşimine katılmaktadır. Bu izomerler ise elaidik asitten daha kritik bileşenlerdir. Üstelik hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen denemelerde bu bileşiklerin bazı fizyolojik etkilere sahip olduğu görülmüştür [87]. Kızartma işleminin çoklu doymamış trans yağ asitlerinin bir kaynağı olduğu ileri sürülmektedir [88]. Pozo-Diez [89], zeytinyağı veya yüksek oleik asitle ayçiçeği yağındaki patates kızartması süresince elaidik asit oranının arttığını ortaya koymuştur.

Gerçekte trans yağ asitleri katı ve sıvı yağlarda uygulanan ısı işlemlerin bir sonucu olarak insanların günlük beslenmelerinde yer almaktadır. Ancak, kızartma işleminin trans yağ asitleri için önemli bir kaynak olmadığı ya da konu ile ilgili olarak kızartma işlemi üzerinde durulması konusunda bir mutabakat yoktur. Çoğu işlenmemiş gıdalarda trans yağ asitlerinin oranı yok sayılabilecek kadar düşük düzeylerde dir. Ancak margarin, şortening ve kızartma yağları üretimi amaçlı yağların kısmi hidrojenasyonu sırasında bazı cis yağ asitleri trans izomerlere dönüşmektedir [90]. Ticari kızartma ve pişirme yağları belirgin miktarlarda trans yağ asitlerini içermektedir. Bunun sonucu olarak da fırıncılık ürünleri, kızarmış atıştırmalık gıdalar (patates cipsi ve donut) ve kızartılan fast-food ürünler (kızarmış tavuk, balık vb.)’de belirgin düzeyde trans yağ

asitlerini içermektedir [90, 91]. Kızartılan gıdaların günlük besinlerin önemli bir bölümünü oluşturduğu ifade edilebilir.

1.4. Kızartmanın İnsan Sağlığı ile İlişkisi

Batı tüketicilerinin gıda, beslenme ve sağlık arasında ilişkiye olan bilinçliliklerinin artması yağ tüketimini, yağlardan alınan kalori ve kolesterolü sınırlama gerekliliğini vurgulamaktadır. Özellikle doymamış yağların tüketimi insan sağlığının tehlikeye girmesinde (koroner kalp rahatsızlıklar, kanser, diyabet, hipertansiyon gibi) rol oynayan önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Kızartılmış gıdaların sağlık üzerine etkileri fazla yağ emilimi, yağ bozunması ve oluşan toksik kimyasallar sayılabilir.

1.4.1. Yağ Emilimi

Kızartma ve gıda üzerine etkilerini anlamak için öncelikle kızartma ve yağ emilimi mekanizması gözden geçirilmelidir. Kızartma gıdaların kızgın yağa daldırılması ve pişirilmesi işlemi olup, ısı ve kütle transferini içeren gıda ile yağ ortamı arasında birçok etkileşimlerin olduğu bir mekanizmadır. Kızartmanın amacı, hızlı pişirme, kızartılan gıdaya renk, aroma, yapı ve kabuk kazandırmaktır. Kızartma süreci kompleks olup bazıları sürece bağlı bazıları da gıdaya ve kullanılan yağa göre değişkenlik gösteren birçok faktöre bağlılık göstermektedir. Temel olarak kızartma 3 farklı özelliğe sahip bir dehidrasyon sürecidir [92, 93].

- Yüksek sıcaklık derecesi (160-180°C) hızlı ısı transferine ve kısa sürede pişmeye olanak sağlar.
- Ürün sıcaklığı (kabuk bölgesi hariç) 100°C'yi geçmez.
- Suda çözünür bileşiklerin kaybolması en düşük seviyededir.

Yağ emilimini kontrol etmek ve mekanizmasını anlamaya yönelik yapılan çalışmalara rağmen [32, 92, 94], birçok gıda yüksek oranda yağ içermektedir (Tablo 1.4). Yağ emilimi birçok çalışmada belirtildiği gibi birden fazla faktörden etkilenmektedir ve iki mekanizma ile açıklanabilir: (i) yağ ile buharlaşan su arasında sürekli olarak yer değişimi, (ii) kızartma işlemi tamamladığında oluşan yağ emilimi.

Tablo 1.4. Bazı kızartılmış ürünlerdeki ortalama su ve yağ miktarı [95]

Ürün	Ortalama su miktarı (%)	Ortalama yağ miktarı (%)
Patates cips	2.5	34.6
Mısır cipsi	1.0	33.4
Tortilla cips	1.8	26.2
Soğan Halkası	28.5	18.7
Tavukgöğsü	45.7	18.1
Balık file	53.6	12.9
Patates kızartması	39.5/37.9	14.8/7.6

Su-yağ yer değişimi: Gıdanın hücresel yapısındaki değişiklikler [95] ve suyun buharlaşmasından kaynaklanan boşluklar yağ ile yer değiştirmesine olanak sağlar. Kızartma sırasında su buhar haline döndüğünde ürünü terk eder ve üründe süngerimsi homojen bir ağ oluşturur. Yağın büyük çoğunluğu kızartmanın ilk 20 saniyesinde oluşan bu boşluklardan ürüne nüfuz eder [32, 97].

Soğuma sırasında yağ emme: Kızartma sırasında ürün içerisindeki nemin bir kısmı buhara dönüşür ve basınç farkı oluşturur. Buhar, hücre yapısındaki kapillerlerden ve kanallardan dışarı çıkar. Gıda yüzeyine tutunmuş veya boşluklarına girmiş olan yağ tamamen dışarı itilir. Buhar oluştukça yağın gıdanın içine nüfuz etmesini engeller. Yağ hareketi buhar basıncına ve gıdanın yapısındaki kapiler kanallara bağlı olan ileri ve geri çekilme olarak tanımlanabilir.

Soğuma sırasında yoğunlaşmanın oluşturduğu vakum etkisi gıdanın iç basıncının düşmesini sağlar. Bu da yağın gıdanın içine girmesine neden olur [94]. Yağın nüfuz derinliği yaklaşık olarak 1mm'dir [98, 99].

Patates, kızartma sırasında ağırlığının %19'u civarında yağ absorbe etmektedir [100]. Ayrıca kızartılmış gıdaların yüzey tabakalarında sıcaklık etkisiyle meydana gelen bozunmalar sonucu heterosiklik aminler oluşmaktadır. Sonuç olarak, kızartılmış ürünler kızartma yağında meydana gelen polar bileşikler ve polimerler gibi bozunma ürünlerini absorbe etmektedir. Bu bileşikler çeşitli tipte kanser [101, 102], endotel disfonksiyonu [103] ve hipertansiyon [104] gibi sağlık rahatsızlıklarına sebep olmaktadır.

Kızartılmış ürünlerdeki yağ içeriği ekonomik bakış açısından gıda işletmeleri için ve sağlık açısından tüketiciler için endişe kaynağı olmuştur. Günümüzde tüketici sağlığı kaygıları nedeni ile kızartılmış ürünlerdeki yağ içeriğini azaltmak için [58, 105] kızartma sırasındaki yağ alımı mekanizmasını araştırmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır [12].

Krokida ve ark. [106], patates dilimlerine kızartma öncesi uygulanan kurutma işlemi süresinin patatesin yapısal özelliklerine ve renk parametrelerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla 5x5x40 mm boyutlarındaki patates dilimlerini 70°C’de 20, 40, 60, 90 ve 120 dakika kurutma işlemi uygulamışlar ve 170°C’de 0.3, 0.6, 1, 3, 5, 7, 10, 13, 15 ve 20 dakika hidrojene pamuk tohumu yağında derin kızartma yapmışlardır. Sonuçlara göre, kızartma öncesi kurutma işlemi, patatesin yağ alımına ve nem kaybına önemli derecede etkili olduğunu ve kurutma ile yağ alımının ve nem içeriğinin azaldığını, kurutma zamanına bağlı olarak patatesin renk parametrelerinin olumsuz yönde etkilendiğini belirtmişlerdir.

Pedreschi ve Moyano [107], kızartma işlemi öncesi patates cipslerine uygulanan ön kurutma işlemi önemli ölçüde patatesin yağ alımını azaltmakta ve patatesin gevrekliğini artırdığını bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmaya göre, patates dilimleri kızartma öncesi 85°C’de 3.5 dakika sıcak suda bekletilmiş ve bekletilen örneklerin bir kısmı nem içeriği 60 g/100 g (ıslak bazda) olana kadar kurutulmuş ve sonrasında 120, 150 ve 180°C’de son nem içeriği 1.8 g/100 g (ıslak bazda) olana kadar kızartılmıştır. Elde ettikleri sonuçlara göre, suda bekletilen ve bekletilmeyen kurutma işlemi uygulanmış patates dilimlerinin yağ alımının %40-50 nem içeriğinde 25 saniye gibi kısa süreli kızartma işleminde bile yüksek olduğunu belirtmişlerdir. 40 g/100 g’den daha az neme sahip olan örneklerde ise yağ miktarının sabit kalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre yüzey neminin yağ alımında önemli rol oynadığını ifade etmişlerdir [9, 12, 13]. Kızartma öncesi patatesleri kurutma işleminin yağ alımını azaltmada yararlı bir yol olarak bildirilmektedir [37, 108].

1.4.2. Yağın Bozunması ve Kızartma Sırasında Oluşan Toksik Kimyasallar

Kızartma sırasında yağda fiziksel ve kimyasal birçok değişiklik meydana gelmektedir. Oksijen (üründen veya ortamdaki), gıdadaki nem ve yüksek sıcaklık varlığında, yağda 3

ana bozulma reaksiyonu gözlenir: suyun neden olduğu hidroliz, ısı ve sıcaklığın neden olduğu oksidasyon ve termal değişimler (Tablo 1.5) [109].

Tablo 1.5. Kızartma sırasında yağda meydana gelen ana bozulmalar [109]

Reaksiyon	Tanım	Ana bileşenler
Hidroliz	Gliserol ve serbest yağ asitleri arasındaki ester bağlarının kırılmasına neden olur.	Digliserol, monogliserol, serbest yağ asitleri, gliserol; dumanlanma noktası düşer.
Oksidasyon	Tat, aroma, renk, beslenme ve yağın sağlıkla ilişkili özelliklerini etkiler.	
* Birincil oksidasyon	Yüksek sıcaklıklarda yağın oksijen ile reaksiyonu	Hidroperoksitlerin, konjuge dienlerin, karbonilli bileşiklerin ve serbest yağ asitlerinin oluşumu; polar bileşiklerin ve malondialdehidlerin oluşumu; p-anisidin değeri gösterge olarak kullanılır.
*İkincil oksidasyon	Yüksek sıcaklıklarda hidroperoksitlerin bölünmesi	Polimerler; yağ viskozitesi artar, yağ rengi koyulaşır.
*Üçüncül oksidasyon	İkincil oksidasyon ürünlerinin polimerizasyonu	
Termal polimerizasyon	Polimerizasyon	Polimerler

Bu değişimler 400’ü tespit edilmiş birçok polimerizasyon ürünlerinin oluşmasına neden olan karmaşık reaksiyonlardır [22]. Yüksek sıcaklıklarda oksijen kaynağı sınırlı ise oksidasyon reaksiyonları yerini polimerizasyon reaksiyonları alır [110]. Gıda bileşenleri ve yağ arasında gerçekleşen reaksiyonlar sonucu oluşan bozunma ürünleri, ürünün tat, aroma ve raf ömrünü etkilemektedir [111].

Oksidasyon reaksiyonları duyuusal özellikleri azaltan acımsı tat gelişimi ve sağlık riski oluşturabilecek okside ürünlerin oluşumuna sebep olması nedeniyle önemli bir etkiye sahiptir. Oksijen kızartma sırasında yağın bozunmasında önemli rol oynamaktadır. Ortam koşullarında serbest radikal mekanizmasıyla hidroperoksitlerin birincil rol oynadığı otooksidasyon gerçekleşir. Kızartma sırasında oksijen gerekli ve nadiren kısıtlayıcı faktördür. Alkil radikali atmosferik oksijen ile hızlı bir reaksiyon ile etkileşir.

Hidroperoksitler kızartma sıcaklıklarında kararlı olmadıklarından dimerleri ve uçucu bileşikleri oluştururlar. Serbest radikaller reaksiyonda ara ürün olarak yer alırlar. Bu yüzden kızartma sırasında yağın bozunmasında oksijen kritik bir rol oynar.

Kızartma işleminde kullanılan yağın nitelikleri ve kızartma koşulları sağlığın korunması açısından önem teşkil etmektedir. Aynı yağın defalarca ve yüksek sıcaklıkta ($>180^{\circ}\text{C}$) kullanımı, kızartma işlemi sırasında yağda hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon gibi bir dizi bozunma reaksiyonlarına sebep olmakta ve bu ürünlerin sık tüketimi insan sağlığını tehlikeye atmaktadır [66, 67].

Kızartma yağın bozunması yağın kullanılabilirliği, kızartma ömrünü, besinsel ve duyuşal değerini etkilerken aynı zamanda mide-bağırsak rahatsızlıkları ve kalıtsal sorunlar gibi sağlık rahatsızlıklarına yol açabilir [112].

Yağların büyük bir kısmı trigliseridlerin karışımı şeklindedir. Trigliseridler ve koleşrol 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 koleşrol içermektedir. Aslında kanda dolaşmakta olan koleşrolün %60-75'i kadarı LDL formundadır. Yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) ise LDL'ye göre daha fazla miktarda protein içermekte olup; sadece %20-30 civarında koleşrol içermektedir. LDL'nin tam tersine kanda fazla koleşrolün hücre ve damarlarına ait duvarlarda birikmesini önlemekte ve bunun uzaklaşması için karaciğere atık olarak göndermektedir. Bu yüzden HDL iyi, LDL ise kötü koleşrol olarak tanımlanmaktadır [113].

Kızartma işlemi sırasında yağda meydana gelen trans yağ asitleri insan sağlığını risk edebilecek bazı sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Mensink ve Katan [19] yaptıkları çalışma ile trans yağ asitlerinin doymuş yağ asitleri gibi LDL seviyesini yükselttiğini, HDL seviyesini ise düşürdüğü, ayrıca bunun sonucunda da koroner kalp hastalığı riskini yükselttiğini göstermişlerdir. Aynı bulgular Zock ve Katan [85]'ın yaptığı çalışma ile de desteklenmiştir. Trans yağ asidi tüketiminin çok zararlı olduğu, düşük doğum

ağırlığına neden olduğu, anne sütü, bağışıklık sistemi ve şeker hastalığı üzerine olumsuz etkileri bulunduğu da ileri sürülmektedir [114].

Norveç'te 1958 yılında yapılan bir çalışmada 15 g/gün olan trans yağ asidi tüketiminin 30 yılda 4 g/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 [115].

Trans yağ asitlerinin insan plasentasına transfer olması sonucunda, insanlarda erken gelişimi zayıflatacağını, hamilelik, laktasyon, doğum sonrası periyotta trans yağ asitlerinin alımının sağlık yönünden güvenlik problemlerine yol açabildiği belirtilmektedir [116]. Larque ve ark. [117] ile Semma [118] çalışmalarında yetişkin kadınların dokularında ve bebeklerin plazma lipidlerinde C_{18:1} yağ asitlerinin trans izomerlerinin depolanmakta olduğunu tespit etmişler, bebeklerde ve 1-5 yaş arası sağlıklı çocuklarda trans yağ asitleri ile çocukların büyümesi ve gelişmesine yardımcı olan araşidonik asit miktarı arasında ters ilişki görüldüğünü belirtmişlerdir.

Kızartılmış gıdalar ve obezite arasındaki ilişki ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Kızartılmış ürünler ile alınan yağlar diğer makrobesinlere göre daha etkin şekilde absorbe ve metabolize edildikleri için obezite ile ilişkili olabilmektedir [119, 120, 121]. ABD'deki çocuklar ve yetişkinler üzerinde yapılan bir çalışmada, bir yıl içinde fast-food tarzı yemek yiyen kişilerin ev yemekleri yiyen kişilere göre daha fazla kilo aldığı ve beden kitle indekslerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir [122]. Bowman ve ark. [123], ABD'de fast-food yeme alışkanlıkları olan yetişkinlerin ve çocukların yemeyenlere göre daha fazla toplam ve doymuş yağ, karbonhidrat, enerji ve daha az diyet lifi aldıklarını yaptıkları çalışma ile göstermişlerdir. Ayrıca fast-food tarzı beslenmenin daha çok gençler arasında popüler olduğunu belirtmektedirler. Bu tarz beslenme fazla enerji alımını desteklemekte ve bazı çalışmalarda şişmanlık ile ilişkilendirilmektedir [124, 125].

Rossi ve ark. [125], patates örneklerinin derin kızartma işleminde yüksek doymamış yağ asitleri/doymuş yağ asit içeriğine sahip zeytinyağı ve ayçiçeği yağı ile gerçekleştirdiklerinde yüksek linoleik ($C_{18:2}$) asit içeriğine sahip ayçiçeği yağının daha çabuk bozunduğunu bildirmişlerdir. Bu durum oleik asitte ($C_{18:1}$) meydana gelen oksidasyon oranının linoleik asitteki oksidasyon oranının altında olması ile açıklanmakta ve yağların oksidatif stabilitelerinin tokoferol ve tokotrienollerin miktarına, çeşidine, yağ asidi kompozisyonlarına bağlı olarak önemli düzeyde etkilendiği bildirilmiştir.

Maskan ve Bağcı [127], yaptıkları çalışmada 100 g ağırlığındaki patates dilimlerini ($6.0 \pm 1.23 \times 7.8 \pm 1.25 \times 49.5 \pm 4.09 \text{ mm}^3$) %2.5 NaCl çözeltisinde 5 dakika beklettikten sonra ayçiçeği yağı kullanarak 170°C 'de fritözde 6 dakika kızartmışlar ve her bir kızartma işlemi arasında 1 dakika olacak şekilde 50 derin kızartma işlemi gerçekleştirmişlerdir. Sonuçta serbest yağ asitliğinin 50.kızartma sonunda %65'lik bir artış göstererek %0.17'den %0.29'a çıktığını, peroksit değerinin ise başlangıçta 12.7 meq O_2/kg olan değerinin kızartma sırasında 10. ve 50.kızartma işlemleri sonunda sırasıyla 5.5 ve 4 meq O_2/kg 'a kadar indiğini bildirmişlerdir.

Gıda maddesinin yapısında bulunan su ve hava oksijeni, kızartma sırasında yağların peroksit, serbest asitlik değerleri ile yağ asidi kompozisyonunda önemli değişimlere sebep olmaktadır [128, 129].

Yağın derin kızartma sırasında nasıl bir performans gösterebileceği yağ asidi kompozisyonundan tahmin edilebileceği ve yüksek linoleik asit içeriğine sahip olan yağın bozunmaya karşı daha elverişli olduğu bildirilmiştir [76].

Ulusoy ve ark. [130], 200 g soya yağını (ağartılmış, deodorize edilmiş, yalnızca sitrik asit içeren) derin kızartma işlemi için $180 \pm 5^\circ\text{C}$ 'de 32 saat boyunca yalnızca ısıtmış ve bileşimindeki değişimleri gözlemlemişlerdir. Soya yağının doymuş yağ asidi içeriğinde sürekli bir artış söz konusu olup palmitik asit ($C_{16:0}$) oranının %10.3'ten %17.2'ye ve stearik asit ($C_{18:0}$) oranının %4.4'ten %7.4'e yükseldiği belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri oranlarının azalma eğilimi gösterdiği ve bunun sonucunda da linoleik asit ($C_{18:2}$) oranının %52.1'den %35.2'ye, linolenik asit ($C_{18:3}$) oranının ise %7.1'den

%2.4'e düştüğü saptanmıştır. Oleik asidin ($C_{18:1}$) %25.6 olan başlangıç oranının küçük bir azalma ile 2 saat sonunda %24.5'e düştüğü, daha sonrasında ise sürekli bir artışla 12 saat sonunda %26.7'ye ve 32 saat sonunda ise %31.8 oranlarına kadar ulaştığı belirlenmiştir. Soya yağının yalnızca ısıtılması durumunda çoklu doymamış yağ asitlerindeki azalma eğilimine karşın tekli doymamış yağ asitleri ve doymuş yağ asitlerinin oransal olarak arttığı ifade edilmektedir.

Gürtürk ve ark. [131], rafine ayçiçeği yağı kullanarak 170°C 'de günde birer saat ara ile 6 kez kızartma işlemi gerçekleştirerek 9 gün ağzı açık ve kapalı şekilde fritözde taze patatesleri kızartmış, yağın peroksit ve serbest yağ asidi içeriğindeki değişimleri incelemiştir. Ağzı açık fritözde gerçekleştirilen kızartma işleminde deneme başlangıcında taze yağın peroksit değeri 2.86 meq O_2/kg iken, gün içinde yapılan 6 farklı kızartma süresince peroksit değeri artmış ve 20.05 meq O_2/kg olan maksimum değerine yükselmiştir. 6.kızartma sonrası yağın peroksit değerlerinde düzensiz iniş ve çıkışların olduğu gözlenmiş ve 44.kızartmadan sonra yavaş yavaş azalmış ve en düşük değeri 50.kızartma sonunda 10.40 meq O_2/kg 'a ulaştığı ve 9. gün sonunda ise 11.98 meq O_2/kg 'a ulaştığı tespit edilmiştir. Serbest asit değeri ise kızartma süresince artmış ve kızartma işlemi uygulanmamış yağın serbest asitliği %0.11 iken 9. gün sonu bu değer %0.66'ya yükselmiştir. Ağzı kapalı fritözde gerçekleştirilen kızartma işleminde ise peroksit değeri başlangıca göre sürekli artmış ve 6.kızartma işlemi ile birlikte düzensiz iniş çıkışlar göstererek 38.kızartma sonunda en yüksek değeri olan 15.81 meq O_2/kg 'a ulaşmış, sonrasında ise yavaş yavaş azalma göstererek 54.kızartma sonunda 8.36 meq O_2/kg değerine inmiştir. Serbest asitlik değeri ise kızartma işleminin süresince artmış ve %0.11 başlangıç seviyesinde %0.58 değerine yükselmiştir.

Kızartma işlemi sırasında meydana gelen otooksidasyon reaksiyonlarında, linoleik asit oksidasyonunun oleik asit oksidasyonundan 64 kez, linolenik asidin oksidasyonundan ise 1200 kat daha hızlı olduğu belirtilmektedir [132]. Bu sonuca göre, çift bağ sayısı arttıkça oksidasyon hızı da artmaktadır.

Kayahan [133], rafine ayçiçeği yağı, rafine pamuk yağı ve rafine zeytinyağı kullanarak $180\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de gerçekleştirdiği kızartma işleminde, yağların serbest asitlik miktarlarının arttığını tespit etmiştir. Kızartma işlemini ardarda yaptığında ayçiçeği yağının serbest

asitlik değerinin %0.2'den 10.kızartma sonunda %0.34'e yükseldiğini; oda sıcaklığında bekletip bir gün ara ile 10 defa kızartma yaptığında ise %0.42'ye yükseldiğini bildirmiştir.

Kızartma işleminde rafine ayçiçeği yağının kullanıldığı ve işlemin 3 gün tekrarlandığı, $180\pm5^{\circ}\text{C}$ 'de 8 saat süre ile gerçekleştirilen çalışmada, başlangıç serbest asitliğinin %0.14 olduğu ve 8 saatlik kızartma sonunda hızlı bir artış göstererek 24 saat sonunda %0.60'a yükseldiği bildirilmiştir [134]. Peroksit değerinin ise ilk 4 saatte arttığı daha sonra ise azaldığı belirlenmiştir. Bu sonucu, yağların oksidatif tepkimeler sonucu oluşan peroksitlerin ortam koşullarına bağlı olarak sekonder ürünlere parçalanması ve peroksit sayısının düşük bulunduğu kızartma periyotlarında peroksitlerin parçalanma hızının oluşum hızından daha yüksek olması ile açıklamışlardır.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.2.1. Patates Dilimlerinin Hazırlanması

Kızartma denemelerinde kullanılmak üzere Niğde bölgesinden temin edilen arya cinsi kızartmalık patates tercih edilmiştir. Patatesler bekletilmeksizin kızartma işlemi için hazırlanmış ve tek partiden temin edilen toplamda 15 kg patates kullanılmıştır. Kızartılacak patates dilimleri için; patatesler soyulduktan sonra yıkanmış ve kağıt havlu yardımıyla kurulandıktan sonra patates dilimleyici ile 1x1 cm boyutlarında dilimler elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen bu patates dilimleri bıçak yardımı ile 3 cm uzunluğunda patates dilimleri hazırlanmıştır. Hazırlanan patates dilimleri 15, 30, 45, 60, 90 ve 120 dakika etüvde 60°C’ de kurutulmuş ve daha sonrasında kızartma işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Derin Yağda Kızartma İşlemi

Kızartma deneyleri için bitkisel sıvı yağ çeşitlerinden rafine ayçiçeği yağı kullanılmıştır. Deneme için Türkiye çapında tanınmış bir markaya ait ayçiçeği yağı (Komili Ayçiçek yağı, Çıtır ve Hafif Kızartmalar, Ana Gıda, Türkiye) 5 litrelik pet ambalajlarda temin edilmiştir.

Derin kızartma işlemlerinde ev tipi elektrikli fritöz (Tefal MINUTO, Model: SERIE F 48-RA, Groupe Seb, Türkiye) kullanılmıştır. 1 litre maksimum yağ kapasiteli ve sepetli

olan fritöz ile 150-190°C arasındaki sıcaklıklara ulaşılabilir. Kızartma aşamalarında fritözün ağzı kapalı olarak muhafaza edilmiştir. Kızartma yağından kızartma işlemine başlanmadan önce karşılaştırma amaçlı bir örnekleme yapılmıştır. Daha sonra fritözün kapağı kapatılarak yağ sıcaklığı 180°C olarak ayarlanmıştır.

Daha önceden hazırlanan farklı sürelerde etüvde kurutulmuş olan patates dilimlerinden 12 dilim patates porsiyonlar halinde hazırlanarak ön denemeler sonucunda belirlenen sürelerde (5, 10 ve 13 dakika) kızartılmıştır. Her kızartma süresi sonunda dört patates dilimi alınmış ve yüzeyindeki yağ kağıt havlu ile alınarak analizler için hazırlanmıştır. Yağın soğuması beklendikten sonra yağdan 60 ml örnek alınmış ve ikinci kızartma işlemine başlanmıştır. Bu şekilde taze yağ ilavesiz beş kesikli kızartma işlemi yapılmıştır. Kızartma denemeleri beş günde tamamlanmıştır. Analizler için örnekleme işlemi 1., 3. ve 5.kızartma işlemlerini izleyen soğutma aşamasının sonunda gerçekleştirilmiştir. Ağzı kapaklı cam şişelere alınan 60 ml yağ örnekleri oda sıcaklığına kadar iyice soğutulup analiz işlemlerine hazırlanmıştır. Belirtilen kızartma işlemi parametreleri Tablo 2.1’de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Kızartma işleminde uygulanan şartlar

İşlemler	Koşullar
Kullanılan Kızartma Makinesi	Tefal marka ev tipi fritöz (sepetli- kapaklı)
Kızartma Yöntemi	Derin yağda kızartma
Kullanılan Yağ Cinsi	Ayçiçek yağı
Kullanılan Yağ Miktarı	0.75 lt
Kızartma İşlem Sıcaklığı	180°C
Kızartma Süreleri	5, 10 ve 13 dakika
Kızartma Sayısı	5
Kızartma Süresince Yağ İlavesi	Edilmedi
Kızartma Ürünü	Arya cinsi kızartmalık patates
Patates Dilimleri Boyutları	1x1x3 cm
Örnekleme Aşamaları	1., 3. ve 5.
Analizler için Alınan Yağ Miktarı	60 ml

2.2.2. Yağ Tayini

Patates numunelerinde yağ tayini AOCS [135] metoduna göre klasik Soxhlet yöntemi kullanılarak (Gerhardt Type: EV 16, Almanya) yapılmıştır. 0., 5., 10., ve 13 dakika kızartma sonunda alınan patates numunelerinin her birinden 3 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 105°C’ de 15 dakika bekletilip desikatörde sabit tartıma gelinceye kadar işleme devam edilip sabit tartıma ulaşınca tartılarak yağ miktarları hesaplanmıştır. Bu işlem belirli sürelerde kurutulup kızartılmış patates numuneleri için iki tekerrürlü yapılmıştır.

2.2.3. Serbest Yağ Asitliği İçeriğinin Belirlenmesi

İncelenen örneklerin serbest yağ asitliğinin belirlenmesinde IUPAC 2.201 sayılı [136] metot uygulanmıştır. Analiz için yağ numunesinden 5-10 g, 0.01 g duyarlılıkta tartılıp, 50-100 ml etanol-dietileter (1:1,v/v) karışımı ile çözündürülmüştür. Yağın çözünmesi için yaklaşık 1 dakika çalkalanmış ve fenolftaleyn (%1) damlatılmıştır. 0.1 N etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Aşağıda verilen formüle göre serbest yağ asitlikleri hesaplanmıştır. Bu analiz iki tekerrürlü yapılmıştır.

Serbest yağ asitliği, yağlarda bağlı olmayan yağ asitleri toplamı oleik asit yüzdesi olarak belirtilmektedir.

$$\% \text{ serbest yağ asitliği: } \frac{V \times T \times Ma}{m}$$

V : Harcanan 0.1 N etanollü potasyum hidroksit çözeltisi, ml

m : Örnek ağırlığı, g

Ma : Oleik asitin molekül ağırlığı

T : Etanollü potasyum hidroksit çözeltisinin normalitesi

2.2.4. Peroksit Sayısının Belirlenmesi

İncelenen örneklerin peroksit sayısının belirlenmesinde AOAC'nin [137] metodu uygulanmıştır. Peroksit sayısı, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 g yağdaki aktif oksijenin mikrogram olarak miktarıdır.

Hidroperoksitler, lipid oksidasyonunda birincil ürünlerdir. Peroksit sayısı değeri ile lipid oksidasyonunun başlangıç aşamasında oluşan bu birincil ürünlerin miktarının belirlenmesi mümkün olmaktadır. Peroksit sayısı; kloroform-asetik asit çözeltisinde çözülen ve potasyum iyodür içeren yağın nişasta belirteci kullanılarak sodyum tiyosülfat ile titrasyonu sonucu harcanan kısım dikkate alınarak saptanan bir değerdir.

Beklenen peroksit sayısına göre 0.001 g duyarlılıkta örnekten Tablo 2.2.' ye göre tartım yapılmıştır.

Tablo 2. 2. Peroksit sayısı için alınacak numune miktarı

Beklenen Peroksit Sayısı (meq O ₂ /kg)	Numune Miktarı (g)
5' e kadar	2
5 - 10	1.6
11 - 15	1.4
16 - 20	1.2
21 - 30	1.0

Erlenlere tartılan 2 g yağ örneği üzerine 10 ml kloroform ilave edilerek hızla çalkalanıp yağın çözünmesi sağlanmıştır. Daha sonra 15 ml asetik asit ve 1 ml KI (potasyum iyodür) çözeltisi katılmasının ardından kapakları kapatılan erlenler 1 dakika çalkalanıp 10 dakika karanlıkta tutulmuştur. Bu sürenin sonunda 75 ml distile su ve 1 ml nişasta çözeltisi ilave edilen örnek 0.01 N sodyum tiyosülfat ile (kloroform fazındaki iyot tamamen yok oluncaya kadar) titre edilmiş ve sarf edilen tiyosülfat miktarı kaydedilmiştir. Serbest hale geçen iyot, nişasta çözeltisine karşı beklenen peroksit sayısı 12.5' dan az ise 0.002 N, 12.5 veya daha fazla ise 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilir. Aynı zamanda örnek kullanılmaksızın yapılan tanık deney sonucunda serbest iyot eseri bulunmamalıdır. Aşağıda verilen formüle göre peroksit değerleri hesaplanmıştır.

Peroksit sayısı: $\frac{V \times T \times 1000}{m}$ meq g O₂/kg

V : Harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisi, ml

T : Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

m : örnek ağırlığı, g

2.2.5. Viskozite Analizi

Viskozite analizi, (AND Vibro Viscometer, A&D Company Limited, Japonya) oda sıcaklığında yaklaşık 24°C’ de gerçekleştirildi. Her bir örnek okuması üç kez tekrarlanıp sonuçların ortalaması alınmıştır.

2.2.6. Renk Analizi

Renk analizi farklı sürelerde kurutulup (0, 15dk, 30dk, 45dk, 60dk, 90dk ve 120dk) farklı sürelerde (5dk, 10dk ve 13dk) kızartma işlemi uygulanan patates dilimlerinde ve 1., 3. ve 5.kızartma işlemi sonrası alınan yağ örneklerinde (Konica Minolta Chroma Meter CR-5, Konica Minolta Optics Inc., Japonya) renk tayin cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler patates dilimlerinde farklı konumlarından 5 kez taranarak, yağ örnekleri için ise beş kez okunarak ortalamaları alınmış ve sonuçlar (a*b*) formatında elde edilmiştir.

2.2.7. Yağ Asidi Kompozisyonu

Örneğin serbest yağ asidi içeriği Agilent uygulama kataloğuna göre yapılmıştır [138].

Analiz için örneklerden 0.1 g cam tüplere tartılır.

Üç ml hekzan eklenerek vortekste (Elektromag, M16) çalkalanmıştır.

100 µl 2 N metanollü KOH (Merck, Darmstadt, Almanya) çözeltisi eklenmiş ve vortekslenmiştir.

Karışım beş dakika 6000 rpm’de santrifüj (Gerber Santrifüj, Bilser, 3998, Türkiye) edilir.

Yağ asitleri tanımlamaları bilinen standartla (Spelco 37 Component FAME Mix, Sigma, Aldrich, ABD) karşılaştırılarak % olarak bulunmuştur.

Agilent 6890 kromatografisine ait özelliklerle, seçilen çalışma parametreleri aşağıda verilmiştir.

Gaz-likit kromatografisi : Agilent 6890 Series

Dedektör : Alev iyonizasyon dedektörü (FID)

Kolon : 100 m x 0.25 mm ID, 0.25 µm film HP-88; Agilent, USA

Sıcaklıklar;

Dedektör : 250°C

Fırın sıcaklık- süre programı :

- 103°C'de 1 dk
- 103°C'den 170°C'ye kadar 6.5°C/dk olacak şekilde 10.5 dakika
- 170°C'den 215°C'ye kadar 2.75°C/dk artacak şekilde 12 dakika
- 230°C'de 5 dakika

Enjeksiyon bloku : 250°C

Gazlar;

Taşıyıcı gaz, Helyum : 2 ml/dk

Bölünme oranı : 1/50

2.2.8. İstatistiksel Analiz

Yapılan analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Windows tabanlı SAS 8.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Örnekler üzerine kurutma süresi ve kızartma süresi farklılıklarının etkisinin olup olmadığı tek faktör ve iki faktör varyans analizi ile tespit edilmiştir. Örnekler arasında farklılıkların belirlenmesi amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır [139].

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Örneklerle uygulanan analiz sonuçları

Denemelerde kullanılan rafine ayçiçeği yağına ait viskozite, peroksit, serbest yağ asidi, renk parametreleri ve yağ asidi kompozisyonu Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Kullanılmamış ayçiçeği yağına ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Özellikler	Ayçiçeği yağı
Viskozite (Pa.s)	76.27 ± 0.12
Peroksit değeri (PV, meq g O ₂ /kg)	5.42 ± 0.37
Serbest yağ asidi (%)	0.19 ± 0.00
a* değeri	-1.80 ± 0.00
b* değeri	7.65 ± 0.01
Miristik (C _{14:0})	0.07
Palmitik (C _{16:0})	6.26
Palmitoleik (C _{16:1})	0.12
Stearik (C _{18:0})	3.22
Oleik (C _{18:1})	37.03
Transoleik (C _{18:1})	0.62
Linoleik (C _{18:2})	51.09
Araşidik asit (C _{20:0})	0.26
Eikosenoik asit (C _{20:1})	0.13
Linolenik asit (C _{18:3})	0.18
Behenik asit (C _{22:0})	0.75
Eikosapentaenoik asit (C _{20:5})	0.22

Farklı sürelerde kurutulan patateslerin farklı sürelerde kızartmaları sonrası elde edilen yağ örneklerine ait serbest yağ asitliği değerlerinin ortalamaları Tablo 3.2’ de verilmiştir.

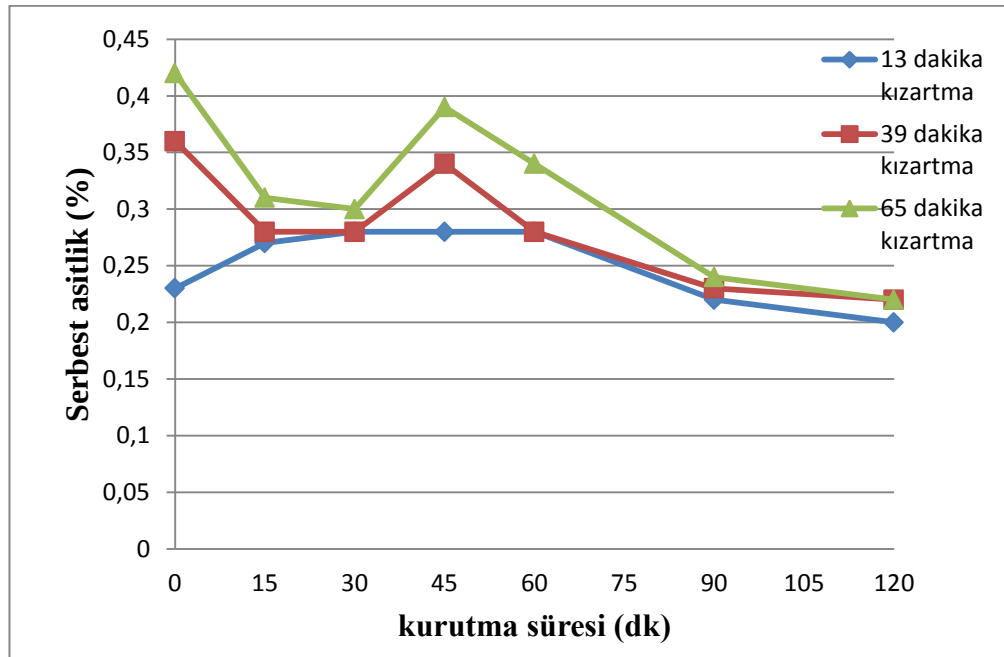
Tablo 3.2. Kızartma işlemi süresince yağın serbest yağ asitliği değerleri değişimi (% oleik asit cinsinden)

Kurutma süresi (dk)	Kızartma sayısı		
	1.kez kızartma (13 dakika kızartma)	3.kez kızartma (13x3 dakika)	5.kez kızartma (13x5 dakika)
0	0.23 ^{Cb} ± 0.00	0.36 ^{Ba} ± 0.00	0.42 ^{Aa} ± 0.01
15	0.27 ^{Aa} ± 0.02	0.28 ^{Ac} ± 0.00	0.31 ^{Acb} ± 0.00
30	0.28 ^{Aa} ± 0.04	0.28 ^{Ac} ± 0.00	0.30 ^{Ac} ± 0.02
45	0.28 ^{Ca} ± 0.00	0.34 ^{Bb} ± 0.00	0.39 ^{Aa} ± 0.00
60	0.28 ^{Ba} ± 0.00	0.28 ^{Bc} ± 0.00	0.34 ^{Ab} ± 0.00
90	0.22 ^{Ab} ± 0.00	0.23 ^{Ad} ± 0.00	0.24 ^{Ad} ± 0.02
120	0.20 ^{Bb} ± 0.00	0.22 ^{Ad} ± 0.00	0.22 ^{Ad} ± 0.00

* Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, p<0.05.

* Aynı satırdaki farklı büyük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, p<0.05.

Yağda serbest yağ asitliği içeriğinin belirlenmesi, kullanılmış kızartma yağlarının kalite kontrol değerlendirilmesinde tercih edilen yöntem olarak görülmektedir [62]. Tablo 3.2’ de de görüldüğü üzere, kızartma işlemi sırasında en yüksek serbest yağ asitliği değeri 5.kızartma denemesinde hiç kurutma uygulanmamış örneklerden elde edilen yağda bulunurken (%0.42); en düşük serbest yağ asitliği değeri ise 120 dakika kurutulmuş yağda (%0.22) belirlenmiştir. Herbir kurutma denemesinde yağın serbest yağ asitliği değerinde kızartma süresindeki artış ile birlikte düzenli artışlar meydana gelmiştir (Şekil 3.1). Hiç kurutma uygulanmayan örneklerde 1.kızartma sonunda %0.23 olan serbest asitlik, 5.kızartma sonunda %0.42’ye yükselmiştir. Bu artış kurutma süresi azaldıkça daha belirgin hale gelmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları (Tablo3.2), kızartma öncesi patateslere uygulanan kurutma işleminin yağın serbest yağ asitliği değeri üzerinde önemli etkisinin olduğunu göstermektedir (p<0.05).



Şekil 3.1. Ön kurutma ve kızartma süresinin yağın serbest yağ asitliğine etkisi

Yağın beş kez tekrarlanan derin yağda kızartma işlemleri süresince elde edilen peroksit değerlerine ait istatistiksel sonuçlar Tablo 3.3’ de verilmiştir. Tablo 3.3 incelendiğinde, kızartma işlemi süresince en yüksek peroksit değeri ön kurutma uygulanmamış patateslerin 3.kızartma sonunda 65.53 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir. Peroksit değerleri kızartma işlemleri sonunda başlangıç değerlerine göre artmıştır. 90 ve 120 dakika kurutulmuş örneklerin yağında bu artış 5 kızartma işleminde süreklilik göstermiştir. Diğer örneklerin yağında ise peroksit değerleri önce artmış, 3. kızartmadan sonra azalma göstermişlerdir.

Kızartma işlemleri süresince kurutma ve kızartma süresinin yağın peroksit değerleri açısından istatistiksel olarak önemli bir değişim ortaya koyup koymadığını belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçları Tablo 3.3’ de verilmiştir. Kurutma süresi peroksit değerinde düzensiz iniş çıkışlara sebep olmuştur. Kontrol ve 60 dk ön kurutma uygulanan örneklerde 1.kızartma sonunda peroksit değerleri sırası ile 37.64 ve 42.43 Pa.s bulunurken, 3.kızartma sonunda 65.53 ve 46.23 Pa.s’ ye artmış ve 5.kızartma sonunda 51.20 ve 39.88 Pa.s’ ye düşmüştür. Peroksit değerinde gözlenen bu sonuçlar, yağların oksidatif tepkimeler sonucu oluşan peroksitlerin ortam koşullarına bağlı olarak sekonder ürünlere parçalanması ve peroksitlerin parçalanma hızının oluşum hızından

daha yüksek olması ile açıklanabilir. 90 ve 120 dk ön kurutma uygulanan örneklerde ise, kızartma süresi arttıkça peroksit değerinde istatistiksel olarak önemli artışlar gözlenmiştir ($p<0.05$). 15, 30 ve 45 dk ön kurutma uygulanan örneklerde ise peroksit değeri, 3.kızartma sonunda artmış ve 5.kızartma sonunda tekrar azalmıştır.

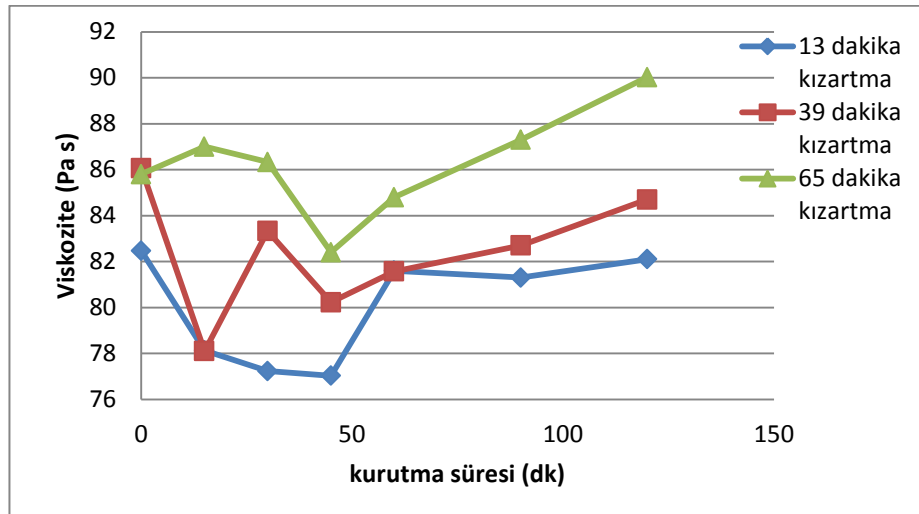
Tablo 3.3. Kızartma işlemi süresince yağın peroksit değerleri değişimi (meq O₂/kg yağ)

Kurutma süresi (dakika)	Kızartma sayısı		
	1.kez kızartma (13 dakika)	3. kez kızartma (13x3 dakika)	5. kez kızartma (13x5 dakika)
0	37.64 ^{Bc} ± 0.21	65.53 ^{Aa} ± 0.40	51.20 ^{BAa} ± 3.42
15	41.38 ^{Bb} ± 0.43	41.07 ^{Bb} ± 0.92	55.32 ^{Aa} ± 2.25
30	45.27 ^{Ba} ± 0.22	44.73 ^{Bb} ± 0.08	49.82 ^{Aba} ± 0.50
45	24.08 ^{Bd} ± 0.04	23.21 ^{Bd} ± 1.05	34.01 ^{Ac} ± 0.47
60	42.43 ^{Aba} ± 1.55	46.23 ^{Ab} ± 1.61	39.88 ^{Abc} ± 2.18
90	26.56 ^{Bd} ± 0.36	31.32 ^{Ac} ± 0.07	31.70 ^{Ac} ± 0.48
120	19.57 ^{Be} ± 0.02	22.94 ^{Bd} ± 1.78	31.30 ^{Ac} ± 0.70

* Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, $p<0.05$.

* Aynı satırdaki farklı büyük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, $p<0.05$.

Kızartma yağının viskozitesi kızartma süresi ve sıcaklığından önemli ölçüde etkilenmektedir ($p<0.05$). Tablo 3.4’ de gösterildiği gibi viskozite kızartma sayısı arttıkça artmaktadır. 15 ile 120 dakika kurutma sürelerinde yağ viskozitesi; 5.kızartma sonunda 82.4 ile 90.03 Pa.s arasında (yaklaşık %8.47’lik artış), 3.kızartma sonunda 87.1 ile 84.7 Pa.s arasında (yaklaşık %7.79’luk artış), 1.kızartma sonunda ise 77.03 ile 82.1 Pa.s (yaklaşık %6.16’lık artış) arasında değişmektedir (Şekil 3.2). Kızartma süresi yağ viskozitesini önemli ölçüde artırmaktadır ($p<0.05$) (Tablo 3.4). Ön kurutma uygulanmamış örneklerde 1.kızartma sonunda 82.47 Pa.s ölçülen viskozite 5.kızartma sonunda 85.8 Pa.s’ye yükselmiştir. Viskozite, bütün kurutma sürelerinde kızartma süresi arttıkça yükselmektedir (Şekil 3.2). Viskozitede gözlenen bu artış oksidasyon ve polimerizasyon reaksiyonlarından kaynaklanıyor olabilir.



Şekil 3.2. Ön kurutma ve kızartma süresinin yağın viskozitesine etkisi

İstatistiksel analiz sonuçları ön kurutma işlemi uygulanmış örnekler ve uygulanmamış örneğin viskoziteleri arasındaki farkın önemli olduğunu ortaya koymaktadır ($p < 0.05$) (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Kızartma işlemi süresince viskozite değişimi (Pa.s)

Kurutma süresi (dakika)	Kızartma sayısı		
	1. kez kızartma (13 dakika)	3. kez kızartma (13x3 dakika)	5. kez kızartma (13x5 dakika)
0	82.47 ^{Ba} ± 0.06	86.07 ^{Aa} ± 0.15	85.8 ^{Ae} ± 0.10
15	78.13 ^{Be} ± 0.06	78.10 ^{Bg} ± 0.00	87.00 ^{Ac} ± 0.10
30	77.23 ^{Cf} ± 0.06	83.33 ^{Bc} ± 0.15	86.33 ^{Ad} ± 0.06
45	77.03 ^{Cg} ± 0.06	80.23 ^{Bf} ± 0.06	82.4 ^{Ag} ± 0.17
60	81.6 ^{Bc} ± 0.10	81.57 ^{Be} ± 0.06	84.8 ^{Af} ± 0.10
90	81.3 ^{Cd} ± 0.06	82.7 ^{Bd} ± 0.10	87.3 ^{Ab} ± 0.06
120	82.10 ^{Cb} ± 0.00	84.7 ^{Bb} ± 0.00	90.03 ^{Aa} ± 0.06

* Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, $p < 0.05$.

* Aynı satırdaki farklı büyük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, $p < 0.05$.

Yağ örneklerinin renk parametreleri sonuçları Şekil 3.3' de verilmiştir. Kızartma süresi ilerledikçe renk gittikçe koyulaşmaktadır. Şekil 3.3 (a)'da görüldüğü gibi yağın a^* değeri (yeşilden kırmızıya) her bir kurutma süresinde kızartma süresi arttıkça artmaktadır. Bu artış istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$) (Tablo 3.5). a^* değeri kurutma süresince 60 dakikaya kadar artış göstermiş 90 dakika kurutma ile birlikte düşme gösterip 120 dakikada tekrar artış göstermiştir. Şekil 3.3 (b)'ye göre b^* değeri kızartma süresince artış göstermiştir ve istatistiksel analiz sonuçlarına göre (Tablo 3.6) kızartma süresi ve kurutma süresi b^* değerini önemli derecede etkilemektedir. Kurutma süresince b^* değeri de a^* değeri gibi 60 dakikalık kurutma süresine kadar artış gösterirken, 90 dakika kurutma ile birlikte b^* değerinde düşüş gözlenmiş, 120 dakikada ise tekrar artış gözlenmiştir. Renk parametreleri kurutulmuş örneklerde taze yağa göre daha yüksek a^* , b^* değerleri bulunmuş ve bu sonuçlar kullanılmış yağın taze yağa göre daha koyu, daha kırmızımsı ve daha sarımsı olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.5. Kızartma işlemi süresince yağın renk parametresi a^* değerinin değişimi

Kurutma süresi (dakika)	Kızartma sayısı		
	1. kez kızartma (13 dakika)	3. kez kızartma (13x3 dakika)	5. kez kızartma (13x5 dakika)
0	-2.42 ^{Ab} ± 0.00	2.73 ^{Bc} ± 0.00	3.06 ^{Cc} ± 0.00
15	-3.54 ^{Ad} ± 0.00	3.74 ^{Bd} ± 0.00	4.07 ^{Ce} ± 0.01
30	-3.62 ^{Ae} ± 0.00	3.87 ^{Bf} ± 0.00	4.14 ^{Cf} ± 0.00
45	-3.62 ^{Ae} ± 0.00	3.81 ^{Be} ± 0.00	4.00 ^{Cd} ± 0.01
60	-3.70 ^{Af} ± 0.00	4.05 ^{Bg} ± 0.01	4.36 ^{Cg} ± 0.00
90	-2.37 ^{Aa} ± 0.00	2.62 ^{Ba} ± 0.00	2.86 ^{Ca} ± 0.00
120	-2.43 ^{Ac} ± 0.00	2.70 ^{Bb} ± 0.00	3.00 ^{Cb} ± 0.00

* Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, $p<0.05$.

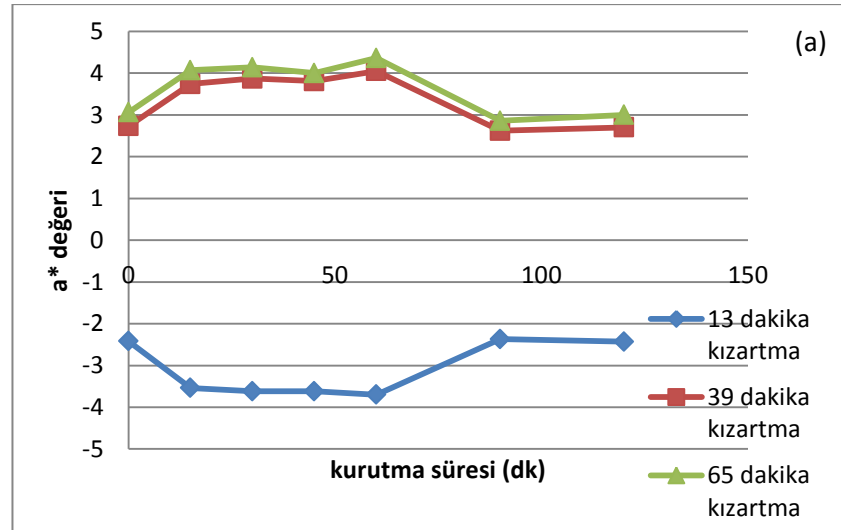
* Aynı satırdaki farklı büyük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, $p<0.05$.

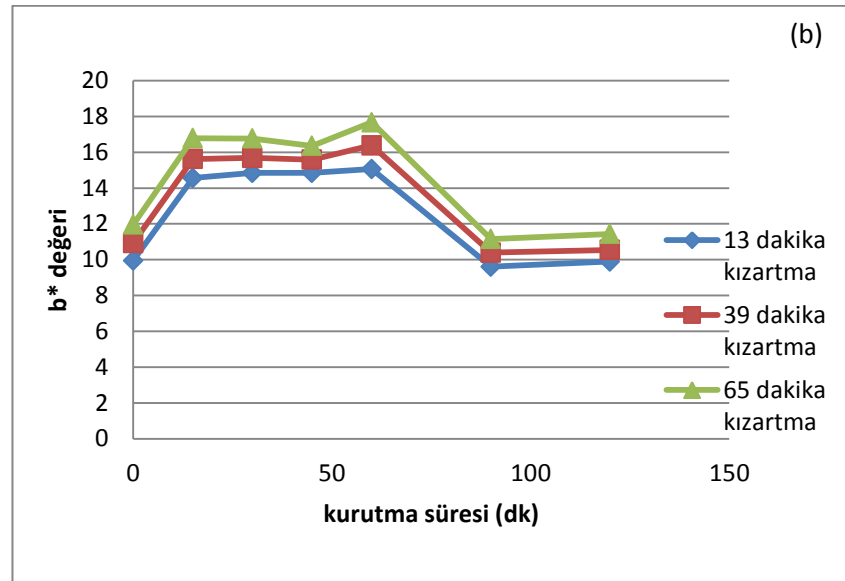
Tablo 3.6. Kızartma işlemi süresince yağın renk parametresi b* değerinin değişimi

Kurutma süresi (dakika)	Kızartma sayısı		
	1. kez kızartma (13 dakika)	3. kez kızartma (13x3 dakika)	5. kez kızartma (13x5 dakika)
0	9.95 ^{Cd} ± 0.00	10.93 ^{Be} ± 0.00	11.96 ^{Ae} ± 0.00
15	14.56 ^{Cc} ± 0.00	15.62 ^{Bc} ± 0.00	16.79 ^{Ab} ± 0.01
30	14.85 ^{Cb} ± 0.01	15.69 ^{Bb} ± 0.00	16.77 ^{Ac} ± 0.00
45	14.85 ^{Cb} ± 0.00	15.59 ^{Bd} ± 0.00	16.36 ^{Ad} ± 0.00
60	15.06 ^{Ca} ± 0.00	16.38 ^{Ba} ± 0.00	17.67 ^{Aa} ± 0.00
90	9.61 ^{Cf} ± 0.01	10.39 ^{Bg} ± 0.00	11.15 ^{Ag} ± 0.01
120	9.89 ^{Ce} ± 0.00	10.55 ^{Bf} ± 0.00	11.44 ^{Af} ± 0.01

* Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, p<0.05.

* Aynı satırdaki farklı büyük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, p<0.05.





Şekil 3.3. Ön kurutma ve kızartma süresinin yağın renk parametrelerine (a*, b*) etkisi

65 dakika süre ile kızartılan patateslerin kızartılması esnasında 1., 3. ve 5.kızartma sonlarında alınan yağ örneklerinde belirlenen yağ asidi kompozisyonu Tablo 3.7' de verilmiştir. Kızartılmadan önce ayçiçeği yağında miristik asit ($C_{14:0}$), palmitik asit ($C_{16:0}$), palmitoleik asit ($C_{16:1}$), stearik asit ($C_{18:0}$), oleik asit ($C_{18:1}$), transoleik ($C_{18:1t}$), linoleik asit ($C_{18:2}$), linolenik asit ($C_{18:3}$), araşidik asit ($C_{20:0}$), eikosenoik asit ($C_{20:1}$), behenik asit ($C_{22:0}$) ve eikosapentaenoik asit ($C_{20:5}$)' ten oluşan yağ asitleri Tablo 3.1.'de belirtildiği gibi %0.07 miristik asit, %6.26 palmitik, %0.12 palmitoleik, %3.22 stearik, %37.03 oleik, %0.62 transoleik, %51.09 linoleik, %0.26 eikosanoik asit, %0.13 gadoleik asit, %0.18 linoenik asit, %0.75 dokasanoik asit ve %0.22 eikodapentaenoik asit tespit edilmiştir. Kızartma işlemi sırasında 13., 39. ve 65. dakika sonlarında alınan yağ örneklerinin yağ asidi kompozisyonu Tablo 3.7' de belirtilen oranlarda bulunmuştur.

Tablo 3.7. Ön kurutma ve kızartma sürelerince yağ asitleri kompozisyonu

1.kez kızartma (13 dakika)

Kurutma süresi (dk)	Miristik C _{14:0}	Palmitik C _{16:0}	Palmitoleik C _{16:1}	Stearik C _{18:0}	Oleik C _{18:1}	Transoleik C _{18:1 trans}	Linoleik C _{18:2}	Araşidik C _{20:0}	Eikosenoik C _{20:1}	Linolenik C _{18:3}	Behenik C _{22:0}	Eikosapentaenoik C _{20:5}
0	0.07	6.30	0.12	3.26	37.34	0.65	50.64	0.26	0.12	0.18	0.77	0.28
15	0.07	5.93	0.13	3.54	36.22	0.57	51.95	0.27	0.14	0.17	0.72	0.29
30	0.07	5.92	0.13	3.48	36.00	0.62	52.18	0.28	0.14	0.17	0.73	0.29
45	0.08	5.92	0.13	3.50	35.96	0.71	52.10	0.27	0.14	0.18	0.72	0.28
60	0.08	6.14	0.14	3.53	35.88	0.72	51.54	0.27	0.14	0.18	0.73	0.28
90	0.07	6.51	0.13	3.36	35.32	0.75	52.21	0.27	0.13	0.19	0.78	0.29
120	0.07	6.33	0.12	3.27	37.30	0.75	50.55	0.26	0.12	0.19	0.75	0.28

3. kez kızartma (13x3 dakika)

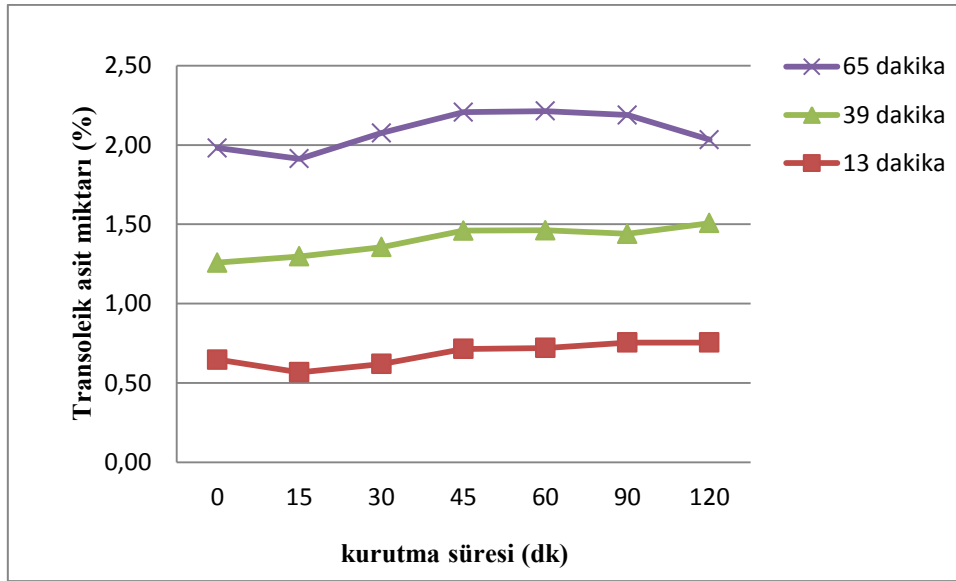
Kurutma süresi (dk)	Miristik C _{14:0}	Palmitik C _{16:0}	Palmitoleik C _{16:1}	Stearik C 18:0	Oleik C _{18:1}	Transoleik C _{18:1 trans}	Linoleik C _{18:2}	Araşidik C _{20:0}	Eikosenoik C _{20:1}	Linolenik C _{18:3}	Behenik C _{22:0}	Eikosapentaenoik C _{20:5}
0	0.09	6.51	0.13	3.32	37.58	0.61	50.13	0.27	0.12	0.19	0.76	0.28
15	0.07	5.96	0.13	3.52	36.17	0.73	51.81	0.28	0.14	0.17	0.73	0.28
30	0.07	5.96	0.13	3.51	36.11	0.74	51.85	0.28	0.14	0.17	0.74	0.29
45	0.08	5.95	0.13	3.50	36.06	0.75	51.92	0.27	0.14	0.18	0.73	0.28
60	0.08	5.98	0.13	3.52	36.13	0.74	51.80	0.28	0.14	0.17	0.74	0.29
90	0.07	6.35	0.12	3.29	37.46	0.69	50.40	0.27	0.12	0.19	0.76	0.28
120	0.07	6.40	0.13	3.30	37.61	0.75	50.13	0.26	0.13	0.19	0.75	0.28

Tablo 3.7. Ön kurutma ve kızartma sürelerince yağ asitleri kompozisyonu (devamı)

5. kez kızartma (13x5 dakika)

Kurutma süresi (dk)	Miristik C _{14:0}	Palmitik C _{16:0}	Palmitoleik C _{16:1}	Stearik C 18:0	Oleik C _{18:1}	Transoleik C _{18:1 trans}	Linoleik C _{18:2}	Araşidik C _{20:0}	Eikosenoik C _{20:1}	Linolenik C _{18:3}	Behenik C _{22:0}	Eikosapentaenoik C _{20:5}
0	0.07	6.42	0.12	3.32	37.71	0.72	49.99	0.27	0.12	0.19	0.77	0.29
15	0.07	6.03	0.13	3.55	36.40	0.61	51.58	0.28	0.14	0.18	0.74	0.29
30	0.08	6.12	0.12	3.54	36.50	0.72	51.49	0.27	0.14	0.17	0.74	0.26
45	0.08	6.00	0.13	3.53	36.26	0.75	51.64	0.28	0.14	0.18	0.74	0.29
60	0.08	6.02	0.13	3.55	36.27	0.75	51.51	0.28	0.14	0.18	0.75	0.29
90	0.08	6.40	0.12	3.31	37.61	0.75	50.09	0.27	0.12	0.19	0.77	0.28
120	0.07	6.44	0.12	3.31	38.02	0.52	49.99	0.26	0.12	0.19	0.73	0.24

Tüm kızartma sürelerinde stearik, transoleik asit ve eikosapentaenoik asit oranı istatistiksel olarak anlamlı miktarda artmıştır ($p<0.05$). Bütün kurutma sürelerinde kızartma sayısı arttıkça linoleik asit miktarı azalmaktadır. Linoleik asit miktarı kızartma sayısı arttıkça istatistiksel olarak önemli ölçüde azalmaktadır ($p<0.05$). Kızartma süresi transoleik asit miktarını önemli ölçüde artırmaktadır ($p<0.05$). Kızartma süresi arttıkça transoleik miktarı artmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Ön kurutma ve kızartma süresinin yağın transoleik asit (%) miktarına etkisi

Kızartma ve kurutma süresinin patates dilimlerinin nem içeriğindeki değişimi Tablo 3.8’ de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kızartma ve kurutma süresi patatesin nem içeriğini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemektedir ($p<0.05$). Kurutma süresi arttıkça nem içeriği önemli düzeyde azalmaktadır ($p<0.05$). Aynı şekilde kızartma süresi arttıkça da nem içeriği önemli düzeyde azalmaktadır ($p<0.05$). Ön kurutma uygulanmamış örneklerde nem içeriği 5 dk kızartma işlemi için %67.46 iken kızartma süresi 13 dk olduğunda nem içeriği %24.83’lük azalmış ancak ön kurutma süresi 120 dk olduğunda nem içeriğinde yaklaşık %33’lük bir azalma göstererek %45.13’e düşmüştür. Kızartma süreleri arasındaki % nem içeriğindeki azalma açısından bakıldığında kurutma süresi arttıkça nem içeriğindeki düşüşlerin yüzdesi azalmaktadır.

Tablo 3.8. Kızartma işlemi süresince patates dilimlerinin nem içeriğinin değişimi

Kurutma süresi (dk)	Kızartma süresi (dk)		
	5	10	13
0	67.46 ^{Aa} ± 0.53	61.14 ^{Ba} ± 0.67	50.71 ^{Ca} ± 0.96
15	63.10 ^{Ab} ± 0.20	57.81 ^{Bba} ± 0.29	49.64 ^{Cba} ± 0.33
30	62.26 ^{Ab} ± 1.07	56.17 ^{Bb} ± 0.24	47.34 ^{Cb} ± 0.32
45	58.57 ^{Ac} ± 1.34	55.23 ^{Abc} ± 0.13	43.89 ^{Bc} ± 0.07
60	54.07 ^{Ad} ± 0.90	51.93 ^{Bc} ± 0.08	43.85 ^{Cc} ± 0.12
90	49.97 ^{Ae} ± 0.17	48.09 ^{Bd} ± 0.67	42.96 ^{Cc} ± 0.01
120	45.13 ^{Af} ± 0.21	42.58 ^{Be} ± 0.53	41.11 ^{Bc} ± 0.05

* Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, p<0.05.

* Aynı satırdaki farklı büyük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, p<0.05.

Tablo 3.9. Kızartma işlemi süresince patates dilimlerinin yağ içeriğinin değişimi

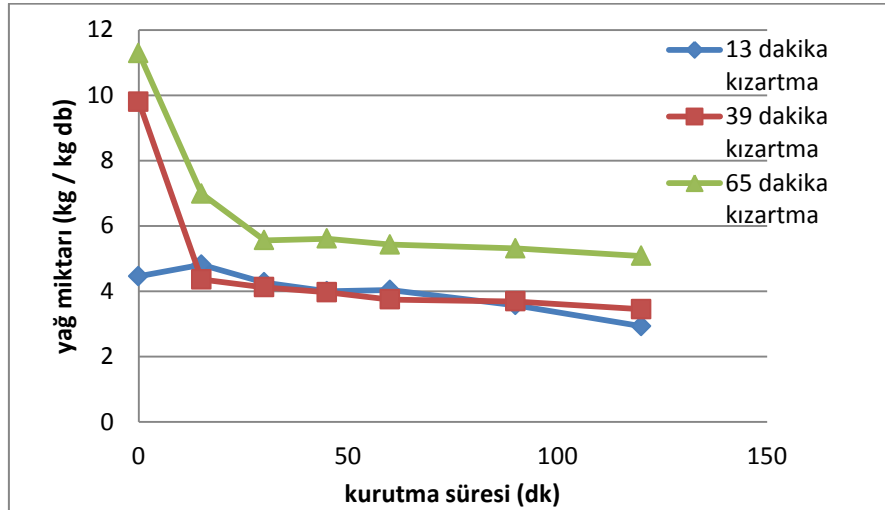
Kurutma süresi (dk)	Kızartma süresi (dk)		
	5	10	13
0	4.46 ^{Ba} ± 0.53	9.8 ^{Aa} ± 0.67	11.29 ^{Aa} ± 0.96
15	4.81 ^{Ba} ± 0.20	4.36 ^{Bb} ± 0.29	6.99 ^{Ab} ± 0.33
30	4.27 ^{Aa} ± 1.07	4.12 ^{Ab} ± 0.24	5.56 ^{Ac} ± 0.32
45	4.00 ^{Aa} ± 1.34	3.97 ^{Ab} ± 0.13	5.61 ^{Ac} ± 0.07
60	4.04 ^{Aa} ± 0.90	3.75 ^{Ab} ± 0.08	5.43 ^{Ac} ± 0.12
90	3.57 ^{Ba} ± 0.17	3.69 ^{BAb} ± 0.67	5.31 ^{Ac} ± 0.01
120	2.93 ^{Ba} ± 0.21	3.45 ^{Bb} ± 0.53	5.08 ^{Ac} ± 0.05

* Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, p<0.05.

* Aynı satırdaki farklı büyük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, p<0.05.

Patates dilimlerinin yağ içeriğindeki değişime kurutma ve kızartma süresinin etkisi Tablo 3.9’ da verilmiştir. Yağ içerikleri karşılaştırıldığında hiç kurutulmamış patates dilimlerinde %4.46 iken, 120 dakika kurutulmuş patates dilimlerinde %2.93’ e düşmüştür. Kızartma süresince ise hiç kurutulmamış örneklerde %4.46 olan yağ içeriği 13. dakika kızartma sonunda %11.29’ a yükselmiştir. Kızartma süresince yağ artışı ön kurutma uygulanmış örneklerde de

gözlendi (Şekil 3.5). Bu farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Kızartma süresinin artması patates dilimlerinin yağ içeriğinde artışa sebep olurken ön kurutma ile bu artış % olarak azaltılmıştır. Kızartma işlemi sırasında kızartma süresi 5 dakikadan 13 dakikaya çıkınca ön kurutma uygulanmamış örneklerde 13 dk sonunda 5dk kızartmaya göre yağ emilimi % 153 artarken 120 dk ön kurutma uygulanmış örneklerde %73.4 olmuştur.



Şekil 3.5. Ön kurutma ve kızartma süresinin patates dilimlerinin yağ alımına etkisi

Patates dilimlerinin renk parametrelerine ait değerler (a^* , b^*) Tablo 3.10' da verilmiştir. Ön kurutma işlemi patates dilimlerinin renk parametrelerini önemli derecede etkilemektedir (Tablo 3.10-11).

Tablo 3.10. Kızartma işlemi süresince patates dilimlerinin renk parametresi a^* değerinin değişimi

Kurutma süresi (dk)	Kızartma süresi (dk)		
	5	10	13
0	-1.75 ^{Cd} ± 0.37	0.46 ^{Bb} ± 1.25	2.22 ^{Cb} ± 0.56
15	-1.56 ^{Cdc} ± 0.35	0.88 ^{Bb} ± 0.47	2.85 ^{Ab} ± 1.01
30	-1.25 ^{Cdc} ± 0.61	3.25 ^{Ba} ± 0.91	6.12 ^{Aa} ± 1.16
45	-0.69 ^{Cbc} ± 0.44	3.40 ^{Ba} ± 0.83	6.76 ^{Aa} ± 0.67
60	0.31 ^{Ca} ± 0.57	4.02 ^{Ba} ± 0.52	7.09 ^{Aa} ± 0.48
90	0.79 ^{Ca} ± 0.49	4.25 ^{Ba} ± 0.51	7.29 ^{Aa} ± 0.18
120	0.20 ^{Cba} ± 0.06	4.41 ^{Ba} ± 0.36	7.52 ^{Aa} ± 0.41

* Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, $p < 0.05$.

* Aynı satırdaki farklı büyük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, $p < 0.05$.

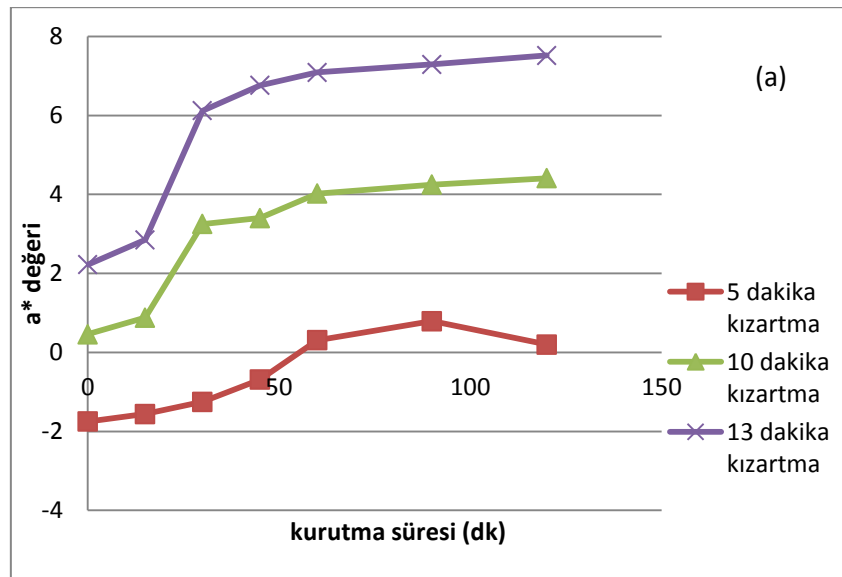
Tablo 3.11. Kızartma işlemi süresince patates dilimlerinin renk parametresi b* değerinin değişimi

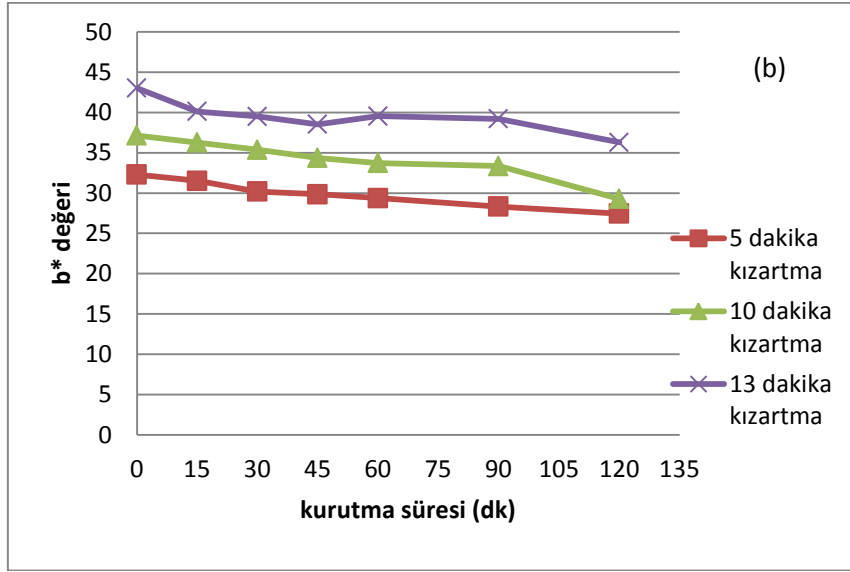
Kurutma süresi (dk)	Kızartma süresi (dk)		
	5	10	13
0	32.30 ^{Ba} ± 2.36	37.14 ^{Ba} ± 3.86	43.02 ^{Aa} ± 3.41
15	31.53 ^{Cba} ± 2.59	36.26 ^{Ba} ± 0.84	40.12 ^{Aba} ± 2.48
30	30.19 ^{Cbac} ± 0.96	35.38 ^{Ba} ± 2.09	39.51 ^{Aba} ± 2.21
45	29.86 ^{Cbac} ± 0.95	34.37 ^{Ba} ± 2.55	38.34 ^{Ab} ± 1.25
60	29.37 ^{Cbac} ± 1.34	33.72 ^{Ba} ± 1.55	39.54 ^{Aba} ± 2.17
90	28.32 ^{Cbc} ± 2.41	33.34 ^{Bba} ± 1.59	39.21 ^{Aba} ± 2.26
120	27.45 ^{Bc} ± 2.16	29.28 ^{Bb} ± 1.45	36.29 ^{Ab} ± 1.08

* Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, p<0.05.

* Aynı satırdaki farklı büyük harfle belirtilen değerler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir, p<0.05.

b* parametresi değeri kurutma süresi ilerledikçe azalış gösterirken kızartma süresi ilerledikçe artış göstermektedir. Kurutma ve kızartma süresinin b* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). En yüksek b* değeri hiç kurutulmamış örnekten elde edilirken en düşük değeri 120 dk kurutma örneğinin 5 dk kızartılması ile elde edilmiştir. Patates dilimlerinin renk parametrelerinde aynı süre kızartma işlemleri için kurutma süresi arttıkça b* değerinde düşüş, a* değerinde artış görülmüştür (Şekil 3.6).





Şekil 3.6. Ön kurutma ve kızartma süresinin patatesin renk parametrelerine (a^* , b^*) etkisi

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma ve Sonuç

Patates dilimlerine uygulanan altı farklı ön kurutma ve üç farklı kızartma süresinin ele alındığı bu çalışmada, elde edilen patates dilimlerinde nem, yağ alımı ve renk analizleri, yağ örneklerinde ise peroksit, serbest asitlik, yağ asidi kompozisyonu, viskozite ve renk parametreleri incelenmiştir. Kızartılmış yağın serbest asitlik değerleri %0.2 ile %0.42 arasında bulunmuştur. Genel olarak yağın serbest asitliğinde kurutma süresi arttıkça istatistiksel olarak önemli azalmalar, kızartma süresi arttıkça istatistiksel olarak önemli artışlar görülmüştür ($p<0.05$). Kayahan [35], kızartmada kullanılacak yağların serbest asitlik değerinin %0.1'den az olması gerektiğini bildirmiş, yemeklik ayçiçeği yağı kriterlerine göre bu değerin en çok %0.3 olabileceği bildirilmiştir. Kızartma işlemi için kullandığımız ayçiçeği yağının işlem öncesi serbest asitlik değeri %0.19 çıkmış olup bu değerler arasında yer almaktadır. Kızartma işlemi sırasında serbest asitliğin en fazla “Kızartmada Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği” ne göre %2.5 asit değeri olacağı belirtilmiştir. Sonuçlarımıza göre hiçbir kurutma ve kızartma süresinde bu değere ulaşan serbest asitlik olmamıştır. Derin yağda kızartma işlemi süresince serbest yağ asitliği değerlerinde belirlediğimiz düzenli artışlar, Kayahan [140] ayçiçeği yağı ve zeytinyağında, Gürtürk [141] ayçiçeği yağında, Warner ve ark. [142] çeşitli kanola yağlarında, Che Man ve Wan Hussin [143] palm ve hindistan cevizi yağlarında, Maskan ve Bağcı [127] ayçiçeği yağlarında patatesler kullanmak suretiyle gerçekleştirdikleri derin yağda kızartma denemelerinde elde edilen değişimlerle uyum sağlamaktadır. Bozulmuş bir yağın yüksek miktarda serbest yağ asitleri içerdiği bildirilmektedir [144]. Kızartma işlemi sırasında

hidrolitik ve oksidatif oksidasyon [62, 145, 146] olayları sonucunda meydana gelen serbest yağ asitleri değerlerindeki önemli değişimlere hava oksijeni ve gıda maddesinin yapısındaki su neden olmaktadır [128, 128]. Kurutma işlemi yağın serbest yağ asitliğinde önemli etkiye sahiptir. Kızartma işlemi sırasında yağ, yüksek sıcaklık derecelerinde (160-180°C) defalarca aralıksız olarak hava ve nem varlığında kullanılmaktadır [127]. Kurutma işlemi gıdanın nem içeriğinde azalmayı sağlayarak gıdadan yağa geçen su oranını azaltmaktadır. Böylece hidroliz reaksiyonları ile oluşan serbest yağ asidi miktarı azalmaktadır. Hidrolitik oksidasyon, daha çok nispeten yüksek sıcaklığa sahip ve sulu ortamlarda gliserid moleküllerinin gliserol ve yağ asitlerine hidrolizi sonucu meydana gelmektedir [147]. Hidroliz oranı ise yağın miktarına, cinsine ve ilk baştaki serbest yağ asidi seviyesine bağlı olarak değişmektedir [62, 145]. Başlangıç seviyesi ne kadar yüksek olursa, hidrolizle meydana gelecek serbest yağ asitleri de o kadar yüksek olacaktır. Ayrıca kızartma süresinde yağın serbest yağ asitliğini etkilemektedir. Uzun süre aynı şartlarda sürdürülen kızartma işlemlerinde serbest yağ asitliği artmaktadır [61]. Elde ettiğimiz sonuçlara göre bütün kurutma sürelerinde kızartma süresi arttıkça yağın serbest yağ asitliğinin arttığı gözlenmiştir. Chung ve ark. [61], yaptıkları çalışma ile kızartma süresi arttıkça serbest asitliğin arttığını bildirmişlerdir. Genelde kullanılmakta olan kızartma yağları için en fazla %2.5 serbest yağ asidi içeriği kullanılabilir olarak rapor edilmektedir ve bu değerleri aştığında kızartma yağının atılması tavsiye edilmektedir [35]. Kızartma sırasında serbest yağ asitleri hem oksidasyon hem de hidrolizden dolayı oluşmaktadır. Gıda ile kızartma yağına su girdiği ve hidrolizin artmasına neden olduğu, bununda serbest yağ asidi değerini artırdığı bilinmektedir. Hidroliz miktarı yağın miktarına, cinsine ve ilk baştaki serbest yağ asidi içeriğine bağlı olarak değişebilmektedir. Başlangıç seviyesi ne kadar yüksek olursa, hidroliz ile meydana gelecek serbest yağ asidi de o kadar yüksek olması beklenmektedir. Serbest yağ asitliği değerlerinin artışıyla hidroliz kadar, oksidasyonla bazı yağ asidi zincirlerinin daha kısa zincirli yağ asitlerine parçalanması ve bazı yağ asitlerinin trigliserit halindeyken oksitlenerek karbonil bileşiklerine dönüşümüyle birlikte oluşan karboksilik asit de etkili olmaktadır [148]. Ancak serbest yağ asitliğinin titrasyon yöntemi ile belirlenmesinde, oksidasyonla oluşan asitlerle hidroliz sırasında oluşan asitler birbirinden ayırt edilememektedir [149, 150].

Peroksit oluşumu acılaşma ve toksikolojik açıdan bakıldığında önemli bir kaygı sebebi olmaktadır. Peroksitler, serbest radikaller, malonaldehit ve çeşitli kolesterol oksidasyon

ürünleri gibi gıdaların yağ oksidasyonu sonucu ortaya çıkan ürünlerin koroner kalp hastalıklarını ve diğer sağlık rahatsızlıklarını teşvik ettiği bildirilmiştir [151]. Derin kızartma sırasında peroksitlerin düzensiz iniş ve çıkışlar göstermesi, kızartma şartlarına dayanıklı olmayıp, ısı değişimlerine karşı hassas olmalarına ve mevcut şartlarda karbonil ve hidroksil bileşiklerine parçalanmalarına bağlanabilir. Peroksitler yağ bozulmasının başlangıcında meydana gelip ortamdaki koşullara bağlı olarak bozulma süresince değişik hızla parçalanarak başka bileşikler oluşturmaktadır. Çeşitli araştırmalarda da [152, 153, 154] bizim sonuçlarımızda olduğu gibi değişen kızartma süresine bağlı olarak peroksit değerinin değişken olduğu ve iniş çıkışlar gösterdiği saptanmıştır. Peroksitler kızartma sırasında bozunmaya uğrayıp ikincil bileşikleri oluşturduğundan bozunmanın bir ölçütü olarak kullanılması önerilmemektedir. Bunun için yağ asidi kompozisyonu ya da serbest asitlik içeriği ile karşılaştırma yapılarak yağın bozunmuşluğu hakkında fikir sahibi olunabilir. Yağ asidi kompozisyonu dikkate alındığında linoleik asit içeriği kurutma süresi arttıkça artış göstermektedir. Bu artış bozulmamışlığın bir göstergesi olarak tanımlanabilir. Kontrol örneklerinde kızartma sayısı arttıkça linoleik asit içeriği azalırken, peroksit değerlerinde önce artış sonrasında ise peroksitlerin ikincil ürünlere parçalanmasından kaynaklanan düşüş gözlenmiştir. Linoleik asit içeriği kontrol örneklerinde 1., 3. ve 5.kızartma sonunda sırası ile 50.64, 50.13 ve 49.99, 15dk kurutma uygulanan örneklerde ise 51.95, 51.81 ve 51.58 olarak bulunmuştur. Peroksit değerleri ise 1., 3. ve 5.kızartma sonunda sırası ile 37.64, 65.53 ve 51.20 meq O₂/kg; 15dk kurutma uygulanan örneklerde ise 41.38, 41.07 ve 55.32 meq O₂/kg olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, kurutma işleminin yağın bozunmasını geciktirdiği söylenebilir.

Derin yağda kızartma işlemlerinde yağın viskozitesi kızartma süresine ve sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Elde edilen sonuçlara göre kızartma sayısı arttıkça yağ viskozitesinde istatistiksel olarak önemli artışlar gözlenmiştir ($p < 0.05$). Kullanılmamış yağ viskozitesi 76.27 Pa.s iken 5.kızartma sonucunda ön kurutma uygulanmamış örneklerde 85.8 Pa.s bulunmuştur. Kızartma öncesi kurutma işlemi ile yağ viskozitesinde düzenli azalmalar tespit edilememiştir. Kızartılmış ürün kalitesini kontrol altında tutmak için viskozite değişimi dikkate alınmalıdır. Defalarca kullanılmış yağlarda havanın (otooksidasyon) ve suyun (hidrolitik bozulma) etkisi ile yağda bozunmalar olmaktadır. Viskozite, yağın bozunma ürünlerinden oldukça etkilenmekte ve dimerlerin, trimerlerin, polimerlerin, epoksitlerin, alkollerin ve

hidrokarbonların oluşması ile yükselmektedir [62, 155]. Kızartma işlemi sırasında, yağ bir ısı transfer ortamı gibi davranmaktadır. Artan sıcaklık ile birlikte yağ kalınlaşabilir ve daha viskoz bir hal alabilmektedir. Yağın kalınlaşması ısı transfer hızını azaltmakta ve gıdanın pişmesi ve kızartılmış rengini kazanması için gereken süreyi artırmaktadır [66].

Yağın rengi yağ kalitesini belirlemede yaygın olarak kullanılan bir indekstir. Kızartma süresince ısıtılan yağ rengi, açık sarı renkten turuncu- kahverengine doğru değişmektedir. Bu değişim oksidasyon, polimerizasyon ve diğer kimyasal değişimlerin sonucu ortaya çıkmaktadır [71, 156]. Kızartma sayısı arttıkça yağın rengi koyulaşmakta ve böylece a^* değeri artmaktadır. Kurutma işlemi ile yağın a^* değerinde beklenen düzenli azalmalar tespit edilememiştir ancak artan kızartma sayısı ile a^* değerlerinde düzenli artışlar elde edilmiştir. Ön kurutma uygulanmamış örneklerde 1.kızartma sonu a^* değeri -2.42 bulunurken 5.kızartma sonunda 3.06'ya yükselmiştir. Ön kurutma uygulanan örneklerde de kızartma sayısı ile a^* değerinde artış tespit edilmiştir. b^* değeri de kızartma sayısı ile düzenli olarak artmaktadır. Ön kurutma uygulanmamış örneklerde 1.kızartma sonunda 9.95 bulunurken 5.kızartma sonunda 11.96'ya yükselmiştir. Kızartma işlemi sırasında yağda meydana gelen bozulmaların ve oluşan bileşiklerin etkisi ile yağ renginde koyulaşma olduğu ve bunun sonucu olarak a^* ve b^* değerlerinde artma olduğu düşünülmektedir.

Yağ asidi kompozisyonlarından elde edilen sonuçlara göre palmitik asit, stearik asit, oleik asit, transoleik ve linoleik asit haricindeki diğer yağ asitleri üzerine kurutma ve kızartma süresinin istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı bulunmuştur. Kızartma ve kurutma süresinin etkisi palmitik, stearik ve transoleik asit miktarlarında önemli iken, oleik asit ve linoleik asit miktarlarında sadece kızartma süresinin etkisi önemlidir ($p<0.05$). Palmitik asit miktarı kızartma sayısı arttıkça istatistiksel olarak önemli miktarda artış göstermiştir ($p<0.05$). Ön kurutma uygulanmamış örneklerde 1.kızartma sonunda %6,3 iken 5.kızartma sonunda %6.42'ye yükselmiştir. Bu artış kızartma işleminin doğası gereği yağların bozunması ve işlem süresinin bir fonksiyonu olarak bu bozunmaların ilerlemesiyle sürekli olarak artmaktadır. Houhoula ve ark. [157] ve Gerde ve ark. [158] kızartma işlemi süresince palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarlarındaki işlem süresinin bir fonksiyonu olarak artışlar meydana geldiği belirlemişlerdir. Doymamış yağ asitleri üzerinden yürüyen otooksidasyon olaylarının kızartma işlemi koşullarındaki yüksek sıcaklık, nem, yağ ile temastaki hava miktarına bağlı

olarak hızlanmasıyla doymamış yağ asitlerindeki çift bağların kopması ve daha küçük molekül ağırlığındaki maddelere dönüşümleri palmitik asit artışında etkili olduğu bildirilmektedir [159]. Ulusoy ve ark. [130] yağların derin kızartıcıda yalnızca ısıtılmasında dahi palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarında sürekli bir artış söz konusu olduğunu bildirmişlerdir.

Ayçiçeği yağı kızartma öncesi bulunan yağ asidi miktarı sonuçları daha önceden yapılmış olan ayçiçeği yağı yağ asidi kompozisyonu çalışmalarına benzerlik göstermektedir [44, 45, 160, 161]. Ayçiçeği yağında en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak linoleik asit tespit edilmiştir. Fernandez [162]'in İspanya'da patates cipsleri üzerine yapmış olduğu çalışmada en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi linoleik asit olmuştur. Aynı şekilde Tavella ve ark. [163]'nın Arjantin'de patates cipsleri üzerine yapmış olduğu çalışmada en yüksek yağ asidi yüzdesi linoleik asit (%65.52) olarak tespit edilmiştir. Huang ve ark. [164]'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 elde ettiğimiz sonuçlarda en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak %51.09 linoleik asit ile bu çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Kızartma sayılarına göre ortalama stearik asit ($C_{18:0}$) miktarlarının, yağlarda yüksek işlem sıcaklıklarında gıdaların kızartılması sırasında işlem süresinin ilerlemesiyle artan nem ve yağ ile temastaki hava miktarına bağlı olarak hızlanan bozunmaların bir sonucu olarak istatistiksel açıdan önemli ölçüde arttığı görülmektedir ($p < 0.05$). Ön kurutma uygulanmamış örneklerde stearik asit miktarı 1.kızartma sonunda %3.26 iken, 5.kızartma sonunda %3.32'ye ulaşmıştır. Stearik asit ($C_{18:0}$) miktarlarında elde ettiğimiz artışlar, kızartma işlemi sırasında doymamış yağ asitlerinin bozunarak daha küçük molekül ağırlığındaki bileşiklere dönüşümleri ve buna bağlı olarak doymamış yağ asitleri miktarlarında meydana gelen azalmalarla açıklanmaktadır [159]. Benzer bir sonuçla, Gerde ve ark. [158] kızartma işlemi süresince stearik asit ($C_{18:0}$) miktarlarının arttığını ifade ederken, Ulusoy ve ark. [130] yağların derin kızartıcıda yalnızca ısıtılmasında dahi aynı sonucun elde edildiğini bildirmişlerdir. Buna karşın, Daniel ve ark. [165] çeşitli yağların stearik asit ($C_{18:0}$) miktarlarında işlem koşullarına bağlı olarak bir düşüş kaydedildiğini bildirmişlerdir. Stearik asit ($C_{18:0}$) miktarlarındaki azalmalar, bu yağ asidinde kuvvetli oksidatif tepkimelerin meydana gelmesiyle çeşitli oksidasyonu ürünlerine dönüşümle de açıklanabilmektedir [35]. Linoleik asidin oksidasyonu oleik asidin oksidasyonundan 64

kez, linolenik asidin oksidasyonu ise 1200 kez daha hızlıdır [131]. Çift bağ sayısı arttıkça oksidasyon hızının da artması nedeniyle en yüksek linolenik asit içeriğine sahip olan yağın derin yağda kızartma işlemi sırasındaki bozunmaya daha elverişli olduğu söylenebilmektedir [76].

Transoleik asit ($C_{18:1}$) oranları üzerine kurutma süresinin ve kızartma sayısının etkisini belirlenmek için yapılan varyans analizi sonucunda, kurutma süresinin ve kızartma sayısının transoleik asit ($C_{18:1}$) oranları üzerine istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Rafine sıvı yağlarda trans yağ asitlerinin olmadığı [166] ve rafinasyon işlemi ile trans yapı oluşmadığını bildirmektedir [167]; Greyt ve ark. [168], rafine bitkisel sıvı yağlarda trans yağ asitlerinin özellikle trans $C_{18:2}$ ve trans $C_{18:3}$ ün rafinasyon işleminin deodorizasyon aşamasındaki yüksek sıcaklığın etkisi etkisi ile oluştuğunu bildirmektedirler. Kızartma işlemi sırasındaki trans yağ asitleri artışının ısı muamelesinden kaynaklandığı ve kızartma sayısına paralel biçimde transoleik asit miktarının arttığı bildirilmektedir [89]. Romero ve ark. [169], kızartma öncesinde ekstra sızma zeytinyağında bulunmayan transoleik asit ($C_{18:1}$) izomerlerinin işlem sırasında oluştuğunu, ayçiçeği yağlarında belirlenen transoleik asit ($C_{18:1}$) oranlarının da işlem süresince arttığı bildirilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi yemeklik zeytinyağları hakkındaki tebliğde riviera zeytinyağı yağ asidi bileşimlerinde toplam translinoleik ($C_{18:2}$) asit ve toplam translinolenik asit ($C_{18:3}$) oranları toplamı için %0.30 düzeyinde, toplam transoleik asit miktarı için %0.20 düzeyinde yasal limit belirlenmiştir [170]. Türk Gıda Kodeksi bitki adı ile anılan yemeklik yağlar tebliğinde ise riviera zeytinyağı ve diğer sıvı yağlar için transoleik ($C_{18:1}$) asit oranları ile ilgili bir limit yer almamaktadır [171].

Derin kızartma sırasında yağ hava ve nem varlığında yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmaktadır. Bu yüksek ısıdan dolayı kızartma sırasında hidroliz, oksidasyon, doymamış yağ asitlerinin polimerizasyonu vb. olmak üzere çeşitli kimyasal reaksiyonlar meydana gelmektedir. Bu reaksiyonlar sırasında ve sonucunda oluşan parçalanma ürünleri uçucu ve uçucu olmayan bileşikler ihtiva ederler. Kızartma sırasında buhar distilasyonu aracılığı ile uçucu bileşiklerin büyük bir kısmının yok olmasına karşın, bir kısmı yağda kalmakta ve kızartılan gıda tarafından alıkonulmaktadır. Uçucu olmayan parçalanma ürünleri, kızartma

ortamında mevcut doymamış yağ asitlerinin polimerize olmaları ve ısısal oksidasyonu sonucu şekillenirler. Bu bileşikler sadece kızartma yağında kalmayıp, aynı zamanda kızartılan gıda tarafından da absorbe edilerek tüketicinin diyetine dâhil olurlar. Bu nedenlerle gıdanın içeriğinde bulunan nem oranı büyük önem taşımaktadır. Nem içeriği kızartma öncesi uygulanan bir takım işlemlerle azaltılarak hem yağın hem de kızartılan gıdanın sağlık açısından taşıdığı risk azaltılabilir. Kızartma öncesi patateslere uygulanan kurutma işlemi bunlardan birisi olup patates dilimlerinin nem içeriğini azaltarak hem yağ alımını azaltmakta hemde yağda su kaynaklı oluşan kimyasal reaksiyonları aza indirerek oluşan zararlı bileşik miktarını azaltmaktadır [31, 62].

Kızartma işlemi süresince patates dilimlerinin % yağ içerikleri kızartma süresi ilerledikçe artmaktadır. Bu kompozisyonel değişiklikler kızartma işlemi boyunca suyun kaybedilmesi ve kızartma ortamındaki yağın patates dilimlerine emilimine bağlıdır. Yağ emilimi birçok faktörden etkilenmektedir. Blumenthal [172], yağ bozulmalarının patatesin yağ emilimini artırdığını bildirmiştir. Bu, çalışmamızda kızartma süresi ilerledikçe patates dilimlerindeki % yağ oranlarının daha önceki dakikalara göre artmasının sebebi olarak açıklanabilir. Kurutma işlemi ile patateslerin yağ emiliminde azalmalar tespit edilmiştir. 13 dk kızartma ile patates dilimlerinin yağ içerikleri 15, 30, 45, 60, 90 ve 120 dk kurutma süreleri için sırası ile %4.81, %4.27, %4.00, %4.04, %3.57, %2.93 olarak bulunmuştur. Daniel ve ark. [165], yaptıkları çalışmada 8 saatte 12 kg patates kızartmışlar ve başlangıç yağ içeriği %4.1 olan yarı işlenmiş dondurulmuş patateslerin 5 dakika kızartma sonunda yağ içeriği %11.4' e yükselmiştir. Bu oran bizim bulduğumuz sonuçlara uyum sağlamaktadır.

Kızartma sayısı artıkça kızartma yağı bozunduğu için kızartılan ürünün yağ emilimini artmaktadır. Elde edilen bulgulara göre ön kurutma uygulanmamış örneklerde 5 dk kızartma sonunda yağ içeriği %4.46 iken 13 dakika kızartma sonunda %11.29'a yükselmiştir. Yapılan bir çalışmada 500 g patates 15 kez 3 lt lik ayçiçeği yağında taze yağ ilave edilmeksizin kızartılmaktadır. Kızarmış patatesin yağ içeriği kızartma sayısı ile birlikte %26.7' den %29.5'a kadar istatistiksel olarak önemli miktarda artmıştır ($p<0.05$). Blumenthal ve ark. [173] göre yağın bozunma miktarı artıkça yağda oluşan polar madde miktarı artmakta ve kızartılan ürünün yağ içeriği artmaktadır. Ancak Sebedio [174], fıstık veya soya yağında 1. ile 30.kızartma sonunda ürünün yağ emiliminde önemli bir fark olmadığını bildirmiştir.

Ön kurutma uygulanmış patates dilimlerinde ise kurutma uygulanmamış patates dilimlerine göre daha az yağ emilimi gözlenmiştir. Kurutma süresi arttıkça patates dilimlerinin yağ emilimi azalmaktadır. Krokida ve ark. [106] ön kurutma işleminin patates dilimleri kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada ön kurutma işleminin kızartma süresince patatesin yağ emilimini azalttığını bildirmişlerdir. Song ve ark. [175] vakum mikrodalga ön kurutma işleminin kızartılmış patates cipslerinin kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar göre vakum- mikrodalga ön kurutma işlemi patates cipslerinin yağ emilimini önemli ölçüde azalttığını göstermektedir.

Gıdanın toplam kalitesi renk, aroma ve yapısal özellikleri ile belirtilmektedir. Kızartılmış patates ve patates cipsi başta olmak üzere renk, tüketicilerin kızartılmış ürünlerin kabulünü etkileyen temel faktörlerden birisi olup tat algısını etkileyen yüksek kalitenin (altın sarısı renkteki patates) bir göstergesi olabilmektedir [33].

Kızartma işlemi sırasında meydana gelen ısı ve kütle transferi, ürünün rengini etkileyen fizikokimyasal değişikliklere sebep olmaktadır. Kızartma sıcaklığı, kullanılan yağın tipi, kızartılan ürünün boyutları gibi proses değişkenlerinin kızartılan ürünün renginde etkileri olduğu düşünülmektedir [37].

Kızartılmış patates rengi patatesin içerdiği indirgen şeker miktarı ile ilişkilidir [37, 50]. Kızartılmış patates dilimlerinin a^* değerini, kurutma süresince meydana gelen esmerleşme reaksiyonlarının artırdığı düşünülmektedir. Ayrıca kızartma süresince a^* değeri -1.75 ile 7.52 arasında değişen değerler ile artış göstermektedir. a^* değeri kurutma süresince de artış göstermektedir. Elde ettiğimiz sonuçlara benzer çalışmalar bulunmaktadır [37, 106, 175]. b^* değeri kurutma süresince kademeli olarak azalmakta ve tüm kurutma sürelerinde kızartma süresi arttıkça artmaktadır. b^* değeri kontrol, 15, 30, 45, 60, 90 ve 120 dk kurutma süreleri için sırası ile 32.30, 31.53, 30.19, 29.86, 29.37, 28.32 ve 27.45 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar kızartma süresince patates dilimlerinin sarılık derecesinin artışına neden olduğunu düşündürmekte ve diğer yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir [37, 176, 177].

Toma ve ark. [178] kızartma öncesi yüzey dondurmanın renk üzerine etkisini incelemişler ve yüzey dondurma ön işleminin patates dilimlerinin renk oluşumunu geliştirdiğini bildirmişlerdir. Khalil [179], kızartılmış patates dilimlerinin hidrokolloidler ile kaplanmasının kalite üzerine etkisini incelemiş ve kaplanmış kızartılmış patates dilimleri daha kırmızı ve sarı renk sergilediklerini bildirmişlerdir.

4.2. Öneriler

- 1) Kızartma öncesi patateslere kurutma işlemi uygulanmış patates kalitesini etkileyen yağ emilimi azaltılabilir.
- 2) Uzun süre kurutma (90 ve 120 dk) patates renginde istenmeyen esmerleşmelere sebep olarak kızartma sonrası rengi de olumsuz yönde etkileyebilir.
- 3) Kızartma öncesi patateslere uygulanan kurutma işlemi ile kızartmalık yağın serbest asitliği, trans yağ içeriği azaltılabilir ve kullanılan yağın ömrü uzatılabilir.
- 4) Patateslere kızartma öncesi uygulanan kurutma işlemi ile daha sağlıklı kızartmalar elde edilebilir.
- 5) Bu çalışma ile kızartılmadan önce patates dilimlerinin kurutulmasının yağ kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Bu konudaki araştırma sayısının yetersiz olduğundan çalışma sayıları artırılabilir.
- 6) Bu çalışmada arya cinsi kızartmalık patates ve ayçiçeği yağı kullanılmıştır. Diğer cins patatesler ve farklı sıvıyağlar ile de çalışılarak kurutmanın yağ kalitesi üzerine etkisi araştırılabilir.
- 7) Kızartma denemelei 5 kezden daha çok sayıda yapılarak fast-food restoranlarda tüketilen patatesin sağlık açısından riski değerlendirilebilir.
- 8) Kurutma işlemini mikrodalga ya da vakum kurutma yapılarak sonuçlar karşılaştırılabilir.
- 9) Kızartma denemeleri için vakum kızartma uygulanabilir.

KAYNAKLAR

1. Miranda, M., Aguilera, J. M., 2006. Structure and texture properties of fried potato products. **Food Reviews International**, **22**: 173–201.
2. Pedreschi, F., 2009. Fried and dehydrated potato products, pp. 319-337. In: *Advances in Potato Chemistry and Technology* (Eds. J., Singh., L., Kaur). Elsevier, Burlington.
3. Jadhav, S. J. ve Kadam, S. S., 1998. “Potato”, pp. 11-24, In: *Handbook of Vegetable Science and Technology: production, composition, storage and processing*, (Eds: D. K. Salunkhe, S. S. Kadam). Marcel Dekker Inc., New York.
4. Clark, J., 2003. Happy birthday, potato chip! And other snack developments. **Food Technology**, **57**(5): 89–92.
5. Garayo, J., Moreira, R., 2002. Vacuum frying of potato chips. **Journal of Food Engineering**, **55**: 181–191.
6. Piper, R., 2001. The market for fried food, pp. 5-16. In: *Frying: Improving Quality* (Eds. J. B. Rossel). Woodhead Publishing, USA.
7. Farkas, B. E., Singh, R. P., Rumsey, T. R., 1996. Modeling heat and mass transfer in immersion frying. Part I: model development. **Journal of Food Engineering**, **29**: 211–226.
8. Mellema, M., 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. **Trends in Food Science and Technology**, **14**: 364–373.
9. Bouchon, P., Aguilera, J. M., Pyle, D. L., 2003. Structure oil-absorption relationships during deep-fat frying. **Journal of Food science**, **68**: 2711–2716.
10. Bouchon, P., Aguilera, J. M., 2001. Microstructural analysis of frying potatoes. **International Journal of Food Science and Technology**, **36**: 669–676.
11. Pedreschi, F., Aguilera, J. M., Arbildua, J. J., 1999. CLSM study of oil location in fried potato slices. **Microscopy and Analysis**, **37**: 21–22.
12. Aguilera, J. M., Gloria- Hernandez, H., 2000. Oil absorption during frying of frozen par-fried potatoes. **Journal of Food Science**, **65**: 476–479.
13. Ufheil, G., Escher, F., 1996. Dynamics of oil uptake during deep-fat frying of potato slices. **Lebensmittel- Wissenschaft und-Technologie**, **29**: 640–644.
14. Pedreschi, F., Cocio, E., Moyano, P., Troncoso, E., 2008. Oil distribution in potato slices during frying. **Journal of Food Engineering**, **87**: 200–212.

15. Dur'an, M., Pedreschi, F., Moyano, P., Troncoso, E., 2007. Oil partition in pre-treated potato slices during frying and cooling. **Journal of Food Engineering**, **81**: 257–265.
16. İncekara, F., 1972. Endüstri Bitkileri ve Islahı. Cilt 2. Yağ Bitkileri ve Islahı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, No:33. İzmir.
17. O'Brien, R.D., 2009. Fats and Oils- Formulating and Processing for Applications. CRC Press, USA, 680 pp.
18. Mauger, J.F., Lichtenstein, A.H., Austman, L.M., Jalbert, S.M., Jauhiainen, 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.
19. Mensink, R.P., Katan, M.B., 1990. Effect of Dietary Trans Fatty Acids on High Density and Low Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Healthy Subjects, **New England Journal of Medicine**, **323**: 439-445.
20. Açar, M., 2011. Kızartılmış Patateslerde Kızartma Sayısının ve Süresinin Kızartma Yağı ve Patatesteki Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 66 s.
21. Dana, D., Saguy, I. S., 2001. Frying of nutritious food: obstacles and feasibility. **Food Science and Technology Research**, **7(4)**: 265-279.
22. Paul S, Mittal GS., 1997. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, **37(7)**: 635-662.
23. Bhattacharya, A. B., Sajilata, M. G., Tiwari, S. R., Singhal, R. S., 2008. Regeneration of thermally polymerized frying oils with adsorbents. **Food Chemistry**, **110(3)**: 562-570.
24. Saka S, Aouacheri W, Abdenmour C. 2002. The capacity of glutathione reductase in cell protection from the toxic effect of heated oils. **Biochimie**, **84(7)**: 661-665.
25. Bradshaw, J.E., Ramsay, G., 2009. Potato origin and production, pp. 1-26. In: *Advances in Potato Chemistry and Technology* (Eds. J., Singh., L., Kaur). Elsevier, Burlington.
26. FAOSTAT, 2014. (<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>), (Erişim Tarihi: Ocak, 2014).

27. TÜİK, 2014. (<http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>), (Erişim tarihi: Ocak, 2014).
28. Navarre, D.A., Goyer, A., Shakya, R., 2009. Nutritional value of potatoes: vitamin, phytonutrient, and mineral content, pp. 395-424. In: *Advances in Potato Chemistry and Technology* (Eds. J., Singh., L., Kaur). Elsevier, Burlington.
29. Tuta, S., 2009. Dondurulmuş Patates Dilimlerine Uygulanan Mikrodalga ile Ön Çözdürme İşleminin Parmak Patatesin Akrilamid İçeriği ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Mersin, 57 s.
30. Tarmizi, A. H.A, Ismail, I., 2008. Comparison of the frying stability of standard palm olein and special quality palm olein. **Journal of American of Oil Chemists' Society**, **85(3)**: 245–251.
31. Choe, E., Min, D.B., 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. **Journal of Food Science**, **72 (5)**: 77-86.
32. Moreira, R. G., Sun, X., Chen, Y., 1997. Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep-fat frying. **Journal of Food Engineering**, **31**: 485–98.
33. Moreira, R. G., Castell-Perez, M. E., Barrufet, M. A., 1999. Deep-Fat Frying: Fundamentals and Applications. Springer, Gaithersburg, 350 pp.
34. Blumenthal, M. M., 1991. A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying. **Food Technology**, **45 (2)**: 68-71, 94.
35. Kayahan, M., 2002/b. Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları, Ankara, 263s.
36. Mellema, M., 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. **Trends in Food Science and Technology**, **14**: 364-373.
37. Krokida, M.K., Oreopolou, V., Maroulis, Z.B., Marinos – Kouris, D., 2001b. Deep fat frying of potato strips – quality issues. **Drying Technology: An International Journal**, **19**: 5, 879- 935.
38. Kaynak: TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri (<http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>), (Erişim Tarihi: Ocak,2014)
39. Bourre, J. M., Dumont, M., Piciotti, M., Pascal, G., Durand, G., 1989. Les acides gras du cerveau; nature, rôle, origine, leur importance alimentaire. In *Congre`s International CHEVREUL pour le`tude des corps gras*, Proceeding, 49–8.

40. Grompone, M.A., 2005. "Sunflower Oil", pp.655-730, In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products (Eds. F. Shahidi). John Wiley & Sons, New York.
41. Kinman, M. L., Earle, F. L., 1964. Agronomic performance and chemical composition of the seed sunflower hybrids and introduced varieties. **Crop Science**, **4**: 417.
42. Robertson, J. A., Thomas, J. K., Brdick, D., 1971. Chemical composition of the seed of sunflower hybrids and open pollinated varieties. **Journal of Food Science**, **36**: 873.
43. Robertson, J. A., Chapman, G. W., Wilson, R. L., 1978. Relation of days after flowering to chemical composition and physiological maturity of sunflower seed. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **55**: 226-269.
44. Swern, D., 1979. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Vol.1, John Wiley & Sons, USA.
45. Anonymous, 1979. Alinorm 79/17. Report of the Tenth Sessions of the Codex Committee on Fats and Oils.
46. Anonim, 2012a. Kızartmada Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar İçin Özel Hijyen Kuralları ve Yönetmeliği, Resmi Gazete, S. 28290.
47. Hawrysh, Z.J., Erin, M.K., Kim, S.S., Hardin, R.T., 1995. Sensory and chemical stability of tortilla chips fried in canola oil, corn oil and partially hydrogenated soybean oil. **Journal of American Oil Chemists' Society**, **72**: 1123-1130.
48. Melton, S.L., Trigiano, M.K., Penfield M.P., Yang, R., 1993. Potato chips fried in canola and/or cottonseed oil maintain high quality. **Journal of Food Science**, **58**: 1079-1083.
49. Scanlon, M. G., Roller, R., Mazza, G., Pritchard, M. K., 1994. Computerized video image analysis to quantify colour of potato chips. **American Potato Journal**, **71**: 717-733.
50. Marquez, G., Anon, M. C., 1986. Influence of reducing sugars and amino acids in the color development of fried potatoes. **Journal of Food Science**, **51**: 157-160.
51. Papadakis, S. E., Abdul-Malek, S., Kamdem, R. E., Yam, K. L., 2000. A versatile and inexpensive technique for measuring color of foods. **Food Technology**, **54(12)**: 48-51.

52. Yamsaengsung, R., Moreira, R., 2002. Modeling the transport phenomena and structural changes during deep fat frying. Part I: Model development. **Journal of Food Engineering**, **53**: 1-10.
53. Lisinska, G.; Leszczynski, W., 1989. Potato Science and Technology; Elsevier Applied Science: London.
54. Bensmira, M., Jiang, B., Nsabimana, C., Jian, T., 2007. Effect of lavender and thyme incorporation in sunflower seed oil on its resistance to frying temperatures. **Food Research International**, **40 (3)**: 341-346.
55. Karoui, I. J., Dhifi, W., Jemia, M. B., Marzouk, B., 2011. Thermal stability of corn oil flavoured with thymus capitatus under heating and deep-frying conditions. **Journal of Science of Food and Agriculture**, **91(5)**: 927-933.
56. Costa, R. M., Oliveira, F. A. R., Delaney, O. ve Gekas, V., 1999. Analysis of the heat transfer coefficient during potato frying. **Journal of Food Engineering**, **39 (3)**: 293-299.
57. Fellows, P. J., 1990. Food Processing Technology Principles and practice. CRC Press, USA.
58. Ni, H., Datta, A. K., 1999. Moisture, oil and energy transport during deep-fat frying of food materials. Transactions of I Chemical Engineering Part C: **Food and Bioproducts processing**, **77**: 194-204.
59. Claeys, W. L., De Vleeschouwer, K. ve Henrickx, M. E., 2005. Quantifying the formation of carcinogens during food processing: acrylamide. **Trends in Food Science and Technology**, **16(5)**: 181-193.
60. Budzaki, S., Seruga, B., 2004. Determination of convective heat transfer coefficient during potato frying of potato dough. **Journal of Food Engineering**, **66 (3)**: 307-314.
61. Chung, J., Lee, J., Choe, E., 2004. Oxidative stability of soybean and sesame oil mixture during frying of flour dough. **Journal of Food Science**, **69 (7)**: 574-578.
62. Stevenson, S. G., Vaisey-Genser, M., Eskin, N. A. M., 1984. Ouality control in the use of deep frying oils. **Journal of the American Oil Chemists Society**, **61(6)**: 1102-1108.

63. Dana, D., Blumenthal, M. M., Saguy, I. S., 2003. The protective role of water injection on oil quality in deep fat frying conditions. **European Food Research and Technology**, **217**: 104-109.
64. Pokorny, J., 1989. Flavor chemistry of deep fat frying in oil, pp. 113-115. In: Flavor chemistry of lipid foods (Eds. D. B. Min., T. H. Smouse). American Oil Chemists Society, USA.
65. Houhoula, D. P., Oreopoulou, V., Tzia, C., 2003. The effect of process time and temperature on the accumulation of polar compounds in cottonseed oil during deep-fat frying. **Journal of Science of Food and Agriculture**, **83(4)**: 314–319.
66. Clark, W. L., Serbia, G. W., 1991. Safety aspects of frying fats and oils. **Food Technology**, **45 (2)**: 84–86, 88–89, 94.
67. White, P. J., 1991. An overview of methods for measuring changes in deep-fat frying oils. **Food Technology**, **45(8)**: 75–80.
68. Demir, R., Otludil, B., 1997. Investigation of the saturated and unsaturated fatty-acids in the internodes and leaves of Vitis-Vinifera L. (Mazrume). **Biochemical Archives**, **13(4)**: 223-228.
69. Demir, R., Bas-han, M., 1998. A study on the investigation of fatty acids in pulps and seeds of Olea Europae L. (Hırhali) and Olea Europae L. (Zoncuk). **Biochemical Archives**, **14**: 187-191.
70. Melton, S. L., Jafar, S., Sykes, D., Tigriano, M.K., 1994. Review of stability measurements for frying oils and fried food flavour. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **71**: 1301 - 1308.
71. Takeoka, G. R., Full, G. H., Dao, L. T., 1997. Effect of heating on the characteristics and chemical composition of selected frying oil and fats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **45**: 3244-3249.
72. Wagner, K., Elmadfa, I., 1999. Nutrient Antioxidants and Stability of Frying Oils: Tocochromanols, β -Carotene, Phylloquinone, Ubiquinone, pp.165-167. In: Frying of Food Oxidation, Nutrient and Nonnutrient Antioxidants, Biologically Active Compounds and High Temperatures (Eds. D. Boskou, I. Elmadfa). Technomic Publishing, Lancaster, Basel.

73. Lin, S., Akoh, C. C., Reynolds, A. E., 1998. The recovery of used frying oils with various adsorbents. **Journal of Food Lipids**, 5: 1–16.
74. McGill, E. A., 1980. The chemistry of frying. **Bakers Digest**, 54: 38-42.
75. Xu, X. Q., Tran, V. H., Palmer, M., White, K., Salisbury, P., 1999. Chemical and physical analyses and sensory evaluation of six deep fat frying oils. **Journal of the American Oil Chemists Society**, 76: 1091-1099.
76. Warner, K., Mounts, T. L., 1993. Oxidative stability of soybean and canola oils with modified fatty acid compositions. **Journal of the American Oil Chemists Society**, 70: 983-998.
77. Al-Harbi, M. M., Al-Kahtani, H. A., 1993. Chemical and biological evaluation of discarded frying palm oil from commercial restaurants. **Food Chemistry**, 48: 395-401.
78. Albi, T., Lanzon, A., Guinda, A., Perez-Camino, M. C., Leon, M., 1997. Microwave and conventional heating effects on some physical and chemical parameters of edible fats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 45: 3000-3003.
79. Marquez-Ruiz, G., Dobarganes, C., 1996. Short-chain fatty acid formation during thermoxidation and frying. **Journal of Science for Food and Agriculture**, 70: 120-126.
80. Romero, A., Cuesta, C., Sanchez- Muniz, F. J., 1998. Effect of oil replenishment during deep-fat frying of frozen foods in sunflower oil and high-oleic acid sunflower oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, 75: 161-167.
81. Berger, K., 1986. Palm oil products. **Food Technology**, 40: 72-79.
82. Fiellietaz, R. L., Sinkeldam, E. J., Gemert, L. J., Hermus, R. J. J., 1985. Cooking in oil: The stability of frying oils with a high linoleic acid content. **Voeding**. 46: 300-306.
83. Perkins, E. G., 1967. Non-volatile decomposition products in heated fats and oils. **Food Technology**, 21: 611-616.
84. Sebedio, J. L., Catte, M., Boudier, M. A., Prevost, J., Grandgirard, A., 1996. Formation of fatty acid geometrical isomers and of cyclic fatty acid monomers during the finish frying of frozen prefried potatoes. **Food Research International**, 29: 109-116.

85. Zock, P. L., Katan, M. B., 1992. Hydrogenation alternatives. Effects of *trans* fatty acids and stearic acid versus linoleic on serum lipids and lipoproteins in humans. **Journal Lipid Research**, **33**: 399-410.
86. Nestel, P. J., Noakes, M., Belling, G. B., McArthur, R., Clifton, P. M., Abbey, M., 1992. Plasma cholesterol-lowering potential of edible-oil blends suitable for commercial use. **American Journal of Clinical Nutrition**, **55**: 46-50.
87. Sebedio, J. L., Chardigny, J. M., 1996. Physiological Effects of *Trans* and Cyclic Fatty Acids, pp.183-209. In: *Frying. Chemistry, Nutrition and Practical Applications* (Eds. Perkins, E. G., Erickson, M. D.). AOCS Press., Champaign, IL.
88. Sebedio, J. L., Grandgirard, A., Septier, C., Prevost, J., 1987. Etat d'alteration de quelques huiles de friture prelevees en restauration. **Revue Francaise des Corps Gras**, **34**: 15-18.
89. Pozo-Diez, R. M., 1995. Estudio del proceso de fritura de alimentos frescos y congeladosprefritos. Comportamiento del aceite de semilla de girasol de alto contenido en acido oleico. PhD Thesis. Universidad de Alcala de Henares, Spain.
90. Hunter, J. E., Applewhite, T. H., 1991. Reassessment of *trans* fatty acid availability in the U.S. diet. **American Journal of Clinical Nutrition**, **54**: 363-369.
91. Enig, M. G., Atal, S., Keeney, M., Sampugna, J., 1990. Isomeric *trans* fatty acids in the U.S. diet. **Journal of the American College of Nutrition**, **9**: 475-486.
92. Saguy, I. S., Pinthus, I. J., 1995. Oil uptake during deep-fat frying: factors and mechanism. **Food Technology**, **49(4)**: 142-145, 152.
93. Saguy, I. S., Ufheil, G., Livings, S., 1998. Oil uptake in deep fat frying—review. **Oleagineux Corps gras Lipides (OCL)**, **5(1)**: 30-35.
94. Ufheil, G., Escher, F., 1996. Dynamics of oil uptake during deep-fat frying of potato slices. **Lebensmittel- Wissenschaft und-Technologie**, **29**: 640-644.
95. USDA-ARS, 2000. USDA Nutrient Database for Standard Reference. (http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl) SR 14. USDA-ARS, Washington, DC.
96. Pedreschi, F., Aguilera, J. M., Pyle, L., 2001. Textural characterization and kinetics of potato strips during frying. **Journal of Food Science**, **66(2)**: 314-318.

97. McDonough, C., Gomez, M. H., Lee, J. K., Waniska, R. D., Rooney, L. W., 1993. Environmental scanning electron microscopy evaluation of tortilla chip microstructure during deep fat frying. **Food Science**, **58**: 199-203.
98. Lamberg, I., Hallstrom, B., Olsson, H., 1990. Fat uptake in a potato drying/frying process. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, **23(4)**: 295-300.
99. Saguy, I. S., Gremaud, E., Gloria, H., Turesky, R. J., 1997. Distribution and quantifying of oil uptake in deep-fat fried product utilizing a radiolabeled ¹⁴C palmitic acid. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, **45(11)**: 4286-4289.
100. Pokorny, J., 1999. Changes of nutrients at frying temperatures, pp.69-103. In: Frying of food (Frying of food (Eds. D. Boskou, I. Elmadfa). CRC Press, Boca Raton, FL.
101. Dai, Q., Shu, X. O., Jin, F., Gao, Y. T., Ruan, Z. X., Zheng, W., 2002. Consumption of animal foods, cooking methods, and risk of breast cancer. **Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention**, **11**: 801– 808.
102. Lin, J., Zhang, S. M., Cook, N. R., Lee, I. M., Buring, J. E., 2004. Dietary fat and fatty acids and risk of colorectal cancer in women. **American Journal of Epidemiology**, **160**: 1011-1022.
103. Williams, M. J., Sutherland, W. H., McCormick, M. P., de Jong, S. A., Walker, R. J., Wilkins, G. T., 1999. Impaired endothelial function following a meal rich in used cooking fat. **Journal of the American College of Cardiology**, **33**: 1050-1055.
104. Soriguer, F., Rojo-Martinez, G., Dobarganes, M. C., Almeida, J. M. G., Esteva, I., Beltra'n, M., De Adana, M. S. R., Tinahones, F., Gomez- Zumaquero, J. M., Garcia-Fuentes, E., Gonzalez- Romero, S., 2003. Hypertension is related to the degradation of dietary frying oils. **The American Journal of Clinical Nutrition**, **78**: 1092-1097.
105. Moreira, R. G., Barrufet, M. A., 1998. A new approach to describe oil absorption in fried foods: a simulation study. **Journal of Food Engineering**, **35**: 1-22.
106. Krokida, M. K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z. B., Marinos- Kouris, D., 2001a. Effect of pre-drying on quality of french fries. **Journal of Food Engineering**, **49**: 347-354.
107. Pedreschi, F., Moyano, P., 2005. Oil Uptake and Texture Development in Fried Potato Slices. **Journal of Food Engineering**, **70**: 557-563.

- 108.Moyano, P. C., Rioseco, V. K., Gonzalez, P. A., 2002. Kinetics of crust color changes during deep-fat frying of impregnated French fries. **Journal of Food Engineering**, **54**: 249-255.
- 109.Nawar, W. W., 2000. Lipids, pp.225-319. In: Food Chemistry (Eds. O. R. Fennema). Marcel Dekker, New York.
- 110.Gertz, C., Klostermann, S., Kochhar, S. P., 2000. Testing and comparing oxidative stability of vegetable oils and fats at frying temperature. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **102**: 543-551.
- 111.Takeoka, G., Perrino, C., Jr., Buttery, R., 1996. Volatile constituents of used frying oils. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, **44**: 654-660.
- 112.Saguy, I. S., Dana, D., 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. **Journal of Food Engineering** **56**: 143-152.
- 113.Norris, S., 2005. Trans Fats: The Health Burden, Parlimentary Information and Research Service Science and Technology Division.
- 114.Besler, H.T., 2007. Yağların beslenmedeki rolü ve *trans* yağ asitleri. s.27-46. Bilinmeyen Yönleriyle Margarin ve Beslenmedeki Rolü. (29 Haziran 2007-Konferans Notları), Mümsad Yayınları, No: 1.
- 115.Pedersen, J. I., Johansson, L.,Thelle, D. S., 1998. Trans fatty acids and health. **Tidsskr. Nor. Laegeforen**, **118**: 3474-3480.
- 116.Kıralan, M., Yorulmaz, A., Ercoskun, H., 2005. *Trans* yağ asitleri kaynakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. **Gıda ve Yem Teknolojisi**, **7**: 52-64.
- 117.Larque, E., Zamora, S., Gil, A., 2001. Dietary trans fatty acids in early life :a review. **Early Human Development**, **65**: 31-41.
- 118.Semma, M., 2002. Trans fatty acids: properties, benefits and risks. **Journal of health science**, **48(1)**: 7-13.
- 119.Astrup, A., Buemann, B., Flint, A., Raben, A., 2002. Low-fat diets and energy balance: how does the evidence stand in 2002? **Proceedings of the Nutrition Society** **61**: 299-309.

120. Hill, J. O., Peters, J. C., Reed, G. W., Schlundt, D. G., Sharp, T., Greene, H. L., 1991. Nutrient balance in humans: effects of diet composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, **54**: 10-17.
121. Dourmashkin, J. T., Chang, G-Q., Gayles, E. C., Hill, J. O., Fried, S.K., Julien, C., Leibowitz, S.F., 2005. Different forms of obesity as a function of diet composition. **International Journal of Obesity**, **29**: 1368-1378.
122. Taveras, E. M., Berkey, C. S., Rifas-Shiman, S. L., Ludwig, D. S., Rockett, H. R. H., Field, A. E., Colditz, G. A., Gillman, M.W., 2005. Association of consumption of fried food away from home with body mass index and diet quality in older children and adolescents. **Pediatrics**, **116**: 518-524.
123. Bowman, S. A., Gortmaker, S. L., Ebbeling, C. B., Pereira, M. A., Ludwig, D. S., 2004. Effects of fast food consumption on energy intake and diet quality among children in a national household survey. **Pediatrics**, **113**(1): 112-118.
124. Tucker, L. A., Seljaas, G. T., Hager, R. L., 1997. Body fat percentage of children varies according to their diet composition. **Journal of the American Dietetic Association**, **97**: 981-986.
125. Gazzaniga, J. M., Burns, T. L., 1993. Relationship between diet composition and body fatness, with adjustment for resting energy expenditure and physical activity, in preadolescent children. **The American Journal of Clinical Nutrition**, **58**: 21-28.
126. Rossi, M., Alamprese, C., Ratti, S., 2007. Tocopherols and tocotrienols as free radical-scavengers in refined vegetable oils and their stability during deep-fat frying. **Food Chemistry**, **102**: 812-817.
127. Maskan, M., Bağcı, H. İ., 2003. The recovery of used sunflower seed oil utilized in repeated deep-fat frying process. **European Food Res Technology**, **218**: 26-31.
128. O'Brien, R. D., 1998. Fats and Oils. Technomic Publishing Co, Lancaster, PA, 206-207.
129. Önal, B., Ergin, G., 2002. Antioxidative effects of α -tocopherol and ascorbyl palmitate on thermal oxidation of canola oil. **Nahrung / Food**, **46**: 426-431.

- 130.Ulusoy, B. Ö., Hammond, E., White, P., 2005. Linalyl oleate as a frying oil autoxidation inhibitor. **Journal of the American Oil Chemists Society**, **82**: 433-438.
- 131.Gürtürk, F., Kaymaz, Ş., Bozkurt, M., 1991. Kızartma sayısı ve süresine göre yağlarda meydana gelen değişiklikler üzerinde araştırmalar. **Türkiye Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi**, **48 (1)**:1-20.
- 132.Hamilton, R. J., 1994. The Chemistry of Rancidity in Foods, pp. 1-22. In: Rancidity in Foods (Eds. J. C., Allen, R. J., Hamilton) RJ).Springer, London.
- 133.Kayahan, S., 1984. Birden fazla kullanılan kızartma yağlarında meydana gelen oksit asit miktarı üzerine araştırmalar. İzmir Gıda -Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel yayın no: 128, özel yayın no: 13.
- 134.Göy, G., Gül, C., 1987. Derin kızartıcılarda yapılan kızartma işlemi sırasında kızartma yağında oluşan değişiklikler. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Lisans Tez çalışması.
- 135.AOCS, 1993. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society (4th ed.). Washington DC: The American Oil Chemists Society.
- 136.Anonymous, 1987b. IUPAC.1992. Standard methods for the analysis of oils fats and derivatives, 1st supplement to 7th edition. International Union of Pure and Applied Chemistry. Pergamon Press, Oxford.
- 137.AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 17th edn, vol 2, issue no. 41.
138. Anonymous, 2008. Column Selection for the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters. Agilent Application Catalogue 5989-3760 EN.
139. SAS. SAS/STAT User's Guide(6.03); SAS Institute, Inc.: Cary, New York, 1988.
140. Kayahan, M., 1981. Derin yağda kızartma sırasında zeytin ve ayçiçeği yağlarında oluşan değişiklikler üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Besin İşleme Mühendisliği Çalışmalarından.
141. Gürtürk, F., 1990. Kızartma sayısı ve süresine göre yağlarda meydana gelen değişiklikler üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

142. Warner, K., Orr, P., Parrott, L., Glynn, M., 1994. Effects of frying oil composition on potato chip stability. **Journal of the American Oil Chemists Society**, **71(10)**: 1117-1121.
143. Che Man, Y. B., Wan Hussin, W. R., 1998. Comparison of the frying performance of refined, bleached and deodorized palm olein and Coconut oil. **Journal of Food Lipids**, **5**: 197- 210.
144. Anonymous, 1987a. Frying fats. Baker's Digest. 22-55.
145. Fritsch, C. W., Egberg, D. C., Magnuson, J. S., 1979. Changes in dielectric constant as a measure of frying oil deterioration. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **56**: 746-750.
146. Furia, T. E., 1980. Handbook of Food Additives. Volume II. 2nd. ed. CRC Press, Inc. United States.
147. Frega, N., Mozzon, M., Lercker, G., 1999. Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **76 (3)**: 325-329.
148. Alım, H., 1978. Derin Yağda Kızartma İşlemi ve Kızartma Yağlarında Oksidatif Değişmeler. **Gıda**, **6**: 197-201.
149. Schultz, H. W., 1962. Symposium on Foods: Lipids and Their Oxidation. *The Second in Series of Symposia on Foods Held at Oregon State University*, The AVI Publishing Co, Westport, CT, 294-320.
150. Cossignani, L., Simonetti, M. S., Neri, A., Damiani, P., 1998. Changes in olive oil composition due to microwave heating. **Journal of the American Oil Chemists Society**, **75**: 931-937.
151. Subramanian, R., Nandini, K.E., Sheila, P.M., Gopalakrishna, A.G., Raghavarao, K. S. M. S., Nakajima, M. et al. 2000. Membrane processing of used frying oils. **Journal of the American Oil Chemists'Society**, **77**: 323-328.
152. Chang, S. S., Peterson, R. J., Ho, C., 1978. Chemical rections involved in deep-fat frying of foods. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **55**: 718-727.
153. Plessis, L. M., Nlekerk, P. J., 1981. Evaulation of peanut and cotton seed oils for deep frying. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **58**: 575-578.
154. Sakato, M. Takahashi, Y., Sonehara, M., 1985. Quality of fried foods with palm oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **62**: 449-454.

155. Santos, J. C. O., de Souza, A. G., Conceição, M. M., Silva, M. C. D., Prasad, S., 2004. A thermoanalytic and kinetic study of sunflower oil. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, **21(2)**: 265–273.
156. Tan, Y. A., Ong, S. A., Berger, K. G., Oon, H. H., Poh, B. L., 1985. A study of the cause of rapid color development of heated refined palm oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, **62(6)**: 999-1006.
157. Houhoula, D.P., Oreopoulou, V., Tzia, C., 2002. A kinetic study of oil deterioration during frying and a comparison with heating. **Journal of the American Oil Chemists Society**, **79**: 133-137.
158. Gerde, J., Hardy, C., Fehr, W., White, P. J., 2007. Frying performance of no-trans, low-linolenic acid soybean oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **84**: 557-563.
159. Ünsal, M., Gökalp, H. Y., Nas, S., 1992. Yemeklik Yağlarda Oksidasyon; Önemi ve Kimyasal Mekanizması. **Ekonomik ve Teknik Dergi Standard**, **31 (367)**: 50-54.
160. Kayahan, M., 1974. Zeytin ve ayçiçeği yağlarının trigliserit bünyeleri ve zeytinyağlarına ayçiçeği yağı ile yapılan taşışın saptanması üzerine kromatografik araştırmalar. Doçentlik tezi. Ankara Üniversitesi Ziraat Sanatları Kürsüsü, Ankara.
161. Yazıcıoğlu, T. Karaali, A., 1983. Türk bitkisel yağlarının yağ asitleri bileşimi. **Tübitak Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü Yayın no.16**, 105.
162. Fernandez, P.M., 2000. Fatty acid composition of commercial Spanish fast food and snack food. **Journal of Food Composition and Analysis** **13**, 275-281.
163. Tavella, M., Peterson, G., Espeche, M., Cavallero, E., Cipolla, L., Perego, L., Caballero, B., 2000. Trans fatty acid content of a selection of foods in Arjentina. **Food Chemistry**, **69**: 209-213.
164. 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**, **71(6)**: 322-327.
165. Daniel, D. R., Thompson, L. D., Shriver, B. J., Wu, C. K., Hoover, L. C., 2005. Nonhydrogenated cottonseed oil can be used as a deep fat frying medium to reduce trans fatty acid content in french fries. **Journal American Dietetic Association**, **105**: 1927-1932.

166. Steinhart, H., Pfalzgraf, A., 1994. Trans-fettsauren in lebensmitteln. **Fat Science Technology**, **96**: 42-44.
167. Kayahan, M., Tekin, A., Javidipour, İ., Küçük, M., Karabacak, H., 1996. Ayçiçek yağının bazı kimyasal özellikleri üzerine hidrojenasyonun etkisi. **Gıda**, **21(5)**: 375-381.
168. Greyt, W de, Radanyi, O., Kellens, M., Huyghebaert, A., 1996. Contribution of *trans* fatty acids from vegetable oils and margarines to the Belgian diet. **Fett/Lipid**, **98(1)**: 30-33.
169. Romero, A., Cuesta, C., Sanchez-Muniz, J. F., 2000. *Trans* fatty acid production in deep fat frying of frozen foods with different oils and frying modalities. **Nutrition Research**, **20(4)**: 599-608.
170. Anonim, 2010. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina yağı Tebliği, Tebliğ No:2010/35, Resmi Gazete, S. 27665.
171. Anonim, 2012b. Türk Gıda Kodeksi. Bitki adı ile anılan yemeklik yağlar tebliği, Tebliğ No: 2012/29, Resmi Gazete, S. 28262.
172. Blumenthal, M. M.,1996. Frying technology, pp. 429-482. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products. (Eds. Y.H. Hui). John Wiley & Sons, New York.
173. Blumenthal, M. M., Stier, R. F. ,1991. Optimisation of deep fat frying operations. A review. **Trends in Food Science and Technology**, **2**: 144-148.
174. Sebedio, J. L., Bonpunt, A., Grandgirard, A., Prevost, J.,1990. Deep fat frying of frozen prefried French fries – influence of the amount of linolenic acid in the frying medium. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **38**: 1862-1867.
175. Song, X. Zhang, M. Mujumdar, A.S., 2007. Effect of vacuum-microwave predrying on quality of vacuum-fried potato chips. **Drying Technology**, **25**: 2021–2026.
176. Krokida, M. K., Oreopolou, V., Maroulis, Z. B., Marinos-Kouris, D., 2001c. Colour changes during deep far frying. **Journal of FoodEngineering**, **48**, 219-225.
177. Segnini, S., Dejmek, P., Öste, R., 1999. A low cost video technique for color measurement of potato chips. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, **32**: 216-222.

178. Toma, R.B., Leung, H.K., Augustin, J. and Iritani, W.M., 1986. Quality of french fried potatoes as affected by surface freezing and specific gravity of raw potatoes. **Journal of Food Science**, **51(5)**: 1213-1214.
179. Khalil, A.H., 1999. Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids. **Food Chemistry**, **66(2)**: 201-208.

EKLER

Ek-1 Kızartılmış patates renk parametreleri ham verileri

Kurutma süresi (dk)	Kızartma süresi (dk)	a*	b*
0	5	-1,16	35,51
	5	-1,94	33,56
	5	-2,01	32,23
	5	-2,03	30,73
	5	-1,6	29,47
	10	-0,22	33,01
	10	-0,96	33,13
	10	1,45	39
	10	-0,04	39,02
	10	2,06	41,56
	13	2,52	41,39
	13	2,15	48,84
	13	2,42	43,22
	13	1,29	40,32
	13	2,73	41,35
15	5	-1,87	32,25
	5	-1,02	35,12
	5	-1,5	30,76
	5	-1,87	31,56
	5	-1,55	27,96
	10	0,23	35,61
	10	0,73	36,99
	10	1,4	35,31
	10	0,78	36,16
	10	1,27	37,23
	13	4,16	42,25
	13	3,69	43,3
	13	1,96	38,28
	13	2,07	38,94
	13	2,37	37,83
30	5	-0,62	30,67
	5	-1,23	31,54
	5	-2,25	29,36
	5	-1,03	29,2
	5	-1,1	30,19
	10	4,65	33,18
	10	3,61	38,04
	10	2,35	35,11
	10	2,7	36,94
	10	2,96	33,62
	13	7,77	41,93
	13	4,82	37,27
	13	6,32	41,86
	13	5,23	38,23
	13	6,47	38,26

Kurutma süresi (dk)	Kızartma süresi (dk)	a*	b*
45	5	-0,54	28,41
	5	-0,93	30,76
	5	-1,34	30,62
	5	-0,32	29,51
	5	-0,33	30
	10	3,31	37,12
	10	4,06	33,02
	10	2,42	30,79
	10	2,83	34,59
	10	4,4	36,33
	13	6,57	36,67
	13	7,94	38,83
	13	6,5	39,43
	13	6,24	37,39
	13	6,55	39,4
60	5	0,04	30,54
	5	-0,44	29,31
	5	1,05	27,64
	5	0,65	28,54
	5	0,23	30,83
	10	4,62	34,8
	10	3,6	32,79
	10	4,54	31,76
	10	3,74	35,65
	10	3,58	33,58
	13	7,26	40,66
	13	7,67	38,82
	13	6,34	36,07
	13	7,16	40,65
	13	7,01	41,49
90	5	1,37	30,74
	5	0,28	27,75
	5	1,2	24,45
	5	0,33	29,39
	5	0,77	29,28
	10	4,72	33,84
	10	4,44	35,48
	10	4,28	33,4
	10	3,39	32,89
	10	4,43	31,1
	13	7,32	36
	13	7,05	38,31
	13	7,49	41,88
	13	7,42	39,14
	13	7,15	40,71

Kurutma süresi (dk)	Kızartma süresi (dk)	a*	b*
120	5	0,24	26,2
	5	0,22	29,71
	5	0,26	29,85
	5	0,11	25,3
	5	0,18	26,18
	10	5,03	30,3
	10	4,19	27,25
	10	4,32	28,32
	10	4,38	29,85
	10	4,13	30,69
	13	7,86	34,9
	13	7,31	37,2
	13	6,96	36,31
	13	7,97	35,58
	13	7,52	37,48

Ek-2 Kızartılmış patates yağ içerikleri (%) ham verileri

Kurutma Süresi (dk)	Kızartma Süresi (dk)					
	5		10		13	
0	4,83	4,09	10,27	9,33	11,97	10,61
15	4,95	4,66	4,15	4,56	7,22	6,75
30	5,02	3,51	4,29	3,95	5,33	5,78
45	4,94	3,05	4,06	3,87	5,56	5,66
60	4,67	3,40	3,69	3,80	5,51	5,35
90	3,69	3,45	4,16	3,21	5,30	5,31
120	3,07	2,78	3,82	3,07	5,11	5,05

Ek-3 Kızartma yağı örnekleri renk parametreleri ham verileri

Kurutma süresi (dk)	Kızartma süresi (dk)	a*	b*
0	5	-2,42	9,95
	5	-2,42	9,95
	5	-2,42	9,95
	5	-2,42	9,95
	5	-2,42	9,95
	10	-2,73	10,94
	10	-2,73	10,93
	10	-2,73	10,92
	10	-2,73	10,92
	10	-2,73	10,92
	13	-3,05	11,98
	13	-3,06	11,97
	13	-3,06	11,95
	13	-3,06	11,95
	13	-3,06	11,95
15	5	-3,53	14,56
	5	-3,54	14,56
	5	-3,54	14,56
	5	-3,54	14,56
	5	-3,54	14,56
	10	-3,74	15,62
	10	-3,74	15,62
	10	-3,74	15,62
	10	-3,74	15,62
	10	-3,74	15,63
	13	-4,07	16,8
	13	-4,06	16,79
	13	-4,07	16,8
	13	-4,07	16,79
	13	-4,06	16,78
30	5	-3,62	14,84
	5	-3,62	14,84
	5	-3,62	14,85
	5	-3,62	14,85
	5	-3,62	14,85
	10	-3,87	15,69
	10	-3,87	15,69
	10	-3,87	15,69
	10	-3,87	15,7
	10	-3,87	15,69
	13	-4,14	16,78
	13	-4,14	16,77
	13	-4,14	16,77
	13	-4,14	16,77
	13	-4,13	16,77

Kurutma süresi (dk)	Kızartma süresi (dk)	a*	b*
45	5	-3,62	14,85
	5	-3,62	14,85
	5	-3,62	14,85
	5	-3,62	14,84
	5	-3,62	14,85
	10	-3,82	15,59
	10	-3,81	15,59
	10	-3,81	15,59
	10	-3,81	15,59
	10	-3,81	15,59
	13	-4,01	16,35
	13	-4	16,36
	13	-4	16,36
	13	-4,01	16,36
	13	-4,01	16,36
60	5	-3,7	15,06
	5	-3,7	15,05
	5	-3,7	15,06
	5	-3,7	15,06
	5	-3,7	15,06
	10	-4,06	16,38
	10	-4,05	16,38
	10	-4,05	16,38
	10	-4,05	16,38
	10	-4,06	16,38
	13	-4,36	17,67
	13	-4,36	17,67
	13	-4,36	17,67
	13	-4,36	17,66
	13	-4,36	17,67
90	5	-2,37	9,61
	5	-2,37	9,61
	5	-2,37	9,62
	5	-2,37	9,61
	5	-2,37	9,62
	10	-2,62	10,39
	10	-2,62	10,39
	10	-2,61	10,38
	10	-2,62	10,39
	10	-2,62	10,39
	13	-2,86	11,15
	13	-2,86	11,15
	13	-2,86	11,16
	13	-2,87	11,16
	13	-2,86	11,15

Kurutma süresi (dk)	Kızartma süresi (dk)	a*	b*
120	5	-2,43	9,89
	5	-2,43	9,89
	5	-2,43	9,89
	5	-2,43	9,89
	5	-2,42	9,89
	10	-2,7	10,54
	10	-2,7	10,55
	10	-2,7	10,55
	10	-2,7	10,55
	10	-2,7	10,55
	13	-3	11,44
	13	-3	11,45
	13	-3	11,44
	13	-3	11,44
	13	-2,99	11,45

Ek-4 Kızartma yağı örnekleri viskozite değerlerine ait ham veriler

Viskozite değerleri (Pa s)				
		v1	v2	v3
Taze Yağ		76,4	76,2	76,2
kurutma süresi (dk)	0			
kızartma sayısı	1. kızartma(13dk)	82,4	82,5	82,5
	3. kızartma (13x3 dk)	86,2	86,1	85,9
	5. kızartma (13x5 dk)	85,9	85,8	85,7
kurutma süresi (dk)	15			
kızartma sayısı	1. kızartma(13dk)	78,2	78,1	78,1
	3. kızartma (13x3 dk)	78,1	78,1	78,1
	5. kızartma (13x5 dk)	87	87,1	86,9
kurutma süresi (dk)	30			
kızartma sayısı	1. kızartma(13dk)	77,3	77,2	77,2
	3. kızartma (13x3 dk)	83,5	83,3	83,2
	5. kızartma (13x5 dk)	86,4	86,3	86,3
kurutma süresi (dk)	45			
kızartma sayısı	1. kızartma(13dk)	77	77	77,1
	3. kızartma (13x3 dk)	80,3	80,2	80,2
	5. kızartma (13x5 dk)	82,6	82,3	82,3
kurutma süresi (dk)	60			
kızartma sayısı	1. kızartma(13dk)	81,7	81,6	81,5
	3. kızartma (13x3 dk)	81,6	81,6	81,5
	5. kızartma (13x5 dk)	84,9	84,8	84,7
kurutma süresi (dk)	90			
kızartma sayısı	1. kızartma(13dk)	81,4	81,3	81,3
	3. kızartma (13x3 dk)	82,8	82,7	82,6
	5. kızartma (13x5 dk)	87,4	87,3	87,3
kurutma süresi (dk)	120			
kızartma sayısı	1. kızartma(13dk)	82,1	82,1	82,1
	3. kızartma (13x3 dk)	84,7	84,7	84,7
	5. kızartma (13x5 dk)	90	90,1	90

Ek-5 Kızartma yağı örnekleri serbest asitlik (%) değerlerine ait ham veriler

Kurutma süresi (dk)	Kızartma sayısı		
	1.kızartma(13dk)	3.kızartma(13x3 dk)	5.kızartma (13x5 dk)
0	0,23	0,36	0,42
	0,22	0,36	0,41
15	0,28	0,28	0,31
	0,25	0,28	0,31
30	0,28	0,28	0,28
	0,23	0,28	0,31
45	0,28	0,34	0,39
	0,28	0,33	0,39
60	0,28	0,28	0,34
	0,28	0,28	0,34
90	0,22	0,23	0,23
	0,22	0,22	0,25
120	0,2	0,22	0,22
	0,2	0,22	0,22

Ek-6 Kızartma yağı örnekleri peroksit değerlerine ait ham veriler

Kurutma süresi (dk)	Kızartma sayısı		
	1.kızartma(13dk)	3.kızartma(13x3 dk)	5.kızartma (13x5 dk)
0	37,43	65,13	47,78
	37,85	65,93	54,61
15	40,95	41,99	53,06
	41,81	40,15	57,57
30	45,05	44,81	50,32
	45,49	44,65	49,32
45	24,04	22,16	34,48
	24,12	24,25	33,54
60	40,87	44,59	37,7
	43,98	47,81	42,05
90	26,2	31,38	31,22
	26,91	31,25	32,18
120	19,58	21,15	30,6
	19,55	24,72	32

Ek-7 Kızartma yağı örnekleri yağ asidi kompozisyonuna ait ham veriler

	14=0 (miristik)	16=0 (palmitik)	16=1 (palmitoleik)	18=0 (stearik)	18=1 (oleik)	18=1 (t) (transoleik)	18=2 (linoleik)	20=0 (araşidik)	20=1 (eikosenoik)	18=3 (Linolenik)	22=0 (behenik)	20=5 (eikosapentaenoik)
Taze yağ	0,07	6,27	0,12	3,21	37,04	0,61	51,09	0,26	0,13	0,18	0,75	0,27
	0,07	6,26	0,12	3,23	37,02	0,62	51,09	0,26	0,13	0,19	0,75	0,27
0												
1. kızartma (13 dk)	0,07	6,29	0,12	3,26	37,34	0,64	50,64	0,26	0,12	0,18	0,77	0,28
	0,07	6,30	0,12	3,26	37,34	0,65	50,64	0,26	0,12	0,19	0,76	0,28
3. kızartma (13x3 dk)	0,09	6,51	0,13	3,32	37,58	0,61	50,13	0,27	0,12	0,19	0,76	0,28
	0,09	6,51	0,13	3,32	37,57	0,61	50,13	0,27	0,12	0,19	0,77	0,29
5. kızartma (13x5 dk)	0,07	6,42	0,12	3,32	37,71	0,72	49,99	0,27	0,12	0,19	0,77	0,29
	0,07	6,41	0,12	3,32	37,72	0,72	49,99	0,27	0,12	0,19	0,78	0,28
15 dk kurutma												
1. kızartma (13 dk)	0,07	5,94	0,13	3,54	36,23	0,57	51,95	0,27	0,14	0,17	0,71	0,28
	0,07	5,93	0,13	3,54	36,22	0,57	51,94	0,27	0,14	0,17	0,73	0,29
3. kızartma (13x3 dk)	0,08	5,97	0,13	3,52	36,16	0,73	51,83	0,28	0,14	0,18	0,72	0,28
	0,07	5,96	0,13	3,51	36,17	0,73	51,80	0,28	0,14	0,17	0,74	0,29
5. kızartma (13x5 dk)	0,07	6,03	0,13	3,55	36,40	0,61	51,59	0,28	0,14	0,18	0,73	0,29
	0,07	6,03	0,13	3,55	36,40	0,62	51,56	0,28	0,14	0,18	0,74	0,29
30 dk kurutma												
1. kızartma (13 dk)	0,07	5,92	0,13	3,48	36,00	0,62	52,17	0,28	0,14	0,17	0,73	0,29
	0,07	5,92	0,13	3,48	36,00	0,62	52,18	0,28	0,14	0,17	0,72	0,29
3. kızartma (13x3 dk)	0,07	5,96	0,13	3,51	36,12	0,74	51,85	0,28	0,14	0,17	0,74	0,29
	0,07	5,96	0,13	3,51	36,10	0,74	51,86	0,28	0,14	0,17	0,74	0,29
5. kızartma (13x5 dk)	0,08	6,24	0,12	3,53	36,71	0,39	51,48	0,27	0,13	0,17	0,65	0,24
	0,08	6,01	0,13	3,55	36,30	0,72	51,51	0,28	0,14	0,17	0,84	0,28
45 dk kurutma												
1. kızartma (13 dk)	0,08	5,92	0,13	3,52	35,95	0,71	52,10	0,28	0,14	0,18	0,71	0,29
	0,08	5,93	0,13	3,47	35,96	0,72	52,10	0,27	0,14	0,17	0,74	0,28
3. kızartma (13x3 dk)	0,08	5,95	0,13	3,50	36,06	0,74	51,92	0,27	0,14	0,18	0,74	0,28
	0,08	5,95	0,13	3,50	36,06	0,75	51,92	0,27	0,14	0,18	0,73	0,28
5. kızartma (13x5 dk)	0,08	6,00	0,13	3,53	36,26	0,75	51,64	0,28	0,14	0,18	0,73	0,29
	0,08	5,99	0,13	3,53	36,26	0,75	51,64	0,28	0,14	0,18	0,74	0,29

60 dk kurutma												
1. kızartma	0,08	6,14	0,14	3,53	35,87	0,72	51,81	0,27	0,15	0,18	0,74	0,28
(13 dk)	0,08	6,14	0,14	3,53	35,89	0,72	51,27	0,28	0,14	0,18	0,72	0,28
3. kızartma	0,08	5,98	0,13	3,52	36,13	0,74	51,81	0,28	0,14	0,18	0,73	0,29
(13x3 dk)	0,08	5,98	0,13	3,52	36,13	0,74	51,80	0,28	0,14	0,17	0,74	0,29
5. kızartma	0,08	6,02	0,13	3,55	36,23	0,75	51,51	0,28	0,14	0,18	0,75	0,29
(13x5 dk)	0,08	6,02	0,13	3,55	36,32	0,75	51,52	0,28	0,14	0,18	0,74	0,29
90 dk kurutma												
1. kızartma	0,07	6,32	0,12	3,26	37,21	0,73	50,68	0,26	0,13	0,19	0,76	0,28
(13 dk)	0,08	6,70	0,13	3,46	33,42	0,78	53,74	0,28	0,13	0,19	0,79	0,29
3. kızartma	0,07	6,35	0,12	3,29	37,47	0,67	50,41	0,26	0,12	0,19	0,76	0,28
(13x3 dk)	0,07	6,35	0,12	3,29	37,45	0,70	50,39	0,27	0,12	0,19	0,77	0,28
5. kızartma	0,07	6,41	0,12	3,31	37,61	0,75	50,09	0,27	0,12	0,19	0,77	0,28
(13x5 dk)	0,08	6,40	0,12	3,31	37,61	0,75	50,09	0,27	0,12	0,19	0,77	0,29
120 dk kurutma												
1. kızartma	0,07	6,33	0,12	3,27	37,30	0,75	50,54	0,26	0,12	0,19	0,76	0,28
(13 dk)	0,07	6,32	0,12	3,27	37,30	0,76	50,55	0,26	0,12	0,19	0,75	0,28
3. kızartma	0,07	6,40	0,13	3,30	37,60	0,75	50,14	0,26	0,13	0,19	0,75	0,28
(13x3 dk)	0,07	6,40	0,13	3,30	37,61	0,75	50,13	0,26	0,13	0,19	0,76	0,28
5. kızartma	0,06	6,44	0,12	3,29	38,03	0,52	50,00	0,26	0,12	0,18	0,74	0,23
(13x5 dk)	0,07	6,44	0,12	3,32	38,01	0,53	49,97	0,26	0,12	0,19	0,73	0,25

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Tuğba DURSUN ÇAPAR

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 17 Ocak 1985, Kayseri

Medeni Durumu: Evli

Tel: +90 537 502 08 15

email: tugbadursun@erciyes.edu.tr

Yazışma Adresi: Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği,
Talas/KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Hacettepe Ünv. Müh. Fak. Gıda Müh.	2009
Lise	TED Kayseri Koleji, Kayseri	2003

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2013 Kasım - Halen	Erciyes Üniversitesi Müh. Fakültesi	Araştırma Görevlisi
2010 – 2013 Ekim	Melikşah Üniversitesi	Gıda Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR