



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN NİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KIZARTMALIK MISIRÖZÜ YAĞI
KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE ÜÇ
FARKLI TURUNÇGİL ALBEDOSUNUN SUNİ
BİR ANTIOKSİDAN VE ADSORBAN İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

Keziban YAŞKIRAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Aralık-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

KEZİBAN YAŞKIRAN tarafından hazırlanan “KIZARTMALIK MISIRÖZÜ YAĞI KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE ÜÇ FARKLI TURUNÇGİL ALBEDOSUNUN SUNİ BİR ANTIOKSİDAN VE ADSORBAN İLE KARŞILAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması 21/12/202 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü GIDA MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Nizam Mustafa NİZAMLIOĞLU

Danışman

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

Üye

Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Nizam Mustafa NİZAMLIOĞLU

Üye

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 191319015 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Keziban YAŞKIRAN

Tarih:21/12/2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANSTEZİ

KIZARTMALIK MISIRÖZÜ YAĞI KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE ÜÇ FARKLI TURUNÇGİL ALBEDOSUNUN SUNİ BİR ANTIOKSİDAN VE ADSORBAN İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Keziban YAŞKIRAN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

2020, 77 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Nizam Mustafa NİZAMLIOĞLU

Kızartma yağlarının kullanım ömrü açısından kızartma işlemi sonucu oluşan zararlı bileşiklerin giderilmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada doğal antioksidan kaynağı olarak 3 farklı turunçgil albedosu tozu (portakal, limon ve greyfurt %1 oranında), yapay antioksidan olarak BHT (%0,03 oranında) ve adsorban madde olarak bentonit (%3 oranında) mısırözü yağına eklenip, karışımı bir gün bekletmenin ardından süzerek kızartma yağının rejenere edilmesi ve tekrar kullanım ömrünün artıp artmadığı irdelenmiştir. Kızartma tekrarı ve ilave edilen adsorban veya antioksidana göre iletkenlik, *p*-anisidin değeri, indüksiyon zamanı, *L** değeri, *a** değeri, *b** değeri, peroksit değeri, serbest asitlik değeri, toplam polar madde değeri ve kullanılan patateslerin sertlik değerinin incelenmesi ayrıca albedoların antioksidan aktiviteleri tespiti için çalışmalar ile kızartma yağında kıyaslamalar yapılmıştır. Albedo ekstraktlarının radikal süpürücü etkileri %20.09 ile %38.83 arasında bulunmuştur. Limon albedosu ekstraktının (%38,83) antioksidan aktivesinin diğer albedolara ve BHT'ye (%20.09) kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Albedo ekstraktlarının radikal süpürücü etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Albedo ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri incelendiğinde 0.64 mg GA/ml ile 1.06 mg GA/ml arasında bulunmuştur. Greyfurt albedosunun (1.06 mg GA/ml) toplam fenolik madde miktarının diğer albedolara kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Albedo ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Peroksit değerinin 7.12 meq O₂/kg ile 12.20 meq O₂/kg arasında olduğu saptanmıştır. İndüksiyon periyodu değeri 6.82 ile 7.83 saat arasında değiştiği, *p*-anisidin değerinin ise 22.82 ile 33.06 arasında değiştiği görülmüştür. *L** değeri 67.03 ile 73.16 aralığında, *a** değeri -2.61 ile -4.86 arasında, *b** değerinin 19.96 ile 32.88 arasında değiştiği, iletkenlik değerinin ise 60.26 mS/cm ile 96.18 mS/cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Hammaddelere göre ise; toplam polar madde değerinin (%13.12- %14.56), serbest asitlik değerinin (%0.51-%0.73), peroksit değerinin (7.12-12.20 meq O₂/kg), indüksiyon periyodu değeri (6.82-7.83 saat), *p*-anisidin değerinin ise (22.82-33.06) arasında değiştiği görülmüştür. *L** değeri 69.28 ile 71.05 aralığında, *a** değeri -2.61 ile -4.86 aralığında, *b** değeri 21.31 ile 42.43 aralığında değiştiği, iletkenlik değerinin ise 22.23 mS/cm ile 120.12 mS/cm arasında değiştiği saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, BHT'nin adsorban ve albedo çeşitlerine göre kızartma yağında istenmeyen bileşiklerin oluşumun engelleme konusunda yağın kalite kriterleri açısından daha aktif olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, albedo, adsorban, derin kızartma, mısırözü yağı, oksidatif stabilite.

ABSTRACT

MS

COMPARISON OF THREE DIFFERENT CITRUS ALBEDOS WITH AN ARTIFICIAL ANTIOKSIDANT AND ADSORBANT IN IMPROVEMENT OF FRIED CORN OIL QAULITY

Keziban YAŞKIRAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet ÜNVER

2020, 77 Pages

Jury

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Nizam Mustafa NİZAMLIOĞLU

It is important to remove harmful compounds formed as a result of frying process in terms of the quality of frying oils. In this study, 3 different citrus albedo powders (orange, lemon and grapefruit at the rate of 1%); As an artificial antioxidant, BHT was added to corn oil (at a rate of 0.03%) and bentonite as an adsorbent (at a rate of 3%). It is aimed to regenerate the frying oil by filtering the mixture after waiting for one day and to remove the harmful components formed in case of re-use. Conductivity, *p*-anisidine value, induction time, *L** value, *a** value, *b** value, peroxide value, free acidity value, total polar substance value and hardness value of the potatoes used in the frying were examined. Studies were carried out to determine antioxidant activities and comparisons were made in frying oil quality parameters. When the DPPH inhibition% of Albedo extracts was examined, it was found between 20.09% and 38.83%. Antioxidant activity of lemon albedo extract (38.83%) was found to be higher compared to other albedo and BHT (20.09%). Radical scavenging effects of Albedo extracts was found to be statistically significant ($p < 0.01$). When the total phenolic substance values of Albedo extracts were examined, it was found as 0.64 mg GA / ml and 1.06 mg GA / ml. Grapefruit albedo (1.06 mg GA / ml) was found to have a higher total phenolic substance than other albedo. Total phenolic content of Albedo extracts was found to be statistically significant ($p < 0.01$). It was observed that the total polar substance value varied between 8.86% and 17.00% and the free acidity value varied between 0.26% and 1.00% depending on the increase in the number of fries. The peroxide value was found to be between 7.12 meq O₂ / kg and 12.20 meq O₂ / kg. It was observed that the induction period value varied between 6.82 and 7.83 hours, and the *p*-anisidin value varied between 22.82 and 33.06. It was determined that the *L** value ranged from 67.03 to 73.16, the *a** value ranged from -2.61 to -4.86, the *b** value varied between 19.96 and 32.88, and the conductivity value varied between 60.26 mS/cm and 96.18 mS/cm. According to the raw materials; the total polar substance value varied between (13.12%-14.56%), the free acidity value varied between (0.51% -0.73%), the peroxide value ranged from (7.12-12.20 meq O₂ /kg), the induction period value varied between (6.82-7.83 hours). It was observed that the value of *p*-anisidine ranged between (22.82-33.06). It was determined that the *L** value ranged from 69.28 to 71.05, the *a** value ranged between -2.61 and -4.86, the *b** value ranged from 21.31 to 42.43, the conductivity value varied between 22.23 mS/cm and 120.12 mS/cm. According to the results, it was concluded that the quality criteria of the oil are more active in preventing the formation of unwanted compounds in frying oil compared to the adsorbent and albedo types of BHT.

Keywords: Antioxidant activity, albedo, adsorbent, deep frying, corn oil, oxidative stability.

ÖNSÖZ

Gıdaların pişirilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan kızartma işlemi sırasında sıcaklık, nem ve oksijen etkisi ile oluşan oksidasyon, polimerizasyon ve hidroliz reaksiyonları nedeni ile kızartma yağında çeşitli bozunma ürünleri oluşur. Polar yapıdaki bu safsızlıkların bir kısmı sağlığa zararlı olduğundan, miktarları izin verilen sınır değere ulaşmadan kullanımdan çekilirler. Son zamanlarda yapılan çalışmalar da kızartma yağlarının oksidatif stabilitesini artırmaya yönelik olmuştur. Bu tez çalışmasında; antioksidanların ilavesi dışında çeşitli adsorplayıcılarla rejenere edilerek tekrar kızartma işleminde kullanımını durumunda oluşan zararlı bileşenlerin arındırılması incelenmiştir.

Tezimin fikir aşamasından sonuçlanmasına kadar geçen süreçte bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, her aşamasında destek olup anlayış gösteren ve istatistik çalışmalarındaki yardımlarından dolayı değerli danışman hocam Doç. Dr. Ahmet ÜNVER'e, desteklerini ve yardımlarını gördüğüm değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SERT'e, bu süreçte bana inanıp güvenen ve destekleyen değerli hocam Ali DOĞAN'a ve laboratuvar çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Fatma UÇAR'a, Beytül YAŞKIRAN'a ve Büşra Nur İSTANBUL'a sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecimde albedolarımı yapmamda yardımcı olan en büyük destekcim canım anneme, turunçgil meyvelerimi temin eden ve ihtiyacım olduğunda her zaman yanımda olan canım babama, çalışmam boyunca beni her zaman yüreklendiren, destekleyen canım ablama, sağlığım nedeniyle en zor zamanlarımı geçirdiğim günlerde yanımdan hiç ayrılmayan her zaman yanımda olan bilgi ve birikimiyle bana yol gösteren biricik abim Dr. Osman YAŞKIRAN'a ve tezimin her safhasında yanımda olan özellikle laboratuvar çalışmamda yardıma ihtiyacım olduğunda yardımına koşan ikiz gibi büyüdüğüm kendisinden çok şey öğrendiğim sabırla manevi desteğini benden esirgemeyen canım kardeşim Dr. Beytül YAŞKIRAN'a kısacası beni her zaman destekleyen ve tüm öğrenim hayatım süresince hep yanımda olan maddi ve manevi desteğini esirgemeyen canım aileme sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Keziban YAŞKIRAN
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Kızartmalık Yağlar	4
2.2. Derin Yağda Kızartma İşlemi	5
2.3. Derin Yağda Kızartma İşlemi Sırasında Yağda Meydana Gelen Değişimler	7
2.3.1. Yağın hidrolizi	11
2.3.2. Yağın oksidasyonu.....	12
2.3.3. Yağın polimerizasyonu	13
2.4. Derin Yağda Kızartma İşlemi Sırasında Üründe Meydana Gelen Değişimler	15
2.5. Derin Yağda Kızartma İşleminin Beslenme ve Sağlık Açısından Değerlendirilmesi.....	16
2.5.1. Beslenme üzerine etkisi	16
2.5.2. Sağlık üzerine etkisi.....	16
2.6. Kızartma Yağının İyileştirilmesine Antioksidanların Etkisi	17
2.7. Kızartma Yağının İyileştirilmesine Adsorbanların Etkisi	19
2.7.1. Sentetik magnezyum silikat	21
2.7.2. Aktifleştirilmiş kalsiyum Bentonit.....	21
2.7.3. Geohellas Mak 200 Super Flo	22
2.8. Doğal Antioksidan Kaynağı Olarak Albedoların İncelenmesi	22
2.8.1. Turunçgil albedoları.....	22

3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal	25
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Albedoların elde edilmesi	26
3.2.2. Derin kızartma işlemi.....	26
3.2.3. Yağlarda yapılan analizler	27
3.2.4. Ekstraktlarda yapılan analizler.....	30
3.2.5. Patateslerde yapılan analizler.....	30
3.2.6. İstatistiksel analizler	31
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Kızartmada Kullanılan Hammaddelerin Bazı Özellikleri.....	31
4.2. Mısırözü Yağına İlave Edilen Maddelerin ve Kızartma Tekrarının Yağın Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi	33
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	63
5.1. Sonuçlar	63
5.2. Öneriler	65
6. KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	77

SİMGELER VE KISALTMALAR

a^* : Kırmızılık

b^* : Sarılık

BHA: Bütillendirilmiş hidroksianisol

BHT: Bütillendirilmiş hidroksitoluen

C: Karbon

Cm: Santimetre

Dk: Dakika

G: Gram

Kg: Kilogram

L^* : Parlaklık

m: Metre

meq: Miliequivalen

mg: Miligram

mm: Milimetre

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece

S: Süre

SYA: Serbest yağ asitliği

TBA: Tiyobarbutirik asit

TBHQ: Tersiyer bütül hidroküinon



1. GİRİŞ

En eski, hızlı ve kolay pişirme tekniklerinden biri olan kızartma; gıda sanayinde, evlerde ve restoranlarda tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Rossell, 2001). Kızartmada yağdan gıdaya hızlı ısı aktarımı sayesinde gıda en kısa sürede pişmektedir. Kızartılan ürün kendine has aroma, tekstür ve gevrekliğe sahip olmaktadır (Casal ve ark., 2010). Kızartılmış patateslerin tekstürü, rengi ve yağ içeriği en önemli kalite kriterlerinden olmaktadır (Troncoso ve ark., 2009). Belirtilen bu özellikleri nedeniyle evlerde ve restoranlarda et ve tavuk ürünleri, patates, mısır cipsi, sebzeler ve hamur işleri kızartılarak tüketilmektedir. Yüzyıllardır çeşitli kızartılmış ürünler, farklı kültürler tarafından tüketilmekte bazıları ise geleneksel olarak hazırlanmaktadır.

Hazır yemek sanayinin ve “fast food” adlı hızlı yemek sektörünün yaygınlaşması sonucu birçok gıda maddesi kızartılarak tüketiciye sunulmaktadır (Okur, 2008). Hazır yemek sektörünün gelişmesiyle kızarmış ürünlerin tüketimi, dondurulmuş yiyeceklerin kullanımı giderek artmaktadır (Thiyam ve ark., 2013). Dünyanın dört bir yanında kızarmış patatesler tüketilmektedir (Şahin ve Şumnu, 2009). Gıdaların kızartılarak tüketimi ülkemizde de beslenme alışkanlıkları arasında oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Genellikle bitkisel sıvı yağlar kızartmalıklarda daha çok kullanılmaktadır. Yaz aylarında ülkemizde taze olarak üretilen sebze ve meyvelerin büyük kısmı kızartılarak tüketilmektedir. Restoranlarda, gıda sanayisinde, evlerde, hazır gıda satışı yapılan ve toplu beslenmenin yapıldığı tüm kuruluşlarda bu usule rastlanmaktadır (Okur, 2008).

Türk ve dünya mutfağında sıklıkla tercih edilen bir pişirme yöntemi olan kızartma işlemi, gıdaların tat ve tüketilebilirlik kalitesini geliştirir. Kızartma yağının sıcaklığı 160-180°C arasında olup, gıdanın ortasına doğru ısı iletimi gerçekleşmekte ve kısa sürede pişmektedir. Ayrıca işlem sırasında uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle gıda maddesinin yüzeyindeki, hatta dilimlenmiş formda olması halinde tüm kitlesindeki suyun uçurulması söz konusudur. Bunun yanında yine işlem sıcaklığı nedeniyle, mikroorganizma ve enzimlerin inaktivasyonları da önemli ölçüde sağladığından kızartma işlemi, gıdalar üzerinde koruyucu bir etki göstermekte ve kızartılmış gıdaların raf ömrü diğer pişirme teknikleri ile hazırlanan gıdalara kıyasla daha uzun olmaktadır (Kayahan, 2002). Kızartma materyali yağ içerisine daldırıldığında yüksek sıcaklığın etkisiyle su buharı oluşur ve ürünün yüzeyine doğru ilerler. Gıdanın yüzeyinde kabuk oluşumu gözlenir (Şahin ve Şumnu, 2009). Oluşan kabuk, değişik çaplarda kapiler

kanallar içeren gözenekli (poröz) bir katmandır. Malzemenin içerdiği su ve su buharı, kızartma sırasında öncelikle geniş çaplı gözeneklerden buhar halinde uzaklaşırken, oluşan boşluklar sıcak yağ tarafından doldurulur. Gıdanın merkezine ulaşan ısı enerjisinin etkisiyle nişasta jelatinizasyonu, protein denatürasyonu ve içe doğru ilerleyen bir kabuklaşma meydana gelir (Blumenthal, 1991). Bu noktada, istenen renk, tat ve aroma oluşur.

Kızartılan gıdanın ve kızartma yağının yapısında meydana getirdiği bir takım sağlığa zararlı değişimler de söz konusudur. Yüksek sıcaklıkta ısı alışverişi esnasında yağda birtakım fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelmektedir. Gıdanın nem, yüksek sıcaklık ve oksijen ile teması sonucunda yağda üç farklı bozulma reaksiyonu ortaya çıkmaktadır. Oksijenin ısı ile teması termal oksidasyona, gıdadan gelen su nedeniyle de hidroliz reaksiyonu gerçekleşmektedir. Bu kompleks reaksiyonlar sonucu çeşitli polimerizasyon ürünleri açığa çıkmaktadır. Yağların termal oksidasyonu sonucu açığa çıkan birincil ürünler (peroksitler ve hidroperoksitler) hızla parçalanarak aldehitler, ketonlar, alkoller, hidrokarbonlar ve polimerler gibi ikincil bileşiklere dönüşmektedir. Gıda okside olmuş, polar madde miktarı artmış bu yağı absorbe etmekte bu sayede vücuda alınmaktadır. Yağda oluşan bu bileşikler ayrıca köpük oluşumunu, yağın *p*-anisidin değeri, polar ve polimer madde miktarı, konjuge dien değeri, serbest yağ asidi miktarı, viskoziteyi, koyu renk oluşumunu ve akrilamid oluşumunu arttırmakta ve iyot sayısı, dumanlanma noktası ve C18:2/C16:0 oranında ise düşme gerçekleşmektedir. Oluşan bozulma ürünleri yağın ve gıdanın tat ve kokusunda istenmeyen değişimlere neden olurken raf ömrünü de kısaltmaktadır. Oksidasyon sonucu oluşan acımsı tat, gıdanın duyusal kalitesini düşürmekte ve oluşan okside ürünler sağlığı tehdit etmektedir (Che Man ve Jaswir, 2000; Jaswir ve ark., 2000; Nor ve ark., 2008). Kızartma yağlarının durumunun değerlendirilmesi için en önemli analizlerden birisi de toplam polar madde analizidir. Yabancı maddeler de yağın bozulmasını hızlandırmaktadır. Serbest yağ asidi oluşumunu özellikle kızartma etkisiyle oluşan kırıntı hızlandırmaktadır. Yağın uzun süre kullanımı sonunda siyah bir hale gelmiş yağ; ısı transferini engellemekte ve gıdanın görünüşünde bozukluklara neden olmaktadır (Blumenthal, 1996). Ülkemizde de derin yağda kızartma sonrası oluşan zararlı okside polar maddeler, kızartmalık yağ absorpsiyonunun tüketici sağlığına olumsuz etkileri, üretici firma talepleri, kızartılan ürünlerin yağ içeriğinin fazla olmasından dolayı obeziteye sebep olma riski ve kalitesi yükseltilmiş fonksiyonelliği

arttırılmış kızartmalık yağ elde etme istemleri nedeniyle kızartmalık yağlarda iyileştirme ve stabilize etme çalışmaları önemli olmaktadır (Sarbat, 2016).

Günümüzde kızartma işleminin optimizasyonu; yağı bir başka yağ ile değiştirme, yağın filtrasyonu, kızartma sıcaklığının değiştirilmesi veya kızartma yağının optimizasyonu ile sağlanmaya çalışılmaktadır. Kızartma işleminde kullanılan kızartmalık yağın iyileştirilmesi çalışmaları sayesinde kızartıldığı gıdaların daha az yağ çekmesini ve kızartma yağının bozulmasını geciktirecek ya da önleyecek antipolimerize etki gösteren antioksidanlar ve stabilizatör-emülsifiyer karışımlarının yağa katılması olgusu oldukça yenidir. Bu sebeple sınırlı çalışmada; sesamol, askorbik asit, fitosteroller, askorbil palmitat, α - tokoferol, biberiye, zerdeçal, BHA-BHT gibi antioksidanlar ve yağ asitlerinin mono ve digliseritleri, mono ve digliseritlerin laktik asit-sitrik asit esterleri gibi emülsifiye edici ajanlar kullanılmak suretiyle kızartmalık yağların stabilize edilebilmesi gerçekleştirilmiştir (Sarbat, 2016).

Kızartma işlemi sonucunda yağda oluşan istenmeyen maddeleri uzaklaştırmak için pasif ve aktif filtrasyon sistemleri kullanılmaktadır. Yardımcı maddesiyle kaplanmış çelik elek sistemler kullanılarak pasif filtrasyon işlemi ile gerçekleştirilmektedir. Bu sistemde 5 μ 'dan büyük parçacıklar uzaklaştırılmaktadır. Ancak aktif filtrasyon sisteminde adsorban kullanımı söz konusudur. Bu nedenle daha etkin bir sistemdir. Aktif sistemde aktifleştirilmiş karbon, kalsiyum silikat, magnezyum silikat, diatome toprağı ve silika gibi adsorban maddeler kullanılmaktadır.

Adsorbanlarla yapılan çalışmalarda kızartma sonrasında yağa eklenen adsorbanın yağın rengi, toplam polar maddesi ve asitliğinde önemli miktarda düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. Bu şekilde yağın kullanım süresinin de uzadığı görülmüştür.

Bu çalışmanın amacı derin yağda kızartma işlemi uygulanan mısırözü yağına turunçgil albedolarından hazırlanan tozları, adsorban olarak bentonit eklenerek kontrol ve yapay antioksidan kaynağına kıyasla oksidasyon seviyesi araştırılmıştır. Üç farklı turunçgil albedosu tozu (portakal albedosu, limon albedosu ve greyfurt albedosu) %1, yapay antioksidan (BHT) %0.03, adsorban (bentonit) %3 oranlarında mısırözü yağına eklenmiştir. 180°C'de 5 dk süreyle *Lady Olimpia* cinsi dondurulmuş patatesler kullanılarak kızartma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede yağda meydana gelen değişimler incelenmiş, doğal ve yapay antioksidan kaynakları ile adsorbanın kızartma yağında meydana getirdiği değişimler karşılaştırılmalı olarak yorumlanmıştır. Bu tez çalışmasında, antioksidanların ilavesi dışında çeşitli adsorplayıcılarla rejenere edilerek

tekrar kızartma işleminde kullanımını durumunda oluşan zararlı bileşenlerin arındırılması ve yağın kullanılabilirliğinin artırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, kızartmalık yağlar, derin yağda kızartma işlemi, derin kızartma sırasında yağda ve üründe meydana gelen değişimler, derin yağda kızartma işleminin beslenme ve sağlık açısından değerlendirilmesi, kızartma yağının iyileştirilmesine adsorbanların etkisi, kızartma yağının iyileştirilmesine antioksidanların etkisi ve çalışmaya konu olan turunçgil albedoları doğal antioksidan kaynağı olarak ele alınmıştır.

2.1. Kızartmalık Yağlar

Kızartma amacı ile kullanılan Dünyada 20 milyon ton civarında bitkisel ve hayvansal yağ kullanılmaktadır (Negishi ve ark., 2003). Bitkisel sıvı yağlar ülkemizde de beslenme alışkanlıklarından biri haline gelen genellikle kızartma işlemlerinde kullanılmaktadır (Oysun, 1984).

Kızartma mekanizması oldukça karmaşık bir süreçtir. Bu karmaşık sürecin bazıları sürecin kendisine bağlıdır, bazıları da gıdaya ve kullanılan yağa bağlıdır (Fillion ve Henry, 1998). Alman Yağ Araştırma Bilimi'nin (German Society for Fat Research) farklı maddelerdeki okside yağ asitlerinin miktarına işaret etmesi ile kızartma yağının kalitesine olan ilgi 1970'lerin ortalarında, başlamıştır (Ravelli ve ark., 2010).

Kızartma kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi kızartma işleminde kullanılan yağın türü etkilemektedir (Bulut ve Yılmaz, 2010). Kızartma yağının besin değeri, stabilite ve fiyat açısından değerlendirilmesi gerektiğinden de kızartmada kullanılacak yağların seçimi zordur (Sanibal ve Mancini- Filho, 2004). Yağın hava ile teması, sıcaklık, ısıtma süresi, yağın doymamışlık derecesi, kızartma kabının tipi, antioksidan veya pro-oksidan varlığı gibi birçok faktör kızartma yağlarının tüm performansını etkiler (Andrikopoulos ve ark., 2002).

Kızartma uygulamalarında yüksek oranda doymuş yağ asidi içeren yağlar daha stabildir. Genelde kızartmalarda, düşük serbest asit ve iz metal, düşük linoleik/linolenik asit seviyesi, çok düşük peroksit değeri ve nem içeriği istenmektedir. 120°C'nin üzerinde dumanlanma noktası, yumuşak ve hafif lezzeti olan katı ve sıvı yağlar tercih

edilmektedir (Bulut ve Yılmaz, 2010). Doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri bir yağın seçiminde oranları önemlidir. Örneğin zeytinyağı, fıstık yağı gibi düşük seviyede çoklu doymamış yağ asidi içeren yağlar tercih edilmelidir. Bu sebeple kızartma sırasında yağda oluşabilecek olan peroksit veya hidroperoksit riski azaltılmış olur (Quaglia ve ark., 1998).

Sızma zeytinyağının oksidatif bozunmaya karşı direnç göstermesinin başlıca iki nedenden birincisi, yağın yağ asidi kompozisyonu yüksek tekli doymamış-çoklu doymamış yağ asidi oranı ile karakterize edilmiş olması ve ikincisi, polifenollerce zengin güçlü antioksidan aktiviteli minör bileşenleri içermesidir. Zeytinyağı hemen hemen hiç trans yağ asidi içermemesi, doymamış yağ asitleri bakımından zengin, doymuş ve çoklu doymamış yağ asitleri düşük, linolenik asidi çok düşüktür (Velasco ve Carmen, 2002). Kızartma için alternatif başka bir yağ olan ayçiçeği yağı da yüksek dumanlanma noktası ve yağ asidi kompozisyonundan dolayı tercih edilmektedir (Gharachorloo ve ark., 2010). Birçok Avrupa ülkesinde büyük gıda üreticileri tarafından palm olein yağı da, performansı ve doğal olarak yüksek oksidasyon stabilitesine sahip olmasından dolayı tercih edilmektedir (Marmesat ve ark., 2005).

Mısırözü yağı, gramineae familyasından *zea mays* mısır tanelerinin rüşeyminden elde edilen bir yağdır. Mısır nişasta ve glukoz şurubu üretimi sırasında yan ürün olarak rüşeymden mısırözü yağı da elde edilmektedir. Yağ içeriği mısır çeşitlerine göre % 1,2 ile % 5,7 arasında değişir. Mısırların yağ içeriği çoğu bölgede de ortalama % 4-5 arasında olur. Mısırözü yağı, % 19-49 arasında değişen oleik asit, % 34-62 arasında değişen linoleik asit içeriği ile oleik-linoleik grubu yağlar arasında yer almaktadır. Mısırözü yağının trigliserid yapısının önemli kısmını ise 40, 42, 44, 46 ve 48 karbonlu trigliseridler oluşturmaktadır. Ham mısırözü yağı diğer bitkisel kaynaklı yağlarla karşılaştırıldığında önemli miktarda fosfatidleri (%1-3), steroller (en az %1) ve serbest yağ asitlerini (en az %1.5) içermektedir. Oksidatif stabilitesi yüksek olan mısırözü yağının sabunlaşmayan maddeleri arasında yer alan önemli bir bileşen ise tokoferollerdir (Kıvrak, 2018).

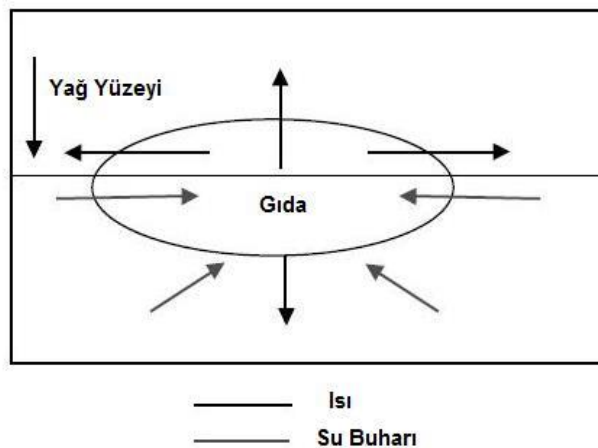
2.2. Derin Yağda Kızartma İşlemi

Derin yağda kızartma işleminin başlangıcı tam olarak bilinmemekle birlikte büyük ihtimalle M.Ö altıncı yüzyıldan kalma Türk ve Dünya mutfağının kullandığı evrensel bir pişirme tekniğidir (Saguy ve Dana, 2003). Çok önemli yiyecek hazırlama

yöntemi olan kızartma işlemi birçok ülkede her zaman popüler haline gelmiştir. Günümüzde en fazla derin yağda kızartılmış ürünlerinin tüketildiği ve rağbet gördüğü yerlerin başında Avrupa, Asya, Kuzey ve Güney Amerika ülkeleri gelmektedir (Moreira ve ark., 1999).

Son günlerde ülkemizde de evlerde, gıda sanayisinde, hazır gıda satışı yapılan toplu beslenmenin yapıldığı yerlerde derin yağda kızartılmış olan ürünlerin (patates kızartması, hamur işleri kızartılmış sebzeler ve balık kızartmaları, et ve tavuk ürünleri vs.) tüketiminde artış söz konusudur. Bu sebeple kaliteli kızartma ürünlerinin elde edilmesi, kızartma sektörü için son derece önem arz etmektedir (Öztürk, 2004; Demiröz ve Ataman, 2009).

Derin yağda kızartma; yağ, gıda ve havanın aynı anda ısı iletiminin yağ içinde konveksiyon ve gıda maddesinde kondüksiyon yolu ile yiyeceğin tamamının ya da tamamına yakınının kızgın yağ (150-200°C) içine daldırıldığı pişirme tekniği olarak tanımlanmıştır (Bulut ve Yılmaz, 2010). Kızartma yağı; proseste ısı transfer ortamı olarak rol alır ve kızartılmış yiyeceğin yapısına ve kalitesinin değişmesine katkıda bulunmaktadır (Arslan, 2009). Yağ ile gıda maddesi arasındaki yüksek sıcaklıktan doğan ısı ayrımı sebebiyle yüzeyde daha sert, iç kısımlarda ise daha nemli ve yumuşak bir yapı meydana gelmektedir (Franke ve Reimerdes, 2004). Gıdanın her tarafına eşit düzeyde aynı ısıl işlem uygulandığından dolayı tek tip görünüm ve renge sahip olmaktadır (Fellows, 2000). Yüksek işlem sıcaklığının uygulanmasıyla da büyük ölçüde mikroorganizma ve enzim inaktivasyonlarını inhibe ettiği bilinmektedir. Bu sayede gıdalar üzerinde koruyucu etki göstermekte ve diğer pişirme teknikleri ile hazırlanan gıdalara kıyasla gıdaların raf ömrü daha uzun olmaktadır (Kayahan, 2002).



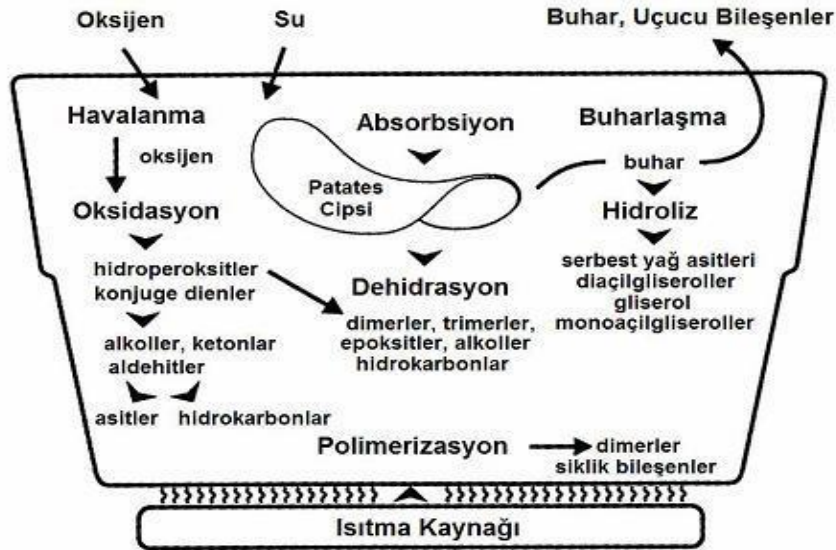
Şekil 1.2. Kızartma Süresince Kavramsal Isı Kütle Transferi (Arslan, 2009).

Yüksek sıcaklık uygulanmasıyla gıdanın yüzeyindeki suyun büyük kısmı buharlaşır gıda ürünü dehidrasyona uğrar. Aynı fırınlamada olduğu gibi gıdanın yüzeyindeki kuruma sonucu içe doğru kabuk oluşumu gözlenir. Gıdanın yüzey sıcaklığı içinde bulunduğu yağın sıcaklığına ulaşır (Şahin ve Şumnu, 2009). Gıdadan suyun uzaklaşmasıyla birlikte boşluk olan yerlere yağ girer. Oluşan kabuk farklı çaplarda kapiler kanallar içeren gözenekli bir katmandır. Bu nedenle kızartılan gıda önemli miktarda yağ absorbe etmektedir (Kayahan, 2002; Saguy ve Dana, 2003). Absorbe edilen bu yağ, kabuğun çıtırılığını, eşsiz bir kabuk, renk, tekstür ve lezzetinin gelişmesine katkıda bulunur. Ürün türüne göre absorbe edilen yağ %15-40 arasında değişir (Smith ve ark., 1985; Choe ve Min, 2007).

Totani ve ark. (2006), kızartma yağlarının kullanıldığı ev ve restoran tipi yerlerde yaptıkları çalışmada; kızartma yağlarının sağlığa olumsuz etkisinin azaltmanın en iyi yolunun yağın kullanım süresini kısaltmak olduğunu belirtmişlerdir.

2.3. Derin Yağda Kızartma İşlemi Sırasında Yağda Meydana Gelen Değişimler

Kızartma işlemi sırasında yüksek sıcaklığa tabi tutulan yağ, kızartılan gıdaların içine nüfuz etme özellikleri ve ısı transfer ortamı oluşturmaları nedeniyle önemli bir kritik özelliğe sahiptir. Ortamda bulunan hava ve nemin de etkisiyle de yüksek sıcaklıkta tekrarlı kullanımlarda kızartma yağlarında meydana gelen çok sayıda oksidasyon, hidroliz, otooksidasyon, oksidatif polimerizasyon ve termal bozunma reaksiyonları sonucunda yağların fiziksel, kimyasal, fonksiyonel, besinsel ve duyuşal özelliklerinde önemli birçok değişiklikler meydana gelir (Tekelioğlu ve ark., 2008). Ayrıca kızartma işlemi sırasında yağda oluşan reaksiyonlara etki eden etmenler; kızartılacak gıdanın bileşimi, gıdanın su oranı, yüzey alanı, kaplama materyali kullanımı, yağ tipi ve kalitesi, yağdaki bozunma ürünleri, antioksidanlar, köpük önleyici katkıları, yağ sıcaklığı, kızartma süresi, kızartma derecesi, yağın kompozisyonu, yağın hava ile temas yüzeyi, kızartma ekipmanı, kızartma hızı, yeni yağ ilavesi, filtrasyon uygulaması, ekipman temizliği gibi faktörler etki etmektedir (Ramadan, 2007).



Şekil 1.3. Kızartma işlemi sırasında meydana gelen değişimler (Fritsch, 1981).

Kızartma prosesi devam ettikçe kızartılmış gıda lezzeti gelişir. Lezzet gelişimi ile birlikte yağ çeşitli kimyasal reaksiyonlara uğrar. Kızartma işlemi sırasında yağda oluşan fiziksel ve kimyasal birçok kompleks değişimler meydana gelerek yağın tüketilebilirliğini ortadan kaldırmakla birlikte kızartılmış olan gıdaya da birçok oluşan toksik madde aktararak kızartılan gıdanın besinsel kalitesini düşürmektedir (Maskan ve ark., 2006; Serjouie ve ark., 2010). Derin yağda kızartmada kullanılan kızartmalık yağlar günlerce kullanıldığından, kızartma yağlarının bozunması da yoğun olur. Kızartıcıdaki yağ daha koyu bir renk alır (Pokorny, 1999). Normal şartlar altında, yağda bulunan doğal antioksidan maddeler oksidatif tepkimelere karşı dayanma etkisi gösterirler. İndüksiyon periyodu olarak tanımlanan bu süreç yağın içerdiği doğal antioksidan maddelerin oksidasyonu şeklinde ortaya çıkar. Bu nedenle yağın ana unsurunda yer alan yağ asitlerinin okside olması sonucu oluşan tat ve koku bozucu maddelerin miktarları, yağın tüketilebilirliğini etkilemeyen bir sınırdadır. Ancak yağın nem ve oksijenin bulunduğu bir ortamda kızartma sıcaklığına kadar ısıtılması, oluşan oksidatif ve hidrolitik tepkimeler sonucu yapısında uçucu karbonilli bileşiklerle, kısa zincirli asitlerin, oksidatif asitlerin, keto asitlerin, epoksi asitlerin ve alkollerin oluşumuna neden olmaktadır. Bu oluşumlara bağlı olarak da, tat ve koku bozulması ve renk koyulaşması meydana gelmektedir (Saguy ve Dana, 2001). Kızartma sırasında yağ uzun süre yüksek sıcaklıklarda bekletildiğinde gliseroller yanarak bir aldehit türevi olan akrolein maddesine dönüşürler. Bu madde ciddi kanserojenik etkiye sahip toksik bir bileşendir. Kızartma sırasında mavi bir duman oluşturarak kendini belli etmektedir (Fritsch, 1981).

Çizelge 1.1. Kızartma yağlarında oluşan reaksiyonlar (Saguy ve Dana, 2001).

Reaksiyon	Neden olan etken	Reaksiyon ürünleri
Hidroliz	Gıdanın içerdiği su	Yağ asitleri, digliseritler, monogliseritler, gliserol
Oksidasyon ve Polimerizasyon	Hava	Oksitlenmiş monomerik, dimerik ve oligomerik trigliseritler, uçucu maddeler (aldehitler, ketonlar, alkoller, vs.)
Isıl bozunma ve Polimerizasyon	Sıcaklık	Halkalı yapıda monomerik, dimerik, polimerik trigliseritler, akrilamid, furan, dioksin, vs.

Fauziah ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada, 180°C'de her biri 100 g olan taze patateslerin 6 dakikalık aralıklarla 8 saat/gün süreyle 5 gün boyunca (her gün %30 taze yağ ilavesi yapılarak) kızartılmasında her biri 11,5 kg'lık palm olein ve yüksek oleik asitli ayçiçeği yağlarını kullanmışlardır. Bu çalışma, 100°C'de ransimat metodu ile belirlenen indüksiyon sürelerinin kızartma işleminin ilerlemesiyle birlikte azaldığı, palm oleinde 43 saatten 19,4 saate, ayçiçeği yağında ise 23 saatten 5,25 saate ulaştığı belirlenmiştir. Sürekli yükseliş eğilimleri ile % serbest yağ asitliği değerleri palm oleinde %0,065'den %0,420'ye, ayçiçeği yağında ise %0,055'ten %0,370'ye ulaşmıştır. Yağ asidi bileşimlerindeki en önemli değişimin ise linoleik asit (C18:2) içeriklerindeki azalmalar olduğu ve bu değerlerin palm oleinde %11,9'dan %10,4'e, ayçiçeği yağında %5,5'den %2,8'e azaldığı bildirilmiştir. Buna bağlı olarak (C18:2/C16:0) oranlarındaki düşüşlerin ayçiçeği yağında %49,29 ve palm oleinde %18,75 olduğu da belirtilmektedir.

Marmesat ve ark. (2005) çalışmalarında, 180°C'de 4 saat süreyle termal-oksidasyon koşullarına maruz bırakılan yüksek oleik-palmitik asitli ayçiçeği yağı ile palm olein yağının oksidatif stabilite indekslerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, yüksek oleik-palmitik asitli ayçiçeği yağı ile palm olein yağında 120°C'de 15,3 ve 12,6 saat olarak belirlenen işlem öncesi oksidatif stabilite indeksleri işlem süresince azalmış ve işlem sonunda 12,9 ve 4,4 saat olarak belirleşmişlerdir.

Kayahan (1984), rafine pamuk yağı, rafine ayçiçeği yağı ve zeytinyağı ile yaptığı çalışmada, 180 ±5°C de patates kızartıldığında her üç yağda da % serbest yağ asitliği miktarlarının arttığını tespit etmiştir. Bekletmeden ardı ardına kızartma yapıldığında, ayçiçeği yağının % serbest yağ asitliği %0,20'den 10. kızartma sonunda

%0,34'e yükselmiş, oda sıcaklığında bekleterek bir gün ara ile 10 defa kızartma yapıldığında ise %0,42'ye yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Kupongsak ve Kansuwan (2012)'ın palm olein yağı, soya yağı ve her iki yağın farklı oranlarda karışımlarını kullanarak yaptığı çalışmada; 180°C'de 6 dakika (toplam 12 saat) uygulanan patates kızartması işlemi sonrası yağlarda analiz parametreleri gerçekleştirmişlerdir. Yağların serbest asitlik değerleri soya yağında %0.03; palm oleinde %0.06 bulunurken peroksit değerlerini sırasıyla 2.89 ve 0.80 meq O₂/kg yağ ve polar madde içeriklerini ise %10.00 ve %6.50 olarak belirlemişlerdir.

Ramli ve ark. (2012)'ın yaptığı bir çalışmada, patates dilimlerine palm olein, ayçiçeği ve mısır yağları ile bu yağların karışımları (palm olein-ayçiçek; palm olein-mısır) kullanılarak 180°C'de kızartma işlemi uygulamışlardır. Palm olein yağında ilk kızartma sonrası 6.51 meq O₂/kg yağ olan peroksit değeri 5. kızartma sonrası 11.66 meq O₂/kg'a yükseldiğini tespit etmişlerdir. Ayçiçeği ve mısır yağlarında 1. kızartma sonrası sırayla 10.01; 6.11 meq O₂/kg yağ iken 5. kızartma sonunda 24.32 ve 16.01 meq O₂/kg yağ değerini elde etmişlerdir.

Casal ve ark. (2010)'ın natural sızma zeytinyağı, Cobrançosa zeytinyağı, riviera zeytinyağı ve rafine ayçiçeği yağı kullanarak yaptıkları çalışmada, 170°C'de patates kullanılarak kızartma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yağlar, toplam polar madde içeriği %25'i geçinceye kadar kızartma işlemine tabi tutulmuştur. Toplam 3 saat uygulanan kızartma işlemi sonrası yağların toplam polar madde içeriği sırasıyla %7.50; %8.50; %8.00; %17.50; serbest yağ asidi içeriği %0.3; %0.3; %0.3; %0.1 (% oleik asit cinsinden), peroksit değerleri ise 14.00; 11.00; 11.00; 28.00 meq O₂/kg yağ olarak bulunmuştur. Yağların yağ asidi kompozisyonlarına göre, doymuş yağ asidi içeriğinde ve oleik asit miktarında en fazla değişim riviera zeytinyağında gözlenirken, linoleik (18:2) ve linolenik (18:3) asit miktarında maksimum azalma ise, Cobrançosa zeytinyağında belirlenmiştir. Ayçiçeği yağının linolenik (%0.01) ve linoleik (%0.05) asit içeriklerinde azalmanın minimum seviyede olduğunu belirlemişlerdir.

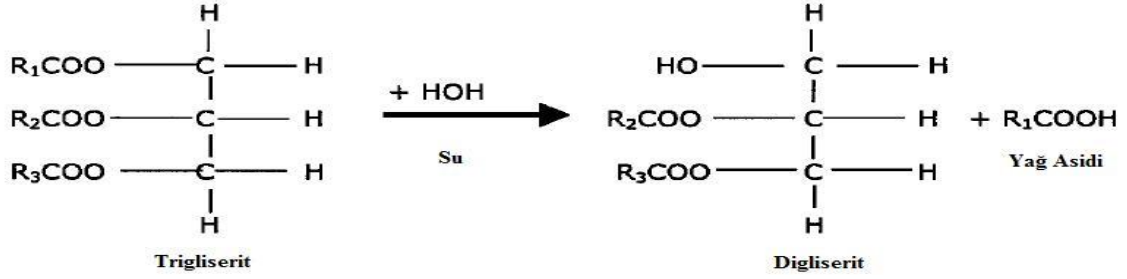
Yapılan başka bir çalışmada, 15 kez kızartılmış (190±2°C'de 8dk) fındık yağında toplam polar madde miktarı %3.98; peroksit değeri 10.64 meq O₂/kg yağ bulunurken mısır ve riviera zeytinyağında toplam polar madde içeriği %4.20. %4.31 iken, peroksit değeri ise 5.58 meq O₂/kg ve 5.85 meq O₂/kg yağ olarak tespit etmişlerdir (Karakaya ve Şimşek, 2011).

2.3.1. Yağın hidrolizi

Su, buhar ve oksijen varlığı kızartma yağında ve gıdada bazı kimyasal reaksiyonları başlatır. Kızartma ortamında bulunan zayıf bir nükleofil olan su molekülleri ve/veya ortam rutubeti ile triaçilgliserollerin ester bağlarına saldırarak di- ve mono- açilgliserollerin, gliserollerin ve serbest yağ asitlerinin oluşmasını sağlar. Hidroliz, trigliseridlerdeki ester bağlarında gerçekleşmektedir. Buna bağlı olarak da kızartma yağındaki serbest yağ asidi miktarı, kızartma sayısının artması ile birlikte doğru orantılı olarak artmaktadır. Serbest hale geçen yağ asitleri yağın acılaşmasına (asitliğin yükselmesi; hidrolitik ransitide) neden olmaktadır. Ransidite oluşumu yağın acılaşmasına ve tüketilemez hale gelmesine neden olur. Serbest hale geçen yağ asitlerinin tat bozulmasına yol olabilmeleri için kısa zincirli yağ asitleri olması gerekmektedir. Serbest hale geçen uzun zincirli yağ asitleri belirli sınırı aşmadan olumsuz tat-koku etkisi göstermezler (Gupta, 2004).

Kızartma yağının kalitesinin bir göstergesi olarak serbest yağ asidi tayini kullanılır. Bu nedenle yağların serbest yağ asidi miktarının kabul edilebilir düzeyde tutulması ile yağların bozulması önenebilmektedir. Termal hidroliz, genelde yağ-su ara yüzeyine göre daha fazla yağ fazı dâhilinde gerçekleşir. Hidroliz reaksiyonu; doymuş yağ asidi içeren ve uzun zincirli yağlarda, kısa zincirli ve doymamış yağlara göre daha yavaş gerçekleşir. Çünkü kısa zincirli ve doymamış yağ asitleri uzun ve doymuş olanlara göre suda daha iyi çözünme kabiliyetine sahiptirler. Yiyeceklerden gelen su, kısa zincirli yağ asidi içeriğine sahip katı ve sıvı yağlara daha kolay ulaşarak hidrolizin meydana gelmesine neden olmaktadır (Lascaray, 1949; Nawar, 1969; Chung ve ark., 2004; Choe ve Min, 2007).

Su miktarı ve yağ ile su fazının geniş bir şekilde teması ne kadar fazla olursa yağın hidrolizi de o denli hızlanmaktadır. Yağı buhardan daha hızlı bir şekilde su hidrolize etmektedir. Yağda meydana gelen hidroliz reaksiyonlarının daha hızlı gerçekleşmesine di- ve mono- açilgliseroller, serbest yağ asitleri ve gliseroller neden olur (Frega ve ark., 1999; Choe ve Min, 2007). Kızartma koşullarında gliserol 150 °C'de buharlaşır ve uçucu bir molekül olan ve buharı göz ile mukozanın tahrişine neden olan olan akrolein meydana gelir (Karakaya, 2011). Kızartma yağları için maksimum serbest yağ asidi içeriği %0,05 ile %0,08 değerlerine sahip olması gerektiğini önermişlerdir (Stevenson ve ark., 1984).



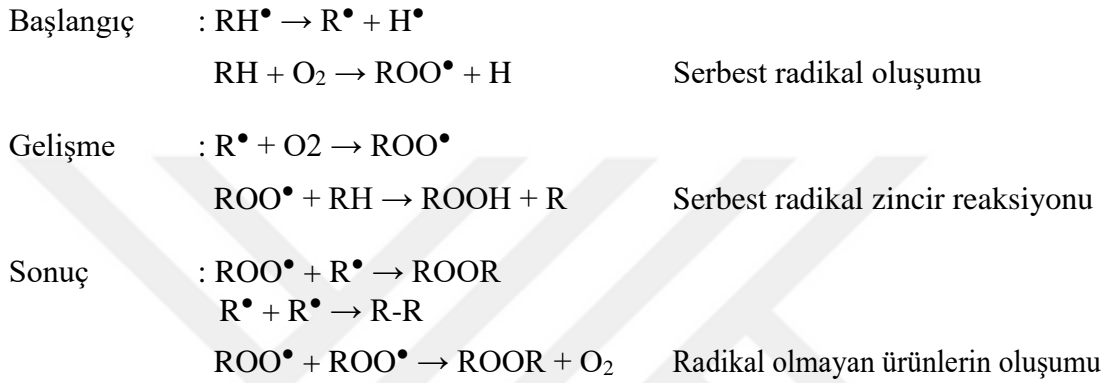
Şekil 1.4. Hidrolitik reaksiyon (Gupta, 2004).

2.3.2. Yağın oksidasyonu

Oksidatif olayların yağlarda önemli değişikliklere neden olduğu bilinmektedir. Oksidasyon kimyası kompleks ve bir seri kimyasal olaylar zinciridir. Atmosfer oksijeninin doymamış yağ asidi molekülünün çift bağlarına (C=C) hücum etmesiyle oksidatif ransitide (acılaşma) meydana gelmektedir. Bu acılaşma sonucunda yağlarda hoş olmayan tat ve koku üzerinde önemli etkiye sahip bozulma ürünleri meydana gelir. Kızartılmış ürünlerde istenmeyen tat ve koku oluşur. Oksidasyon seviyesi artmış olan yağların dumanlanma noktası düşer. Bu nedenle kızartmalık yağların kullanımı sınırlandırılmaktadır (Nas ve ark., 2001). Kimyasal mekanizma olarak otooksidasyon mekanizması termal oksidasyon mekanizmasına benzer ancak termal oksidasyon daha hızlı ilerler (Choe ve Min, 2007).

Doymuş yağlar doymamış yağlara göre nispeten daha yüksek oksidatif stabiliteye sahiptirler. Başlangıç aşamasında; yağ asidi zincirinden bir hidrojen atomunun ayrılması ile serbest radikal oluşur. Serbest radikaller oksijen ile reaksiyona girerek peroksi radikaller meydana gelir. Peroksi radikaller stabil bileşikler olmadıkları için parçalanırlar. İlerleme aşamasında peroksi radikallerin doymamış yağ asitleriyle reaksiyonu sonucu epoksitler, peroksitler ve hidroperoksitler meydana gelmektedir (Şahin ve Şumnu, 2009). İkinci aşamada; oluşan bu bileşikler birleşerek daha büyük dimerik ve polimerik maddeler meydana gelir (polimerizasyon). Hidroperoksitler çok kararsız yapıdadırlar ve yağ oksidasyon prosesi devam ettiği sürece aldehit, keton, hidrokarbon, alkol ve daha birçok yağda bozunma yapan reaksiyon ürünlerine parçalanır. Oluşan bileşenlerin molekül ağırlıkları yağlarınkine yakın olduğu için yağ içerisinde çözülmüş olarak kalırlar (Kaya, 2008). Bu bileşikler acılaşmaya ve toksiteye neden olur. Kullanılan yağ linolenik asit içeriyorsa oksidasyon mekanizması

daha hızlı gerçekleşir (Gupta, 2004). Kızartma yağında ortamda bulunan oksijen ve doymamış yağ asidi tükendiği zaman üçüncü aşama olan son aşama meydana gelir. Bu aşamada serbest radikaller oluşan bileşiklerle reaksiyona girerek daha büyük viskoz yapıdaki dimerik ve polimerik bileşikleri oluşturur ve yağ kuruyan bir yapı kazanmaktadır. Yağda oluşan bileşikler istenilmeyen lezzet değişikliklerine neden olmaktadır. Yapısındaki HO-grupları yüzey aktif madde göstererek köpük oluşumuna neden olduğundan dolayı kızartma yağlarında istenmez (Şahin ve Şumnu, 2009).



Şekil 1.5. Oksidasyon mekanizması (Gupta, 2004).

2.3.3. Yağın polimerizasyonu

Termal polimerler ve oksidatif polimerler olmak üzere iki çeşit kızartma yağında oluşan polimer vardır. Termal polimerler, oksijen ile veya oksijen olmadan ısının etkisiyle oluşmaktadır. Isının etkisiyle yağ molekülleri ya da yağ asitleri ayrılabilir ve ayrılmış olan bu bileşikler birbirleriyle reaksiyona girerek büyük moleküllü bileşiklerin meydana gelmesine termal polimerler olarak adlandırılır. Termal polimer oluşumuna kızartma işleminde, yüksek kızartma sıcaklığı ve süresi etkilidir. Yağın oksidasyonu ile ortaya çıkan serbest radikallerin birbiriyle etkileşimi sonucunda ise oksidatif polimerler meydana gelir. Derin yağda kızartma sırasında oluşan polimer bileşikler oksijen bakımından zengindirler ve yağın oksidasyonunu hızlandırırlar (Gupta, 2005).

Derin yağda kızartma sırasında oluşan polimerler; yağın viskozitesini artırır, ısı alışverişini azaltır, yağda kızartma sırasında köpük oluşturur, yağın bozulmasını hızlandırır ve kızartılan gıdada istenmeyen renk oluşumuna neden olmaktadır. Aynı zamanda polimerler gıdanın daha fazla yağ absorpsiyonuna neden olmaktadır. Yağların önemli fiziksel özelliklerinden biri de viskozite; bir akışkanın iç direncine karşı koyması

özelliğidir. Doymamışlık derecesinin artması viskoziteyi düşürmektedir ayrıca yüksek sıcaklığa uzun süre maruz kalan yağlarda polimerizasyon ürünlerinin oluşması yağın viskozitesini arttırmaktadır (Gertz ve Matthäus, 2008). Yüksek oranda konjuge dien olan polimerler, kızartma aletinin çevresinde bulunan yağ ve metal kısmı ile havadaki oksijenle temas ettiği noktalarda kahverengi reçine gibi kalıntılar oluşturabilmektedir. Reçinemsî gibi bir kalıntı yağın nemi hapsettiği durumlarda sık sık üretilmektedir (Yoon ve ark., 1988; Lawson, 1995; Tseng ve ark., 1996; Moreira ve ark., 1999; Choe ve Min, 2007). Sonuç olarak, kızartma işlemi sırasında oluşan değişikliklerin büyük kısmı termik oksidasyona bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Kayahan, 2002).

Çizelge 1.2. Kızartma işlemiyle meydana gelen fiziksel değişiklikler (Gertz ve Matthäus, 2008).

Fiziksel Özellikler	Kızartma Süresince Değişimi	Nedeni
Refraktif indeks	Artar	Konjuge yağ asitlerinin birikmesi
Yoğunluk	Artar	Polimerize trigliseroller
Dielektrik katsayısı	Azalı	Okside polar bileşenler
Renk	Daha koyu	Maillard reaksiyonu
İletkenlik	Artar	Polar bileşikler
Yüzey gerilimi	Azalı	Polar bileşikler
Dumanlanma noktası	Azalı	Uçucu okside bozulma ürünleri
Özgül Isı	Artar	Polar bileşikler
Viskozite	Artar	Polimerize trigliseroller

Çizelge 1.3. Kızartma işlemiyle meydana gelen kimyasal değişiklikler (Gertz ve Matthäus, 2008).

Kimyasal Özellikler	Kızartma Süresince Değişimi	Nedeni
Anisidin değeri	Artar	İkinci oksidasyon ürünleri
İyot sayısı	Azalı	Okside yağ ürünlerinin oluşması
Peroksit sayısı	Artar fakat azalabilirde	Birincil oksidasyon ürünleri
Petrol eterinde çözünmeyen okside yağ asitleri	Artar	Okside polimerizasyon ürünleri
Polar bileşikler	Artar	Okside ve polimerize bozulma ürünleri
Polimerize trigliseroller	Artar	Okside ve okside olmayan polimerize trigliseroller
Asitlik değeri	Artar	Serbest karbonil grupları ile oksidasyon ürünlerinin oluşması

2.4. Derin Yağda Kızartma İşlemi Sırasında Üründe Meydana Gelen Değişimler

Gıdaların kızartılmasındaki temel amaç; istenilen düzeyde renk, aroma ve koku kazandırmaktır. Maillard reaksiyonu renk dönüşümü üzerinde birinci derecede etkili olmakla birlikte ortamda oluşan uçucu bileşiklerin ürünün absorbe etmesi ile tat ve koku da etkili olmaktadır. Ayrıca kızartılan üründe renk ve tat oluşumu, kızartmada kullanılan yağın kalitesi, yağın üretim tarihi, uygulanan sıcaklığın derecesi ve süresi, yağın daha önce ısı işlem görmüş olması, gıdanın şekil ve boyut özellikleri, kızartmadan sonra uygulanan faktörlerde etkili olmaktadır (Kayahan 2002). Uygun sıcaklık ve sürede kızartılan ürün gevrek yapı ve yüzeyi çıtır çıtır, altın sarısı veya açık parlak renk vermesiyle hoş giden bir lezzet, az sürede kızartılan ürünün rengi açık sarı ve çığ tat fazla kızartılmış üründe ise koyu renkli, ağır kokulu ve hoş gitmeyen bir tat vermektedir (Blumenthal, 1991; Choe ve Min, 2007). Kızartılmış gıdada oluşan yüzey dokusunun özellikleri, gıda maddesinin bileşenlerine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Besleyicilik değeri ürüne uygulanan sıcaklık derecesi ve kızartma yöntemi ile doğrudan ilişkilidir. Kızartma yaparken uygulanan yüksek sıcaklık kabuk oluşumuna neden olmaktadır (Chambers et al. 2000).

Gıda içerisinde bulunan suyun yüksek sıcaklıkta buharlaşmasıyla oluşan alan, yağ ile dolduğundan dolayı gıdanın enerji değerinde artış meydana gelmektedir (Karakaya, 2009). Gıdanın yüzeyindeki su miktarı %3 ün altına düştüğünde kabuk oluşumu gözlenir. Kabuk yüzeyi altın sarısı kahverengi bir renge sahiptir. Kızartılan gıdadaki protein kalitesinde oluşan değişim, kabuk oluşumu sırasında ısı etkisi ile ürünlerdeki protein ve şekerler arasında oluşan Maillard reaksiyonuna veya esmerleşmeye bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Kızartma yoğunluğu öncelikle lizin, histidin ve metiyonin kayıpları ile ilişkilidir. Epoksialkenaller ve proteinler arasındaki reaksiyon, uçucu heterosiklik bileşiklerin yanı sıra polipirol polimerler de üretir Ancak kızartılan gıdanın içeriğindeki karbonhidratlar ve mineral maddelerde herhangi bir değişim saptanamamıştır. Yağda ve suda eriyen vitaminler ise kızartma koşullarında büyük ölçüde kayba uğramaktadır ve besleyici değerini düşürmektedir (Kayahan, 2002). İstenilen kızartmanın aromasından sorumlu olan yağ asidi linoleik asittir. Hoş gitmeyen balıgımsı aroma oluşumu genel olarak linolenik asit oranı %8,5'i aştığında meydana gelmektedir (Frankel ve ark., 1985; Prevot ve ark., 1988; Choe ve Min, 2007). Lipid oksidasyonunda oluşan karbonil bileşikleri aminoasitlerle reaksiyona girer ve akrilamid üreterek gıdaların besin değerini ve güvenliğini azaltır.

2.5.Derin Yağda Kızartma İşleminin Beslenme ve Sağlık Açısından Değerlendirilmesi

2.5.1. Beslenme üzerine etkisi

Tokoferoller, C vitamini ve B grubu vitaminleri yüksek sıcaklıkta kızartma işleminde zarar görmektedir ve bu nedenle besinsel değerini kaybetmektedir. Karoten ve karotenoid pigmentleri ise kolayca oksidasyon ve polimerizasyona uğramaktadır. Bu oluşan reaksiyonlar yağdaki renk değişimiyle gözlenebilmektedir. Besin öğelerinden birisi olan mineraller, kızartma işlemi sırasında büyük oranda etkilenmektedir. Gıdada genel olarak karmaşık formda demir ve ağır metaller bulunmaktadır. Bu oluşan karmaşık form, kızartma işlemi sırasında metallerin kısmen daha basit molekül veya atomlara parçalanmasına neden olmakta ve metal iyonları yağa geçerek oksidasyona karşı direncin azalmasına neden olmaktadır. Yüksek kızartma sıcaklıklarında selenyum ve civa türevleri gibi uçucu mineral bileşenleri kısmen kaybolmaktadır (Karakaya, 2009).

2.5.2. Sağlık üzerine etkisi

Kızartma yağlarının veya kızartılmış gıdaların insan sağlığı üzerine etkileri fazla yağ emilimi, yağ bozunması ve oluşan toksik kimyasal maddelerdir. Beslenme ve sağlık üzerine bilinçliliğin artması yağ tüketimini, yağlardan alınan kalori ve kolesterolü sınırlama gerekliliğini vurgulamaktadır. Kızartma sırasında yağlarda meydana gelen hidroliz ve termik oksidasyon tat ve koku bozulmalarına neden olmanın yanı sıra insan sağlığı açısından çok büyük olumsuzluklara kanserojenik maddelere neden olabilmektedir. 170°C'den yüksek sıcaklıkta pişirilen nişastalı gıdalarda (patates kızartması) akrilamid oluşur ve bu oluşan akrilamid sağlık üzerine mutajen ve karsinojen etkisi göstermektedir. Yüksek sıcaklıkta uzun süre kızartma yapılan taze yağ (hidrojene yağ), et ürünlerinde oluşan trans yağ asitleri, kolesterol ve LDL'yi arttırırken HDL'yi azaltır ve kalp-damar hastalıklarına yol açar. Proteince zengin gıdalar (et) kızartılması sonucu heterosiklik aminler oluşur ve sağlık üzerinde etkisi karsinojendir.

2.6. Kızartma Yağının İyileştirilmesine Antioksidanların Etkisi

Gıda teknolojisindeki önemli sorunlardan birisi olan lipid oksidasyonu, yağ asidi hidroperoksitleri ve ikincil bozunma ürünlerinin (alkanlar, aldehitler, aklenler) ürünlerinin oluşmasından dolayı sorun haline gelmektedir (Dandlen ve ark., 2010). Kızartma işlemi sırasında bilhassa doğal antioksidanlar olmadığından dolayı oksidasyon mekanizmasının daha fazla olması beklenmektedir (Pokorny, 1999). Antioksidan, serbest radikallerin neden olduğu oksidasyon reaksiyonlarını durduran ya da yavaşlatan bileşik grubunun adıdır (Ekşi ve Bakan, 2009). Yağda ve gıdada doğal olarak bulunan veya sonradan eklenen antioksidanlar oksidatif bozulmayı engelleyerek gıda kalitesine etki etmektedirler (Cosio ve ark., 2006). Yağ asitlerinden kaynaklanan oksidasyon reaksiyonları, tokoferoller, kükürt bileşikleri, askorbik asit ya da fenolik maddeler yağda veya bitkisel gıdada doğal olarak bulunan veya baharatlarla hayvansal gıdalara eklenen antioksidanlar tarafından önlenir (Pokorny, 1998; Quaglia ve ark., 1998).

Antioksidanlar, yapay (sentetik) veya doğal antioksidan olmak üzere iki farklı kategoriye ayrılmaktadır (Alaca ve Arabacı, 2005). Sentetik (yapay) antioksidanlar 50 yıldan fazla süredir yağların ve yağlı gıdaların üretiminde, ambalajlanmasında ve muhafazasında kullanılmaktadır (Nor ve ark., 2009). Tokoferoller, bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianizol (BHA) oda sıcaklığında yağın oksidasyonunu yavaşlatırlar. Yağı termal oksidasyondan korunmak için karotenler diğer antioksidanlarla ancak tokotrienollerle birleşerek yağın oksidasyonunu önemli derecede azaltırlar (Boskou, 1988; Choe ve Lee, 1998; Schroeder ve ark., 2006; Choe ve Min, 2007). Tüketiciler genellikle doğal antioksidanları, yapay antioksidanlara göre daha iyi ve sağlığa daha faydalı olduğu düşüncesiyle daha çok tercih etmektedirler (Ulusoy, 2008; Çoban ve Patır, 2010). Bitkisel fenoliklerin genellikle kanser önleyici olması, tümör oluşumunu ve damarlardaki yağ birikimini önleyici etkisi nedeniyle doğal antioksidanların tercih edilmesinin başka bir nedenidir (Ulusoy, 2008). Besinlerin tat ve koku gibi özelliklerini artırmak için katkı olarak kullanılan yağlı tohumlar, baharat, doğal aromatik bitkilerden özellikle de uçucu yağlar önem kazanmaktadır (Ali, 2010; Çoban ve Patır, 2010; Mechergui ve ark., 2010).

Baharatların oksidasyon mekanizmasını engellediği ile ilgili ilk çalışmalar 1950 yılında başlamıştır (Ramalho ve Jorge, 2008). Bazı bitki ve baharatların kızartma sırasında yağda ve gıdada lipid oksidasyonunu engellediği tespit edilmiştir (Nor ve ark., 2008). Antioksidan etki gösterdiği tespit edilen ilk baharatlar adaçayı, hindistan cevizi

ve karabiberdir (Lagouri ve Boskou, 1995). Birçok çalışma baharat ve ekstraktlarının fenolik bileşiklerinin güçlü antioksidan etkisinin olduğunu ortaya çıkarmıştır (Özcan ve Akgül, 1994; Hossain ve ark., 2011). Antioksidan olarak davranan fenolik bileşikler, serbest radikali yok edici ya da yavaşlatıcı olarak işlev yapabilirler (Nzaramba, 2008).

Biberiye ve adaçayı yüksek antioksidan etkiye sahip olan baharatlardır ve bu nedenle de birçok araştırmacı tarafından tercih edilen ya da üzerinde durulan doğal antioksidan kaynakları olmuştur (Nor ve ark., 2009). Biberiyenin antioksidan etki göstermesinden sorumlu olan başlıca bileşenler, karnosol, karnosik asid, rosmanol, epirosmanol ve isorosmanol gibi fenolik diterpenlerdir ve biberiye BHT ve BHA'dan daha etkili bir antioksidan etkiye sahiptir (Moure ve ark., 2001; Ramalho ve Jorge, 2008).

Baharatlardan kekik de yoğun bir şekilde fenolik madde içerdiğinden dolayı serbest radikalleri engelleme kabiliyeti göstererek antioksidan etki göstermektedir (Perek, 2009). Kekik thymol ve carvacrol bakımından oldukça zengindir ve kekik uçucu yağının domuz yağında, önemli bir antioksidan etki gösterdiği ve oksidasyonu durduru rol oynadığı ortaya konulmuştur (Alaca ve Arabacı, 2005; Politeo ve ark., 2006).

Tokoferoller, BHT, BHA ve TBHQ gibi antioksidanlar, oksidasyonu önlemektedir. Organik asitlerle uygulandıklarında ise antioksidan özelliklerini artırırlar. BHA veya BHT-BHA karışımı fenolik antioksidanlar kızartma yağına eklendiklerinde depolama ve kızartma süresince kızartma yağlarının korunmasını sağlarlar. Sitrik asitin kızartma yağına ilave edilmesiyle sitrik asidin yağda bulunan metal iyonları ile şelatlaşarak bozunma ürünlerini azalttığı görülmüştür. Kızartma süresince istenmeyen ürünlerin oluşumunu engellemek için doğal karışımlar, antioksidanlar, kıvam artırıcı maddeler ve asitlerin kompleks karışımları olan anti-polimerizasyon maddeleri kullanılmaktadır (Christian ve ark., 2004).

Kızartma yağlarının yağ asitlerinin bozunmasını engellemek için doğal antioksidan olarak kullanılan biberiye, adaçayı ve sitrik asit birleşiminin geciktirdiği belirlenmiştir (Warner ve Gehring, 2009). Biberiye metanol ekstraktının % 0,02'sinin 63°C ve 120°C'de, ayçiçeği yağının oksidadif stabilitesini artırdığı tespit edilmiştir (Mariod ve ark., 2006).

Akgül ve Ayar (1992), baharatlarla yaptıkları bir çalışma sonucu; biberiyenin en yüksek antioksidan etki gösterdiğini belirlemişlerdir ve bunun yanında adaçayı, sumak, kekik, mercanköşk ve zahterin de belirgin antioksidan etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Anwar ve ark. (2009), rezeneden elde edilen farklı ekstraktlarla yaptıkları

çalışmanın sonucunda; serbest radikalleri temizleyici bir aktivite gösterdiğini ve rezene uçucu yağının iyi bir antioksidan etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Özcan ve Akgül (1994), biberiye, adaçayı, mercanköşk, kekik, sater ve yabani mercanköşk gibi *Labiatae* bitkilerinin ekstraktlarının ve uçucu yağlarının 70°C'de depolanan ayçiçeği yağı üzerinde antioksidan etki gösterdiğini saptamışlardır. Özcan ve Akgül (1995), *Labiatae* familyasından baharat ekstraktları ve uçucu yağlarını, yemeklik ayçiçeği yağında antioksidan etkilerini araştırmışlar ve bu çalışmanın sonucunda; en etkili baharat olarak biberiyeyi saptamışlardır.

Quaglia ve ark. (1998), kızartma amacı ile kullanılan yağların antioksidan seviyesinin yüksek olması gerektiğini saptamışlardır. Bir yağın seçiminde doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri oranının önemli olduğunu, düşük seviyede çoklu doymamış yağ asidi içeren yağların (zeytinyağı, fıstık yağı v.b) kızartma yağı olarak tercih edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun sonucunda kızartma esnasında meydana gelebilecek peroksit veya hidroperoksit riskinin azaltılacağını ifade etmişlerdir. Ramalho ve Jorge (2008), soya yağına 400 mg/kg biberiye ekstraktı ilave ettikleri çalışmanın sonucunda; antioksidan etki göstererek oksidadif ve termal stabiliteyi artırdığını tespit etmişlerdir. Maskan ve ark. (2006), kara kekiği buhar destilasyon yardımı ile ekstraktını çıkartıp kara kekik uçucu yağının kızartma işleminde kullanılan mısır özü yağı üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Kara kekik uçucu yağının antioksidan etkisi sayesinde mısır özü yağının kızartma sırasında bozulma reaksiyonlarını önemli derecede önlediğini saptamışlardır.

2.7. Kızartma Yağının İyileştirilmesine Adsorbanların Etkisi

Yağda bozulma sonucu oluşan bileşikleri yağdan uzaklaştırmak için aktif ve pasif filtrasyon sistemleri kullanılmaktadır. Pasif yöntem, çelik/plastik filtreler veya filtre kâğıtları kullanılarak yapılmaktadır ve 5µ'dan büyük katı parçacıkları uzaklaştırmaktadır. Aktif filtrasyon sisteminde, adsorban materyaller (dağınık toz veya filtre matrisi içine yerleştirilmiş toz halinde) kullanılarak yağın ve gıdanın kalitesine zarar veren kızartma sonucu yüzeyde oluşan çözünür partiküllerin uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Aktif filtrasyon yönteminde genellikle diatome toprağı, magnezyum ve kalsiyum silikat, aktifleştirilmiş kalsiyum bentonit, zeolit gibi adsorbanlar kullanılmaktadır. Aktif filtrasyon yöntemi pasif filtrasyon yöntemine göre daha etkindir ve ticari olarak kullanılmaktadır. Hazırlanan adsorban karışımı kızartma yağıyla

karıştırılıp yeteri kadar beklenmektedir. Bir süre beklendikten sonra adsorban karışımı filtreden geçirilmektedir. Temizlenmiş olarak arındırılan yağ tekrar kızartıcıya pompalanmaktadır (Bhattacharya ve ark., 2008).

Adsorbanlar doğal ve asitle aktifleştirilmiş ağartma toprakları olmak üzere iki tiptir. Magnezyum, kalsiyum, sodyum ve demir içeren alüminyum silikat yapısındaki bentonitler doğal ağartma toprakları olarak kullanılmaktadır (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004). Sülfirik veya hidroklorik asit asitle aktifleştirilmiş ağartma topraklarının üretiminde kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda doğal yapıdaki killerin asidik çözeltilerle muamele edilmesi metaller tarafından işgal edilen aktif noktaların serbest hale geçmesine neden olmaktadır. Asitle muamele edilen kil daha sonra asidin arındırılması için su ile yıkanarak kurutulmaktadır (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2004).

Adsorpsiyon, katı-sıvı ya da katı-gaz ara yüzeyindeki konsantrasyon değişimine denir. Adsorpsiyon konsantrasyonun azalışı halinde negatif, artışı halinde pozitif adsorpsiyon oluşur. Adsorplayıcı maddeye de adsorban veya adsorplayıcı madde, yüzeyde konsantrasyonu artmış olan cisme adsorplanmış madde denir. Kılcal adsorpsiyon, sıvıların yüzeydeki mikroskobik çatlaklarda ve gözeneklerde yoğunlaşmasına denir. Adsorbsiyon olayı, Van der Walls kuvvetlerinden ve maddenin ara yüzeyinde bulunan moleküller arasındaki kuvvetlerin dengelenmemiş olmasından ileri gelir (Önder, 2011).

Kızartma yağlarıyla birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmaların bazılarında adsorban materyaller kullanılarak bunların etkenlikleri araştırılmıştır. Maskan ve Bağcı (2003)'nin yaptığı bir çalışmada, patatesler (her biri 100 g) 170 °C'deki ayçiçeği yağında ard arda 50 defa kızartma işlemi gerçekleştirmişlerdir. Kızartma sırasında ayçiçeği yağında önemli kimyasal ve fiziksel değişimler olduğu görülmüştür. Adsorban maddelerin adsorbsiyon yeteneklerini değerlendirmek için bazı metodlardan faydalanmışlardır. Alınan örnekler, her 10 kızartmanın sonunda, adsorban katılmadan önce ve sonra alınan yağ örneklerine göre belirlenmişlerdir. Adsorban olarak %2 pekmez toprağı, %3 bentonit ve %3 magnezyum silikat karışımı kullanılmıştır. Kızartma esnasında serbest yağ asitleri içeriği %0,17'den %0,29'a yükseldiği tespit edilmiştir. Serbest yağ asidi içeriğini adsorban kullanımı ile %0,13'e kadar düşürmüştür. Peroksit değeri kızartma sırasında yüksek sıcaklıklarda parçalandığı için azalma olduğunu izlemişlerdir. Peroksit ve konjuge dien (K232 değeri) değerlerinde, adsorban kullanımından dolayı önemli bir azalma elde edilirken, ikincil oksidasyon

ürünlerinin (K270 değeri) miktarını arttırdığını saptamışlardır. Adsorban katılan ve katılmayan kızartma yağları “newtonian” akış göstermişlerdir. Kızartma sırasında yağın viskozitesinde de önemli bir artış gözlemlenmiştir. Katılan adsorbanlar, yağ örneklerinin Hunter L^* değerlerinde azalmaya ve a^* , b^* ve TCD (toplam renk farkı) değerlerinde de artmaya neden olmuştur. Adsorbanlar, Hunter L^* , a^* ve b^* değerlerinde TCD (toplam renk farkı) değerinde olduğu gibi önemli bir iyileştirme gösterirken, yağın viskozitesinde bir gelişme izlenmemiştir.

Adsorbanlarla yapılan çalışmalarda kızartma sonrasında yağa eklenen adsorbanın yağın rengi, toplam polar maddesi ve asitliğinde önemli miktarda düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. Bu şekilde yağın kullanım süresinin de uzadığı görülmüştür.

2.7.1.Sentetik magnezyum silikat

Sodyum silikat ve magnezyum tuzu arasında oluşan reaksiyon sonucunda elde edilen çökeltiden sentetik magnezyum silikat üretilir. Oluşan sulu süspansiyon halinde olan çökelti filtrelenir, yıkanır, kurutulur ve parçacık boyutuna göre sınıflandırıldıktan sonra paketlenir. Sentetik magnezyum silikatın ilk kez 1978 yılında 4, 112, 129 ABD patent numarasıyla diğer adsorbanlarla karışım şeklinde kullanıldığı görülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün raporunda, sentetik magnezyum silikatla ilgili olarak Codex Alimentarius Komisyonun uzman değerlendirilmesine yer verilmektedir. Bu değerlendirmeye göre; magnezyum silikatın, kullanılmış kızartma yağları ile karıştırılması durumunda ortamdan serbest yağ asitlerini ve diğer polar maddeleri adsorbe ederek, bu maddelerin filtrasyonla uzaklaştırılmasında yardımcı olduğu ortaya konulmuştur. Magnezyum silikatla düzenli filtrasyonun, kullanılan yağın tipi ve kızartılan gıdanın miktarına bağlı olarak kızartma yağının kullanım süresini %50'ye kadar uzattığının ortaya konulduğu belirtilmektedir (Önder, 2011).

2.7.2. Aktifleştirilmiş kalsiyum Bentonit

Bentonit, sanayi, tarım, madencilik ve mühendislik jeolojisinde kullanılan bir kildir. Düşük maliyetli olması, ülkemizde çok bulunması, bu kile olan talep artışı, bentoniti ilginç kılmaktadır. Volkanik kil veya tüf gibi camsı volkanik geyin kimyasal ayrışmasıyla ve başlıca montmorillonit (smektit) grubu minerallerden oluşan bentonit

kısmen kolloidal silisten ibaret, yumuşak, şekillenebilir, açık renkli bir kil taşıdır. Ca, Na ve Na-Ca montmorillonitlerden oluşmasına göre bentonitin jeolojik özellikleri değişmektedir. Sodyum bentonit ve kalsiyum bentonit olarak iki farklı kimyada olabilen bu kil, kullanılacağı yere göre uygulanan kimyasal işlemler ve mineral katkıları ile değişik nitelikler kazandırıldıktan sonra kullanılmaktadır. Kalsiyum bentonitler ağartma vb. işlerde kullanılmaktadır. Ağartma toprağı olarak kullanılan kalsiyum bentonitlerin ağartma gücünü istenen düzeye çıkarmak için asitle aktiflendirme yapılmaktadır. (Anon, 2008).

2.7.3. Geohellas Mak 200 Super Flo

Geohellas firması tarafından üretilen bir adsorbantır. Adsorpsiyon özelliğı kazandırmak için yapılan aktiflendirme işlemi asitle değil ısı işlemlerle gerçekleştirilmektedir (Önder, 2011).

2.8. Doğal Antioksidan Kaynağı Olarak Albedoların İncelenmesi

2.8.1. Turunçgil albedoları

Dünya genelinde son yıllarda popüler meyvelerden olup üretimi artmakta olan Rutaceae familyasında yer alan turunçgil meyveleri (*Citrus L.*), tropik ve subtropikal bölgelerde yetiştirilir (CastroVazquez ve ark., 2016; Smeriglio ve ark., 2019). Turunçgil meyvelerinin mandalina (*Citrus reticulata*), greyfurt (*Citrus vitis*), turunç (*Citrus aurantium*) ve limon (*Citrus limonum*) gibi çeşitleri bulunur (Sharma ve ark., 2017). Turunçgil meyveleri renkli ve lezzetli aromalara sahiptir. Vitaminler, karotenoidler, flavonoidler ve mineraller bakımından turunçgil meyveleri zengindir (Rafiq ve ark., 2018; Smeriglio ve ark., 2019). Turunçgil meyve kabukları; albedo ve flavedo adı verilen farklı anatomik yapı ve özelliklere sahip iki tabakadan oluşur. Bu yapılar flavedo adı verilen en dıştaki, renkli olan sarıdan turuncuya kadar değişen dış tabakadır. Flavedo katmanı karotenoid pigmentlerini içermektedir ve bu katmanda içerisinde uçucu yağ maddelerini üreten bezelerin bulunduğu lipit/yağ hücreleri bulunmaktadır. Albedo kabakasının alt kısmında bulunan beyaz/krem bir renkte, daha kalın iç süngerimsi keçeye benzeyen ve gevşek bir yapıda iri hücrelere sahip olan albedo katmanıdır. Albedo tabaka kısmında, meyveye su ve besin maddelerini ileten damarlar

yer almaktadır (Çoksever, 2009). Albedo tabakasının diğer ismi mezokarptır ve iri hücreler arası boşluklardan oluşan gevşek dokuları içerir. Çoğunlukla hesperidin ile pektinden oluşan bir yapıyı teşkil eder. Turunçgil meyve kabuğunda %30-35 oranında pektinin, büyük çoğunluğu ile yaklaşık %73'ü albedo tabakasında bulunur (Sinclair, 1984; Schröder ve ark., 2004; Çoksever, 2009).

Gıda endüstrisinde albedo tabakası önemli bir pektin kaynağı olması sebebiyle tercih edilmektedir. Ayrıca, diyet lif potansiyeli yüksek olması ya da başka lif kaynaklarına göre antioksidan özellikteki biyoaktif bileşikleri bünyesinde bulundurduğu için daha iyi kalitededir (Fernández-Ginés ve ark., 2004; Lliso ve ark., 2007). Turunçgillerin, yalnız küçük bir kısmı sofralık tüketime yönelik olması yanında geri kalan kısmı meyve suyu, narenciyeli içecekler, marmelatlar, reçeller, kurutulmuş ürünler ve aroma maddeleri üretimi için kullanılır. Bu üretim uygulamaları ile turunçgil meyvesinin ağırlığının %50'sini oluşturan atık elde edilir (Nassar ve ark., 2008; De Moraes Barros ve ark., 2012; Zain ve ark., 2014). Turunçgil meyvesinin katı atık kısımlarından genellikle flavedo ve albedo gibi kabuk kısımları melas, diyet lif, pektin, pekmez, limonen ve yakıt üretimi için kullanılır (Fishman ve ark., 2003; Rafiq ve ark., 2018). Turunçgil ürünlerin gıda sektöründe kullanılması ve değerlendirilmesi yan ürün niteliğinde olması açısından ülkemiz için önemli olmaktadır. Narenciye artıklarından olan albedonun diyet lif içeriği yüksektir. Yapılan çalışmalar ile diyet lifler pişirme verimini arttırmada etkili olmaktadır. Formülasyon maliyetini düşürmesinde ve gıda ürünlerinde dokuyu geliştirmede faydalı olduğu bulunmuştur (Fernández-Ginés ve ark., 2004). Yapılan başka bir çalışmada ise çeşitli diyet lif türlerinin az yağlı veya düşük kalorili et ürünlerinin emülsiyon formülasyonları için diğer gıda bileşenleri ile karıştırılmasına gerek olduğu fakat albedo liflerinin sosislere pişmiş veya çiğ halde direk eklenebileceği belirlenmiştir (Smeriglio ve ark., 2019). Ticari pektin üretiminde en yaygın olarak kullanılan hammaddelerden birisi de albedo tabakasıdır. Diğer bitkisel lif kaynaklarına göre albedo daha yüksek kaliteye sahiptir. Bunun nedeni, antioksidan özellikteki biyoaktif bileşenlerinin (flavonoidler ve C vitamini) sağlık açısından düzenleyici etkilerinin bulunmasıdır (Koubala ve ark., 2008; Çoksever, 2009).

Turunçgil kabuklarında en fazla bulunan flavonoidler hesperidin, narirutin, naringin ve erisitrin'dir. Limon ve portakal kabuklarında askorbik asit içeriği greyfurt kabuklarına göre daha fazla düzeydedir. Toplam polifenol içeriği limon kabuklarında, portakal ve greyfurta oranla daha yüksek orandadır (Belitz ve Grosh 1999, Gronstein ve ark., 2001).

Bitkilerde bulunan fenolik maddelerin antioksidan aktiviteleri turunçgil meyvelerindeki hesperidin, neohesperidin ve eriositrin gibi flavanoitler ve askorbik asitten kaynaklanmaktadır (Schwarz ve ark., 2001). Turunçgil meyvelerindeki bu polifenolik bileşenler antioksidan etki göstererek serbest radikalleri önlediği saptanmıştır (Martin ve ark., 2002).

Zia-Ur-Rehman (2006), mısır yağında doğal antioksidan kaynağı olarak turunçgil kabuğu ekstresini, sentetik antioksidan olarak da BHA ve BHT'nin antioksidan etkilerini araştırmışlardır. Turunçgil kabukları 80°C'de etüvde kurutulmuş daha sonra organik çözücü olarak etanol, metanol, aseton, hekzan, petrol eteri ve dietil eter kullanılarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çözücülerle turunçgil kabuklarından %7.88-19.87 oranında ekstrakt elde etmişlerdir. Elde edilen ekstraktlar yağ içerisine ilave edilip 25-45 °C de 6 ay süre ile muhafaza etmişlerdir. Mısır yağında ransiditenin gerçekleşmesi depolama sıcaklığı ve süresinden önemli ölçüde etkilendiğini görmüşlerdir. Serbest yağ asidi, peroksit sayısı ve iyot sayısı değerlerinde kontrol grubuna göre çok büyük farklar gözlememişlerdir. Mısır yağının oksidasyonu 1600-2000 ppm arasında kullanılan turunçgil kabuğu ekstraktı ile önemli ölçüde engellediğini saptamışlardır. Bununla birlikte mısır yağındaki peroksidasyonun engellenmesinde 200 ppm sentetik antioksidan kullanımıyla, 1600-2000 ppm turunçgil kabuğu ekstraktı kullanmak arasında önemli bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Fernandez-Lopez ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada köftelerde kuşburnu, sarımsak ve turunçgil ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır. Antioksidan etki bakımından incelendiğinde kuşburnu ekstraktı kadar olmasada turunçgil ekstraktlarında antioksidan etki gösterdiği sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte portakal ekstraktının antioksidan etkisi, limon ekstraktına göre daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Et ürünlerinde diyet lif olarak albedo kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle limon albedosu et ürünlerinde diyet lif kaynağı olarak kullanılmıştır. Limon albedosu çiğ, kurutulmuş, ısıl işlem görmüş ve kurutulduktan sonra ısıl işlem görmüş olarak 4 farklı biçimde değerlendirilmiştir. Kimyasal kompozisyon göz önüne alındığında çiğ ve ısıl işlem görmüş albedo arasındaki en önemli farkın nem içeriğinde olduğunu görmüşlerdir. pH değeri ısıl işlem görmüş albedoda en yüksek seviyede olduğunu saptamışlardır. Bunun sebebi uygulanan ısı derecesinin albedoda mevcut organik asitleri tahrip etmesidir. Renk bakımından incelendiğinde albedo ısıl işlem gördüğünde tüm renk parametrelerinde düşüş gözlenmekle birlikte en önemli düşüşün

sarı renk parametresinde olduğunu saptamışlardır. Bunun sebebi su içeriğinde meydana gelen artışla açıklanmaktadır. Bunun yanında bazı araştırmacılar suyun sarı-mavi ve kırmızı-yeşil bileşenler üzerinde seyreltici etkisinin bulunduğunu savunmaktadırlar (Fernandez-Lopez 1998; Fernandez-Lopez ve ark., 2000).

Aleson-Carbonell ve ark. (2003)'ün kuru kürlenmiş sosislerde albedo kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada çiğ albedo ve su banyosunda 100 °C de 5 dk süreyle ısıtılma işlemi görmüş albedoyu 5 farklı konsantrasyonda (% 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0) kuru kürlenmiş sosislerde denemişlerdir. Limon albedosu doğrudan *Citrus limon var. verna* türü ticari limonlardan sağlamışlardır. Orijinal karışım kısımlara ayrılmış ve her kısma limon albedosu değişik formlarda ve konsantrasyonlarda ilave etmişlerdir (% 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0; çiğ/ısıtılma işlemi görmüş). Bologna sosislerinde çiğ albedo kullanıldığı zaman en yüksek kalitede ürünün % 5.0 ve altındaki konsantrasyonlarda elde edildiği; ısıtılma işlemi görmüş albedo kullanıldığında ise kontrol grubuna en yakın sonuçların % 2.5, 5.0 ve 7.5'lük konsantrasyonlarda olduğu sonucuna varmışlardır.

Zapata ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada en yüksek toplam fenolik içeriğinin ekşi portakal albedo ekstraktlarında ($5,29 \pm 0,00$ gGAE/100 g) olduğunu bildirmişlerdir. Greyfurt albedo ekstraktlarının toplam fenolik içeriklerinin ekşi portakal albedo ekstraktlarına göre düşük seviyede olduğunu bildirmişlerdir. Portakal ve greyfurt albedo ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri incelendiğinde 0.342 ± 0.002 µM Trolox eşdeğeri ile en yüksek antioksidan aktiviteye sahipken, greyfurt flavedo ekstraktlarının 0.006 ± 0.000 µM Trolox eşdeğeri en düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çalıştıkları örneklerde albedo ekstraktlarının fenolik içerikleri ve antioksidan aktiviteleri flavedo ekstraktlarından daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kızartma yağı olarak antioksidan içermeyen mısırözü yağı kullanılmıştır ve çalışma süresince karanlıkta ve oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Konya ilinde bulunan yerel bir marketten üretim tarihinin başlangıcında olan taze örneklerden temin edilmiştir. Doğal antioksidan olarak portakal, limon ve greyfurttan elde edilen üç farklı turunçgil albedosu, adsorban olarak bentonit ve yapay antioksidan olarak da BHT kullanılmıştır. Portakal, limon ve greyfurt meyveleri kış ayları süresince

yerel bir marketten temin edilip kullanılmış olan albedo kısmı elde edilmiştir. Kullanılmış olan *Lady olympia* cinsi dondurulmuş patatesler de Konya’da faaliyet gösteren Torku Doğrudan Gıda Marketten temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Albedoların elde edilmesi

Denemelerde kullanılan greylift, limon ve portakal meyve kabukları (flavedo tabakası) bıçak yardımıyla ayrılmış ve albedo tabakası alınmıştır. Daha sonra bu albedo tabakaları, kurumanın kolaylaştırılması için bıçak yardımıyla küçük parçalara ayrılmışlardır. Albedo tabakası hiçbir işlem görmeksizin normal oda şartlarında ve oda sıcaklığında 1 hafta süreyle kendi halinde kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan albedolar 105 °C’de 5 dakika süreyle stabilize edilmiştir ve derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Kuruyan bu albedo tabakaları, laboratuvar tipi bir öğütücü (Trisa Coffee Mill, Tokyo, Japonya) yardımıyla, 500 µ elekten geçecek şekilde öğütülmüş ve hazır hale getirilmiştir.

3.2.2. Derin kızartma işlemi

Derin kızartma işleminde materyal olarak dondurulmuş patatesler kullanılmıştır. Kızartma işlemi 4 lt yağ ile başlanmıştır. Kontrol grubu denemede mısırözü yağına herhangi bir ekleme yapılmadan 4 lt yağa 500 gr dondurulmuş parmak patates eklenerek 16 kez kızartma işlemi uygulanmıştır. Kızartma tekrarına bağlı olarak yağ miktarı azaldıkça aynı oran olacak şekilde patates miktarı azaltılmıştır. Yağ 180°C’ye gelince patatesler eklenmiş 5-6 dk kızartma işlemi yapılmıştır. Kızartma işlemi sıcaklığını kontrol etmek amacıyla Testo 845 infrared termometre kullanılmıştır. Kızartma işlemi biten yağ oda sıcaklığına soğuyana kadar bekletilmiş ardından analizler için 80-100 ml civarı yağ alınmıştır. Kızartılmış patateslerde 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızartma sonrasında 10 kişi tarafından görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat, genel kabuledilebilirlik gibi duyuşal açıdan değerlendirilmiştir. Analizler için örnekleme işlemi soğutma aşamasının sonunda yağda toplam polar madde miktarı, yağın yüzde serbest asitliği, peroksit değeri, *p*-anisidin değeri, ransimat test ile indüksiyon zamanının belirlenmesi, renk değerlerinin belirlenmesi ve iletkenlik analizleri yapılmıştır.

Kızartma işlemleri her güne bir kızartma olacak şekilde 16 günde tamamlanmıştır. Kalan yağ ağzı kapalı şekilde 2. gün kızartmasına kadar oda sıcaklığında 25°C'de karanlıkta depolanmıştır. Doğal antioksidan kaynağı olarak poratakal, limon, greyfurtan elde edilen üç farklı turunçgil albedosu %1 oranında, adsorban olarak kullanılan bentonit %3 oranında her kızartma sonrasında katılmıştır. Yağ miktarının azalmasına bağlı olarak katılan turunçgil albedosu ve bentonit miktarının yağa katılımı da aynı oranda azaltılmıştır. Bir albedo denemesi bittikten sonra diğer albedolara ardından bentonit denemesine geçilmiştir. Çalışmaya 4 lt mısırözü yağı ile başlanmıştır. 4 lt yağ albedolar %1, bentonit ise %3 oranında eklenmiştir. Karışım bir gün boyunca belli aralıklarla çalkalanarak oda sıcaklığında bekletilmiştir. Ertesi gün filtre kağıdı kullanılarak karışımdan yağ süzümüştür. Süzülen yağ kızartma işlemine alınmıştır. Patates miktarı 4 lt yağ 500 gr patates olacak şekilde tespit edilmiştir. Süzme ve kızartma tekrarına bağlı yağ miktarı azaldıkça aynı oran olacak şekilde patates miktarı azaltılmıştır. Kızartma işleminde fritöz kullanılmıştır. Yağ 180°C'ye gelince patatesler eklenmiş 5 dk boyunca kızartılmıştır. Kızaran patatesler 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızartma sonrasında 10 kişi tarafından görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat, genel kabuledilebilirlik gibi duyusal açıdan değerlendirilmiştir. Kızartma işlemi biten yağ oda sıcaklığına soğuyana kadar bekletilmiş ardından analizler için 80-100 ml arası yağ alınmış ve yağda toplam polar madde miktarı, yağın yüzde serbest asitliği, peroksit değeri, *p*-anisidin değeri, ransimat testi ile indüksiyon zamanının belirlenmesi, renk değerlerinin belirlenmesi ve iletkenlik analizleri yapılmıştır. Kalan yağ miktarı tespit edilmiş başlangıçtaki ile aynı oranda adsorban veya albedo eklemesi yapılmış ve bir gün beklemeye bırakılmıştır. Bu işlem 16 kızartma olacak şekilde devam etmiştir.

Sentetik antioksidan olarak kullanılan BHT denemesinde ise sadece başlangıç yağına %0.03 oranında BHT ilave edilmiş, yağda çözündürülmüş ve kontrol denemesi gibi kızartma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Yağlarda yapılan analizler

Yağın yüzde serbest asitliği: Etanol/eter (1:1, v/v) çözeltisinde çözülmüş yağın 0.1 N etanollü KOH çözeltisine karşı titrasyonu ile belirlenmiştir. Sonuçlar % oleik asit cinsinden verilmiştir (Cemeroğlu, 1992).

Peroksit analizi: Peroksit değeri, AOCS Official Method Cd8-53 (Anonymous, 2006)'e göre belirlenmiştir. Yağ örneklerinden 2-5 g tartılarak erlene alınmıştır. Üzerine 10 ml kloroform ve 15 ml asetik asit çözeltisi eklenmiştir. Sonra 1 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisinden eklenerek ağzı kapatılıp, 1 dakika çalkalandıktan sonra, 5 dakika süreyle karanlık bir yerde bekletilmiştir. Daha sonra çözeltinin üzerine 75 ml saf su ve 4-5 damla nişasta çözeltisi eklenmiştir. Ayarlı 0.002 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile renk kaybolana kadar titre edilmiştir. Titrasyon işlemini bitirmeden önce erlen çalkanarak su fazına geçmeyen iyodun kalmaması sağlanmıştır (AOCS 1990). Peroksit miktarı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\text{peroksit değeri} = \left(\frac{v}{m}\right) \times 2,8$$

v: Titrasyonda harcanan sodyum tiyosülfat miktarı (ml)

m: Örnek miktarı (g)

Ransimat test ile indüksiyon zamanının belirlenmesi: AOCS Cd 12b-92'e göre yapılmıştır. İndüksiyon periyodu, belirli sıcaklık ve hava akışında yağların oksidasyonu sonucu oluşan uçucu bileşenlerin artışına paralel, belirli bir kırılma noktasının belirlendiği bir değerdir. İndüksiyon periyodu, parçalanma ürünlerinin damıtık suya transfer olması sonucu suyun iletkenliğinde oluşan değişimle ölçülür. İndüksiyon periyodu ne kadar uzun ise yağın oksidatif stabilitesi o denli yüksektir. Bu yöntemde örnekler 110°C'de 20L/saat hızla akışı verilerek, Ransimat 892 cihazı (Metrohm AG, Herisau, İsviçre) kullanılarak yapılmıştır ve indüksiyon periyodu sonuçları saat olarak verilmiştir (Anonymous, 2006).

Toplam polar madde analizi: Toplam polar madde tayini kızartma işlemi sonrası yağ örneklerinin polar madde içeriği, EBRO FOM 330 kızartma yağı test cihazı kullanılarak Xu ve ark. (1999)'na göre yapılmıştır. Cihaz kullanılmadan önce kalibrasyon yağı ile kalibre edilerek ölçümler 180°C'de gerçekleştirilmiştir.

İletkenlik: Cemeroğlu (1992)'na göre, numune hazırlanıp ve elektro mag M 822 pH metre kullanılarak belirlenmiştir.

***p*-anisidin değeri:** *p*-anisidin değeri, AOCS Cd 18-90 (1996) metoduna göre gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1996). Yağ örnekleri, 25 ml'lik balon jöjeye yaklaşık 0.5 g tartıldıktan sonra izooktan ile tamamlanarak çözülmüş ardından da bu çözeltiden 5 ml bir test tüpüne alınıp, absorbansı (*Ab*), izooktan kör olarak kullanarak, spektrofotometrede (Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) 350 nm dalga boyunda okunmuştur. Daha sonrada aynı yağ çözeltisinden bir test tüpüne 5 ml alınıp, üzerine glasiyel asetik asit içinde hazırlanan *p*-anisidin çözeltisinden (0.25 g *p*-anisidin/100 ml glasiyel asetik asit) 1 ml ilave edilerek 10 dakika bekletildikten sonra, 350 nm dalga boyunda bu çözeltinin de absorbansı (*As*) okunmuştur. Daha sonrada belirlenen bu veriler kullanılarak, yağların *p*-anisidin değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$p\text{-AV} = 25 (1.2A_s - A_b) / m$$

p-AV = *para*-anisidin değeri

A_s = *p*-anisidin reaktifi ile reaksiyondan sonraki yağ çözeltisinin absorbansı

A_b = yağ çözeltisinin absorbansı

m = yağ örneğinin kütlesi (g)

Renk değerlerinin belirlenmesi: Mısırözü yağları kızartma sonrasında Hunter renk değerleri değişimi Minolta Chroma meter CR 400 (Minolta Co., Osaka, Japan) cihazıyla ölçülmüştür. Cihaz standart beyaz yüzeyli bir kalibrasyon levhasına karşı kalibre edilmiş ve CIE Standard Illuminant C'ye göre ayarlanmıştır. Yağ örneklerinde renk değerleri temiz cam petri kutularına 20 ml yağ örneği aktarıldıktan sonra standart beyaz zemin üzerinde yine uygun başlığın tutulmasıyla ölçülmüştür. Rengin parlaklık koordinatı olan L^* rengin beyazlığı hakkında bilgi verir ve 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişir. a^* koordinatı pozitif iken kırmızılık, negatif iken yeşillik derecesini, b^* koordinatı pozitif iken sarılık, negatif iken mavilik derecesini gösterir (Morello ve ark., 2004; Sikorska ve ark., 2007).

3.2.4. Ekstraktlarda yapılan analizler

Toplam fenolik madde miktarı tayini: Albedo tozlarının toplam fenolik madde tayini Singleton ve ark. (1999) tarafından geliştirilen Folin-Ciocalteu spektrofotometrik yöntemine göre yapılmıştır. Bu yönteme göre toz albedolar metanolde çözüldükten sonra 100 ml'lik bir balon jöjeye 100 µl örnek konup üzerine 500 µl Folin ayracı, 1.5 ml Sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklendikten sonra saf su ile 10 ml'ye tamamlanmış ve 2 saat karanlıkta bekletildikten sonra spektrofotometrede (Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) 760 nm dalga boyunda aynı şekilde hazırlanmış şahite karşı absorbansı ölçülmüştür. Örneklerdeki fenolik madde içeriği gallik asit kullanılarak hazırlanan standart eğriden hesaplanmıştır. Bu amaçla 25 mg gallik asit 50 ml absolü etil alkolde çözüldürülerek 500 mg/L konsantrasyonda gallik asit stok çözeltisi hazırlanmıştır. Bu stok çözeltiden 5, 10, 25, 125 ve 250 mg gallik asit/L konsantrasyonda 100 ml'lik çözeltiler hazırlanmış ve 760 nm dalga boyunda bu çözeltilerin absorbans değerleri saptanmıştır. Bu absorbans değerleri gallik asit konsantrasyonlarına karşı bir grafiğe aktarılarak ve elde edilen verilere linear regresyon analizi uygulanarak gallik asit standart eğrisi ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Örneklerin fenolik madde miktarları, spektrofotometrede belirlenen absorbans değerlerinin standart eğriyi tanımlayan eşitlikte yerine konmasıyla gallik asit eşdeğeri (GAE) hesaplanmıştır. Regresyon eşitliğinden bulunan konsantrasyon değerleri uygulanan seyreltme oranları ile çarpılarak örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı hesaplanmıştır.

DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikali yakalama aktivitesi: Toz albedolar etanolde çözüldükten sonra çözeltiden 100 µl alınmış olup ve sonra hazırlanan DPPH çözeltisinden 3.9 ml ilave edilerek vortekste karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra, spektrofotometre'de (Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) 515 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülmüştür (Singh ve ark., 2002).

3.2.5. Patateslerde yapılan analizler

Duyusal analiz: 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızartma işlemlerinden sonra yapılmıştır. Duyusal analizde, renk, koku, tat, görünüş, olumsuz tat ve genel kabul edilebilirlik gibi özellikleri açısından değerlendirilmeye sunulmuştur. Değerlendirmede

10 panelist yer almıştır. Değerlendirmeler 10 puan üzerinden olup puanlama şu şekildedir: 1 olumsuz ve 10'a doğru arttıkça mükemmel doğru bir artış değerlendirmesi yapılmıştır (Tomris, 2011).

Tekstür analizi: Bu test için 8-10 mm kalınlık ölçülerinde dilimlenmiş patateslerin kızartılmış numunelerinde ölçümler yapılmıştır. Penetrasyon testi küresel bir sonda, bir oluklu bıçak eki ve bir ağır yük platformuna sahip tekstür analiz cihazı (Stable Micro Systems marka TA.XTPLUS model) kullanılarak yapılmıştır. Her bir dilim bıçak ucunun ortasına yerleştirilmiş, prob yumrunun 20 mm üstüne ayarlanmış ve penetrasyon testi 1.5 mm/s lik sabit hızla başlatılmıştır. Her penetrasyon testi üç kez yapılmıştır (Nwosisi ve ark., 2019).

3.2.6. İstatistiksel analizler

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre kurulup ve iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma verileri Minitab® paket programında (two way ANOVA) Varyans Analizine tabi tutularak, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (Steel ve Torrie, 1980; Mstat-C, 1989).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Kızartmada Kullanılan Hammaddelerin Bazı Özellikleri

Aşağıdaki çizelgede kullanılan albedo ekstraktının DPPH değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları mevcuttur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Kullanılan albedo ekstraktının DPPH değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Numune	3	555.216	185.072	708.41	0.000
Hata	8	2.090	0.261		
Toplam	11	557.306			

*, P<0.05; **, P <0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.1'de çalışmada kullanılan albedo ekstraktlarının DPPH değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Aşağıdaki çizelgede kullanılan albedo ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları mevcuttur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kullanılan albedo ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Numune	2	0.315007	0.157503	276.65	0.000
Hata	6	0.003416	0.000569		
Toplam	8	0.318423			

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.2'de çalışmada kullanılan albedo ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Aşağıdaki çizelgede kullanılan albedo ekstraktlarının DPPH değeri değişimine ilişkin Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları sunulmuştur. (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Kullanılan albedo ekstraktlarının DPPH değeri değişimine ilişkin Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numune	n	DPPH inhibisyonu (%)
Portakal albedosu ekstraktı	3	32.947 b*
Greyfurt albedosu ekstraktı	3	32.008 b
Limon albedosu ekstraktı	3	38.835 a
BHT (%0.03)	3	20.097 c

*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.3.'de kullanılan albedo ekstraktlarının DPPH değerleri incelendiğinde %20.09 ile %38,83 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük değeri antioksidan kaynağı olan BHT alırken, en yüksek değeri limon albedosu ekstraktı almaktadır. Limon albedosu ekstraktının antioksidan aktivesinin diğer albedo ekstraktlarına ve BHT'ye kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki çizelgede kullanılan albedo ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği değişimine ilişkin Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları sunulmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Kullanılan albedo ekstraktlarının toplam fenol madde içeriği değişimine ilişkin Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numune	n	Toplam fenolik madde içeriği (mg GA/ml)
Portakal albedosu ekstraktı	3	0.6423 b*
Greyfurtalbedosu ekstraktı	3	1.06033 a
Limon albedosu ekstraktı	3	0.6887 b

*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.4.'de kullanılan albedo ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri incelendiğinde örneklerde 0.64 mg GA/ml ile 1.06 mg GA/ml arasında değiştiği görülmektedir. En düşük toplam fenolik madde miktarı portakal albedosu ekstraktına aitken, en yüksek toplam fenolik madde miktarı greyfurt albedosu ekstraktına ait olduğu görülmektedir. Greyfurt albedosu ekstraktının toplam fenolik madde miktarının diğer albedo ekstraktlarına kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Yerlikaya ve ark. (2016), portakal, geyfurt, bergomat albedoların antioksidan aktivitelerinin genel olarak flavedolardan yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Literatür incelendiğinde albedo ve flavedoların antioksidan aktivitesi üzerine askorbik asit, hesperidin, neohesperidin, tangeretin, hidrokisisinamat, kumarinler, psoralenler ve naringinin etkili olduğu gözlemlenmektedir (Miyake ve ark., 2012; Yerlikaya ve ark., 2016).

4.2. Mısırözü Yağına İlave Edilen Maddelerin ve Kızartma Tekrarının Yağın Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi

Kızartma tekrarı ile ilave edilen adsorban ve antioksidana göre değişim gösteren iletkenlik, *p*-anisidin değeri, indüksiyon zamanı, *L** değeri, *a** değeri, *b** değeri, peroksit değeri, serbest asitlik değeri, toplam polar madde değeri ve kullanılan patateslerin sertlik değerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5-4.14.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Kızartma sayısı ile adsorban ve antioksidan ilavesinin, kullanılan yağın iletkenlik değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Kızartma Sayısı	7	23484	3354.9	199404.00	0.000
Adsorban	5	233321	46664.2	2773577.31	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	35	98183	2805.2	166733.36	0.000
Hata	95	2	0.0		
Toplam	142	356553			

*, P<0.05; **, P <0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.6. Kızartma sayısı ile adsorban ve antioksidan ilavesinin, kullanılan yağın *p*-anisidin değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Kızartma Sayısı	7	46690.9	6670.13	65109.73	0.000
Adsorban	5	1594.5	318.91	3112.98	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	35	4154.9	118.71	1158.78	0.000
Hata	96	9.8	0.10		
Toplam	143	52450.2			

*, P<0.05; **, P <0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.7. Kızartma sayısı ile adsorban ve antioksidan ilavesinin, kullanılan yağın indüksiyon periyodu değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Kızartma Sayısı	7	133.586	19.0837	205.95	0.000
Adsorban	5	17.572	3.5144	37.93	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	35	42.248	1.2071	13.03	0.000
Hata	96	8.895	0.0927		
Toplam	143	202.302			

*, P<0.05; **, P <0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.8. Kızartma sayısı ile adsorban ve antioksidan ilavesinin, kullanılan yağın *L** değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Kızartma Sayısı	7	652.73	93.2474	1744.57	0.000
Adsorban	5	59.12	11.8248	221.23	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	35	400.39	11.4397	214.03	0.000
Hata	96	5.13	0.0535		
Toplam	143	1117.38			

*, P<0.05; **, P <0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.9. Kızartma sayısı ile adsorban ve antioksidan ilavesinin, kullanılan yağın *a** değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Kızartma Sayısı	7	31.82	4.546	1.68	0.122
Adsorban	5	66.78	13.356	4.94	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	35	103.55	2.959	1.10	0.356
Hata	96	259.34	2.701		
Toplam	143	461.50			

*, P<0.05; **, P <0.01; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.10. Kızartma sayısı ile adsorban ve antioksidan ilavesinin, kullanılan yağın b^* değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Kızartma Sayısı	7	2897.9	413.99	58.62	0.000
Adsorban	5	6350.7	1270.13	179.85	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	35	543.3	15.52	2.20	0.001
Hata	96	678.0	7.06		
Toplam	143	10469.8			

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.11. Kızartma sayısı ile adsorban ve antioksidan ilavesinin, kullanılan yağın peroksit değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Kızartma Sayısı	7	2489.12	355.589	3573.37	0.000
Adsorban	5	437.65	87.530	879.60	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	35	1101.99	31.485	316.40	0.000
Hata	96	9.55	0.100		
Toplam	143	4038.31			

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.12. Kızartma sayısı ile adsorban ve antioksidan ilavesinin, kullanılan yağın serbest asitlik değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Kızartma Sayısı	7	6.67215	0.953165	3699.48	0.000
Adsorban	5	0.78140	0.156280	606.56	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	35	1.86315	0.053233	206.61	0.000
Hata	96	0.02473	0.000258		
Toplam	143	9.34144			

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.13. Kızartma sayısı ile adsorban ve antioksidan ilavesinin, kullanılan yağın toplam polar madde değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Kızartma Sayısı	7	775.653	110.808	2746.10	0.000
Adsorban	5	28.880	5.776	143.15	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	35	186.606	5.332	132.13	0.000
Hata	95	3.833	0.040		
Toplam	142	976.748			

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.14. Kızartma sayısı ile adsorban ve antioksidan ilavesinin, kullanılan patateslerin sertlik değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Kızartma Sayısı	6	455507	75917.8	139.10	0.000
Adsorban	5	212399	42479.9	77.83	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	30	1432193	47739.8	87.47	0.000
Hata	84	45845	545.8		
Toplam	125	2145945			

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ns, istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.14. arasında varyans tabloları incelendiğinde denemede uygulanan kızartma tekrarı iletkenlik, p -anisi, indüksiyon zamanı, L^* değeri, kızartılan patateslerin sertliği, peroksit değeri, serbest asitlik değeri ve toplam

polar madde değeri açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). a^* değeri ve b^* değeri açısından ise uygulama parametrelerinin etkili olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.5.'ten Çizelge 4.14.'e kadar tüm varyans tabloları incelendiğinde denemede uygulanan adsorban ve antioksidan iletkenlik, p -anisidin değeri, indüksiyon zamanı, L^* değeri, kızartılan patateslerin sertliği, peroksit değeri, serbest asitlik değeri ve toplam polar madde değeri açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). a^* değeri ve b^* değeri açısından ise uygulama parametrelerinin etkili olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.5.'ten Çizelge 4.14.'e kadar tüm varyans tabloları incelendiğinde denemede uygulanan kızartma sayısı*adsorban ve antioksidan iletkenlik, p -anisidin değeri, indüksiyon zamanı, L^* değeri, kızartılan patateslerin sertliği, peroksit değeri, serbest asitlik değeri ve toplam polar madde değeri açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). a^* değeri ve b^* değeri açısından ise uygulama parametrelerinin etkili olmadığı görülmüştür.

Aşağıdaki çizelgede kızartma sayısının, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları sunulmuştur (Çizelge 4.15.).

Çizelge 4.15. Kızartma sayısının, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının Tukey çoklu karşılaştırma testi

Kızartma Sayısı	n	Toplam polar madde değeri (%)	Serbest asitlik değeri (%)	Peroksit değeri (meq O ₂ /kg yağ)	p -anisidin değeri	İndüksiyon Periyodu (saat)
Kızartma öncesi	18	8.86 ^{f*}	0.26 ^h	3.01 ^g	4.25 ^h	9.32 ^a
1. Kızartma	18	14.33 ^c	0.45 ^g	3.38 ^f	8.13 ^g	7.46 ^b
3. Kızartma	18	13.77 ^d	0.63 ^e	5.98 ^e	16.05 ^f	7.42 ^b
6. Kızartma	18	13.38 ^e	0.61 ^f	10.94 ^d	24.16 ^e	6.61 ^{cd}
8. Kızartma	18	13.68 ^d	0.69 ^d	12.12 ^c	34.92 ^d	6.78 ^c
10. Kızartma	18	14.19 ^c	0.74 ^c	11.16 ^d	43.20 ^c	6.69 ^c
13. Kızartma	18	16.77 ^b	0.85 ^b	14.50 ^a	45.44 ^b	6.34 ^d
16. Kızartma	18	17.00 ^a	1.00 ^a	12.70 ^b	58.12 ^a	6.02 ^e

*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.15. (devamı) Kızartma sayısının, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının Tukey çoklu karşılaştırma testi

Kızartma Sayısı	n	<i>L*</i> değeri	<i>a*</i> değeri	<i>b*</i> değeri	İletkenlik (mS/cm)	Sertlik (N)
Kızartma öncesi	18	73.14 ^a	-3.02 ^a	19.96 ^d	77.48 ^d	-
1. Kızartma	18	73.16 ^a	-3.93 ^a	25.58 ^c	77.11 ^e	547.799 ^a
3. Kızartma	18	70.32 ^c	-3.54 ^a	29.73 ^b	80.70 ^c	384.620 ^d
6. Kızartma	18	71.21 ^b	-4.62 ^a	32.69 ^a	95.60 ^b	462.935 ^c
8. Kızartma	18	69.48 ^d	-4.40 ^a	32.87 ^a	96.18 ^a	384.465 ^d
10. Kızartma	18	69.04 ^e	-4.14 ^a	33.11 ^a	63.75 ^g	384.153 ^d
13. Kızartma	18	67.76 ^f	-4.09 ^a	32.88 ^a	65.37 ^f	498.768 ^b
16. Kızartma	18	67.03 ^g	-3.78 ^a	32.69 ^a	60.26 ^h	468.466 ^c

*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.15.'de toplam polar madde değerinin %8.86 ile %17.00 arasında değiştiği görülmektedir. Kızartma sayısı tekrarı arttıkça, toplam polar madde miktarı da artmıştır. Türkiye'de 28 Ağustos 2007 tarihli Resmi Gazete'de kızartmalık yağların düzenlenmesinde toplam polar madde miktarı \leq % 25 olarak tespit edilmiştir (Tekelioğlu ve ark., 2008). Yapılan 16 kızartma sonucu bu limitin aşılmadığı, kızartma tekrarının artışına bağlı olarak yağda polar bileşiklerin arttığı görülmektedir.

Serbest asitlik değerleri %0.26 ile %1.00 arasında değişim göstermiştir. En yüksek değeri 16. kızartma almış iken, en düşük değeri kızartma öncesi yağlar almıştır. Hidroliz sonucu yağın trigliserit yapısı bozulup serbest yağ asitleri ve gliserol meydana gelmektedir. Serbest asitlik miktarının artması bu tür kimyasal reaksiyonların meydana geldiğinin göstergesidir (Lascaray, 1949; Nawar, 1969; Chung ve ark., 2004; Choe ve Min, 2007). Kızartma işlemiyle birlikte yağda serbest asitlik miktarı artmıştır bu durum kızartma işlemi sonucunda serbest yağ asitleri oluşumunun arttığına işaret eder. Bazı Avrupa ülkelerinde kızartma yağları için verilen limitlerde serbest asitlik değeri max. %2.5 olarak belirlenmiştir (Rossell, 2001). Yapılan 16 kızartma işleminde bu limitin aşılmadığı kızartma tekrarına bağlı yağda serbest asitlik değerinin yükseldiği görülmektedir. Kızartma yağı için maksimum serbest yağ asidi içeriği %0.05 ila %0.08 olarak belirlenmiştir (Rossell, 2001). Çalışmada görülen serbest asitlik değerleri kızartmalık yağlara göre yüksektir fakat çalışmada yemeklik mısırözü yağı kullanıldığından dolayı değerler normal görülmektedir. Yağda serbest yağ asitleri arttıkça yağın kalitesi de düşmüştür.

Peroksit değeri 3.01 meq O₂/kg ile 14.50 meq O₂/kg arasında değişim göstermektedir. En düşük değeri kızartma öncesi yağlar alırken, en yüksek değeri 13. kızartma yağları almıştır. Kızartma sayısı arttıkça peroksit değerinin artması yağın kızartma miktarına bağlı olarak oksidatif stabilitesinin azaldığını göstermektedir. Yağlarda oksidasyon, yemeklik katı ve sıvı yağların kalitesini olumsuz yönde etkileyen kimyasal reaksiyon dizisidir. Yağların bileşiminde bulunan doymamış yağ asitlerinin oksijenle yükseltgenmesi ile birincil oksidasyon ürünü olan hidroperoksitler meydana gelmektedir. Bu bileşiklerin artması peroksit değerini de arttırmaktadır (Choe ve Min, 2007). Çalışmada kızartma sayısının artışı ile peroksit değeri artmakta yağların kalitesi düşmektedir.

p-anisidin değeri 4.25 ile 58.12 arasında değişim göstermektedir. En düşük değeri kızartma öncesi yağlar alırken, en yüksek değeri 16. kızartma yağları almıştır. Yağların bileşiminde bulunan doymamış yağ asitlerinin oksijenle yükseltgenmesi ile hidroperoksitlerin yanısıra ikincil oksidasyon ürünü olan aldehytler, ketonlar, karboksilik asitler, hidrokarbonlar gibi bileşikler meydana gelmektedir. Yağda bu tür ikincil oksidasyon ürünlerinin artması *p*-anisidin değerinde artış meydana getirmektedir (Dandlen ve ark., 2010). Çalışmada kızartma sayısının artışı ile ikincil oksidasyon ürünlerinin artması *p*-anisidin değerinin artışına neden olmuştur.

İndüksiyon periyodu değerinin 9.32 saat ile 6.02 saat arasında değiştii görülmektedir. En yüksek değeri kızartma öncesi yağlar alırken, en düşük değeri 16. kızartma yağları almıştır. İndüksiyon periyodu yağların bozunma süresini ölçmektedir. Sürenin yüksek olması daha geç sürede bozunma meydana geldiğinden yağın kalitesinin yüksek olduğunu göstermektedir (Gupta, 2005). Kızartma sayısı arttıkça indüksiyon süresinin azaldığı görülmüştür. İndüksiyon süresinin azalması yağın dayanıklılığının azaldığına, kalitesinin düştüğüne işarettir. En dayanıklı yağların kızartma öncesi yağlar olduğu görülmektedir.

*L** değeri 67.03 ile 73.16 arasında değişim göstermiştir. En düşük değeri 16. kızartma yağları alırken, en yüksek değeri 1. kızartma yağları almıştır. *L** değeri rengin açıklığı hakkında bilgi verir ve 0 (karanlık) ile 100 (aydınlık) arasında değişir. *L** değeri arttıkça karanlıktan aydınlığa doğru bir geçiş meydana gelmektedir. En aydınlık renk 1. kızartma yağlarında, en karanlık renk ise 16. kızartma yağlarında gözlenmiştir.

*a** değeri -3.02 ile -4.62 arasında değişim göstermiştir. En düşük değer 6. kızartma yağlarında görülürken, en yüksek değer kızartma öncesi kızartma yağlarında görülmektedir. *a** koordinatı pozitif iken kırmızılık, negatif iken yeşillik değerini

göstermektedir. a^* değerinin eksilerde olması renkte yeşillik değerinin baskın olduğuna işaret olduğundan tüm kızartmalarda yeşillik değeri baskındır ve en belirgin olarak kızartma öncesi kızartma yağlarında görülmektedir.

b^* değeri 19.96 ile 32.88 arasında değişim göstermiştir. En düşük değer kızartma öncesi yağlarda görülürken, en yüksek değer 13. kızartma yağlarında görülmüştür. b^* koordinatı pozitif iken sarılık, negatif iken mavilik derecesini göstermektedir. Bütün kızartmalarda sarı değeri baskındır ve kızartma sayısı arttıkça yağdaki sarı değerinde artış görülmüştür.

İletkenlik değeri 60.26 mS/cm ile 96.18 mS/cm arasında değişim göstermiştir. En düşük değer 16. kızartma yağlarında görülürken, en yüksek değer 8. kızartma yağlarında görülmüştür. Yağda iletkenlik değerinde artış görülmesi kimyasal reaksiyonlar sonucu polar madde miktarının arttığına işarettir (Gertz ve Matthäus, 2008). Çizelge 4.15'te iletkenlik değeri önce artmış sonra kızartma sayısının artması ile birlikte düşme görülmüştür.

Kızartma sayısına bağlı patateslerdeki sertlik değeri ise 384,153 N ile 547,799 N arasında değişmektedir. İstatistiksel olarak patateslerin sertlik değeri 3. 8. ve 10. kızartmalarda aynı sonuçları verdiği görülmüştür.

Aşağıdaki çizelgede antioksidan ya da adsorban ilavesinin, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları sunulmuştur (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16. Antioksidan ya da adsorban ilavesinin, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının Tukey çoklu karşılaştırma testi

Antioksidan ve adsorban kaynağı	n	Toplam polar madde değeri (%)	Serbest asitlik değeri (%)	Peroksit değeri (meq O ₂ /kg)	p-anisidin değeri	İndüksiyon periyodu (saat)
Kontrol	24	14.08 ^b	0.72 ^a	7.25 ^e	27.65 ^e	6.89 ^{bc}
Portakal albedosu	24	14.16 ^b	0.73 ^a	7.12 ^e	30.44 ^c	6.99 ^{bc}
Greyfurt albedosu	24	14.56 ^a	0.68 ^b	10.24 ^b	31.70 ^b	6.82 ^c
Limon albedosu	24	14.25 ^b	0.68 ^b	9.12 ^d	33.06 ^a	7.10 ^b
Bentonit	24	13.12 ^d	0.51 ^d	12.20 ^a	30.03 ^d	6.85 ^{cf}
BHT	24	13.83 ^c	0.61 ^c	9.41 ^c	22.82 ^f	7.83 ^a

*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.16. (devamı) Antioksidan ya da adsorban ilavesinin, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının Tukey çoklu karşılaştırma testi

Antioksidan ve adsorban kaynağı	n	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	İletkenlik (mS/cm)	Sertlik (N)
Kontrol	24	70.07 ^c	-3.91 ^{ab}	27.95 ^c	119.94 ^b	375.497 ^d
Portakal albedosu	24	70.19 ^c	-4.86 ^b	33.72 ^b	120.12 ^a	407.956 ^c
Greyfurt albedosu	24	69.28 ^d	-2.61 ^a	42.43 ^a	88.27 ^d	478.009 ^{ab}
Limon albedosu	24	71.05 ^a	-3.98 ^{ab}	27.09 ^c	88.87 ^c	481.476 ^a
Bentonit	24	70.79 ^b	-4.35 ^b	21.31 ^d	22.91 ^e	459.858 ^b
BHT	24	69.46 ^d	-3.96 ^{ab}	27.14 ^c	22.23 ^f	481.093 ^a

*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.16.'da toplam polar madde değerinin %13.12 ile %14.56 arasında değiştiği görülmektedir. Türkiye'de 28 Ağustos 2007 tarihli Resmi Gazete'de kızartmalık yağların düzenlenmesinde toplam polar madde miktarı \leq % 25 olarak tespit edilmiştir (Tekelioğlu ve ark., 2008). Adsorban ya da antioksidan ilave edilerek kızartma işlemi yapılması ile bu limitin aşılmadığı görülmektedir. En düşük değeri bentonit ilave edilen yağlar alırken, en yüksek değeri greyfurt albedo tozu ilave edilen yağlar almıştır. Bu durum bentonit çok iyi bir adsorblayıcı madde olduğu, yağda meydana gelen polar bileşikler önemli seviyede azalttığı görülmektedir.

Serbest asitlik değerinin %0.51 ile %0.73 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük değeri bentonit yağları alırken, en yüksek değeri portakal albedo tozu ilave edilen yağlar almıştır. Greyfurt albedo tozu ile limon albedo tozu ilavesinin yağlarda serbest asitlik değeri açısından aynı sonuçları verdiği görülmüştür. Kontrol ile de portakal albedo tozu yağlarda serbest asitlik değeri açısından aynı sonuçları verdiği görülmüştür. Yağda meydana gelen kimyasal reaksiyonlardan olan hidroliz olayı sonucu yağın trigliserit yapısı bozulup yağ asitleri ve gliserol meydana gelmektedir. Serbest asitlik miktarının artması bu tür kimyasal reaksiyonların meydana geldiğinin göstergesidir (Lascaray, 1949; Nawar, 1969; Chung ve ark., 2004; Choe ve Min, 2007). Yağa ilave edilen maddelerin yağda kızartma işlemi sonucu oluşan serbest asitlik değerini artırdığı görülmektedir. Bazı Avrupa ülkelerinde kızartma yağları için verilen limitlerde serbest asitlik değeri max. %2.5 olarak belirlenmiştir (Rossell, 2001). Yapılan bütün kızartma yağı örneklerinde bu sınırın aşılmadığı fakat adsorban ya da antioksidan ilavesinin yağda serbest asitlik miktarını artırdığı görülmüştür. Portakal albedo tozu ilavesinin yağda serbest asitlik oluşumunda en fazla olumsuz etki gösterdiği görülmektedir.

Peroksit değerinin 7.12 meq O₂/kg ile 12.20 meq O₂/kg arasında değiştiği görülmektedir. En düşük değeri portakal albedo tozu ilave edilen yağlar alırken, en yüksek değeri bentonit ilave edilen yağlar almıştır. Yağlarda oksidasyon, yemeklik katı ve sıvı yağların kalitesini olumsuz yönde etkileyen kimyasal reaksiyon dizisidir. Yağların bileşiminde bulunan doymamış yağ asitlerinin oksijenle yükseltgenmesi ile birincil oksidasyon ürünü olan hidroperoksitler meydana gelir. Bu bileşiklerin artması peroksit değerini de artırmaktadır (Suja ve ark., 2004). Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği (Anonim, 2012) kalite kriterlerine göre rafine yağlarında peroksit sayısı en çok 10 meq O₂/kg düzeyinde bulunabilir. Kontrol ile portakal albedo tozu ilavesi yağdaki peroksit değeri açısından incelendiğinde istatistiksel olarak aynı sonuçları verdiği görülmüştür. Kontrol ve portakal albedo tozu ilavesinin ise BHT'den daha düşük değerde olduğu ve portakal albedo tozu ve limon albedo tozunun BHT'ye göre daha güçlü antioksidan kaynağı olduğu görülmektedir. Peroksit değeri sonuçlarına göre en güçlü antioksidan kaynağı portakal albedo tozu daha sonra limon albedo tozudur. Bentonit ilavesinin ise yağda birincil oksidasyon ürünlerini artırdığı görülmüştür.

p-anisidin değerinin 22.82 ile 33.06 arasında değiştiği görülmüştür. En düşük değeri BHT ilave edilen yağlar alırken, en yüksek değeri limon albedo tozu ilave edilen yağlar almıştır. Yağların bileşiminde bulunan doymamış yağ asitlerinin oksijenle yükseltgenmesi ile hidroperoksitlerin yanısıra ikincil oksidasyon ürünü olan aldehitler, ketonlar, karboksilik asitler, hidrokarbonlar gibi bileşikler meydana gelmektedir. Yağda bu tür ikincil oksidasyon ürünlerinin artması *p*-anisidin değerinde artış meydana getirmektedir (Dandlen ve ark., 2010). BHT'nin ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunu önemli derecede engellediği görülmektedir. Kontrol yağına kıyasla portakal, greyfurt ve limon albedo tozu ilave edilen yağlarda bu bileşiklerin artışına neden olduğu görülmüştür.

İndüksiyon periyodu değeri 6.82 ile 7.83 saat arasında değişmektedir. En düşük değeri greyfurt albedo tozu ilave edilen yağlar alırken, en yüksek değeri BHT ilave edilen yağlar almaktadır. En dayanıklı yağın BHT ilave edilen yağlar, en dayanıksız yağların greyfurt albedo tozu ilave edilen yağlar olduğu görülmüştür. İstatistiksel olarak incelendiğinde kontrol yağı ve portakal albedo tozu ilave edilen yağlarının dayanıklılıklarının aynı olduğu görülmüştür.

*L** değeri 69.28 ile 71.05 arasında değişmektedir. *L** değeri rengin açıklığı hakkında bilgi verir ve 0 (karanlık) ile 100 (aydınlık) arasında değişir *L** değeri arttıka

karanlıktan aydınlığa doğru bir geçiş meydana gelmektedir. En düşük değeri greyfurt albedo tozu ilave edilen yağlar alırken, en yüksek değeri limon albedo tozu ilave edilen yağlar almıştır. Greyfurt albedo tozu ilave edilen yağların en karanlık renge, limon albedo tozu ilave edilen yağların ise en açık renge sahip olduğu görülmüştür. Portakal albedo tozu ilave edilen yağlar ile kontrol yağları istatistiksel olarak aynı L^* değeri sonucunu vermiştir.

a^* değeri -2.61 ile -4.86 arasında değişmektedir. En yüksek değeri portakal albedo tozu ilave edilen yağlar alırken, en düşük değeri greyfurt albedo tozu ilave edilen yağlar almıştır. a^* koordinatı pozitif iken kırmızılık, negatif iken yeşillik derecesini göstermektedir. Tüm örneklerde yeşillik değeri görülmektedir. Yeşillik değeri en baskın olan greyfurt albedo tozu ilave edilen yağlar iken, en az olan portakal albedo tozu ilave edilen yağlar olmuştur.

b^* değeri 21.31 ile 42.43 arasında değişmektedir. En düşük değeri bentonit ilave edilen yağlar alırken, en yüksek değeri greyfurt albedo tozu ilave edilen yağlar almıştır. b^* koordinatı pozitif iken sarılık, negatif iken mavilik derecesini gösterir. Tüm örneklerde sarılık değeri görülmektedir. Sarılık değeri en baskın olan greyfurt albedo tozu ilave edilen yağlar iken, en az olan bentonit ilave edilen yağlar olmuştur.

İletkenlik değeri 22.23 mS/cm ile 120.12 mS/cm arasında değişmektedir. En düşük değeri BHT yağları alırken, en yüksek değeri portakal albedo tozu ilave edilen yağlar almıştır. Yağda iletkenlik değerinde artış görülmesi polar madde miktarının arttığına işarettir (Gertz ve Matthäus, 2008). Portakal albedo tozu ilavesinin yağda polar bileşikleri artırdığı görülmüştür.

Sertlik değeri 375,497 N ile 481,476 N arasında değişmektedir. En düşük değeri kontrol ile kızartılan kızartılmış patatesler alırken, en yüksek değeri limon albedo tozu ilave edilen kızartma yağlarında kızartılmış patatesler almıştır. İstatistiksel olarak limon albedo tozu ve BHT ilavesi ile kızartılan kızartılmış patatesler aynı sonuçları vermiştir.

Aşağıdaki çizelgelerde kızartma sayısı ile eklenen antioksidanların ve adsorbanın, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları sunulmuştur (Çizelge 4.17.).

Çizelge 4.17. Antioksidan ve adsorban ilavesi ile oluşan interaksyonun, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının Tukey çoklu karşılaştırma testi

Kızartma Sayıları	Antioksidan ve adsorban kaynağı	Toplam polar madde(%)	Serbest asitlik (%)	Peroksit değeri (meqO ₂ /kg)	p-anisidin değeri	İndüksiyon periyodu (saat)
Kızartma öncesi	Kontrol	7.50 ^{s*}	0.23 ^r	2.16 ^u	2.84 ^{ab}	8.42 ^{bcd}
	Portakal Albedosu	9.00 ^r	0.27 ^r	2.08 ^u	3.84 ^{aaab}	8.86 ^{abc}
	Greylfurt Albedosu	9.50 ^r	0.26 ^r	2.71 ^{stu}	4.29 ^{zaa}	9.88 ^a
	Limon Albedosu	9.00 ^r	0.26 ^r	2.43 ^{tu}	4.75 ^{zaa}	9.88 ^a
	Bentonit	9.16 ^r	0.25 ^r	5.31 ^{no}	4.70 ^{zaa}	9.22 ^{ab}
	BHT	9.00 ^r	0.26 ^r	3.38 ^{qrst}	5.11 ^z	9.66 ^a
1. Kızartma	Kontrol	16.16 ^{ef}	0.25 ^r	2.58 ^{stu}	6.60 ^y	6.55 ^{ijklmnopqrs}
	Portakal Albedosu	14.66 ^{hi}	0.46 ^q	3.06 ^{rstu}	9.11 ^{vw}	7.72 ^{defgh}
	Greylfurt Albedosu	14.16 ^{ijkl}	0.51 ^{mnoq}	3.07 ^{rstu}	7.67 ^{xy}	7.56 ^{defghij}
	Limon Albedosu	14.50 ^{hij}	0.48 ^{opq}	2.94 ^{rstu}	8.07 ^{wx}	7.73 ^{defgh}
	Bentonit	13.00 ^{op}	0.49 ^{nopq}	4.41 ^{opq}	9.33 ^v	7.04 ^{fghijklmnopq}
	BHT	13.50 ^{lmno}	0.54 ^{mn}	4.23 ^{pq}	7.98 ^x	8.13 ^{cde}
3. Kızartma	Kontrol	15.16 ^{gh}	0.55 ^m	3.52 ^{qrs}	14.04 ^u	7.43 ^{defghijklm}
	Portakal Albedosu	16.66 ^{de}	0.53 ^{mno}	3.82 ^{qr}	15.30 ^t	7.64 ^{defghi}
	Greylfurt Albedosu	13.16 ^{nop}	0.67 ^l	5.54 ⁿ	18.16 ^s	7.53 ^{defghijk}
	Limon Albedosu	13.16 ^{nop}	0.73 ^{jk}	5.25 ^{nop}	17.13 ^s	7.98 ^{cdef}
	Bentonit	11.83 ^q	0.50 ^{mnoq}	9.09 ^{ijk}	15.73 ^t	6.48 ^{lmnopqrst}
	BHT	12.66 ^p	0.79 ^{efghi}	8.65 ^l	15.91 ^t	7.49 ^{defghijkl}
6. Kızartma	Kontrol	14.00 ^{ijklm}	0.75 ^{ijk}	8.53 ^l	21.08 ^r	6.64 ^{ijklmnopqrs}
	Portakal Albedosu	14.00 ^{ijkl}	0.55 ^m	6.78 ^m	26.30 ^q	6.51 ^{klmnopqrst}
	Greylfurt Albedosu	13.66 ^{klmno}	0.69 ^{kl}	9.13 ^{ijkl}	33.79 ^m	6.61 ^{ijklmnopqrs}
	Limon Albedosu	13.66 ^{klmno}	0.66 ^l	9.07 ^{ijkl}	32.18 ⁿ	7.12 ^{efghijklmno}
	Bentonit	11.50 ^q	0.53 ^{mno}	16.78 ^c	15.72 ^t	5.90 ^{rstuv}
	BHT	13.50 ^{lmno}	0.47 ^{pq}	15.32 ^{de}	15.87 ^t	6.89 ^{ghijklmnopqr}

* , Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.17. (devamı) Antioksidan ve adsorban ilavesi ile oluşan interaksiyonun, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının TUKEY çoklu karşılaştırma testi

Kızartma Sayıları	Antioksidan ve adsorban kaynağı	Toplam polar madde(%)	Serbest asitlik (%)	Peroksit değeri (meqO ₂ /kg)	p-anisidin değeri	İndüksiyon periyodu (saat)
8. Kızartma	Kontrol	13.33 ^{mnop*}	0.82 ^{ef}	9.41 ^{jkl}	31.46 ⁿ	6.15 ^{opqrstu}
	Portakal Albedosu	14.33 ^{lkl}	0.80 ^{efgh₁}	8.75 ^{kl}	29.12 ^p	7.15 ^{efghijklmno}
	Greyfurt Albedosu	13.33 ^{mnop}	0.79 ^{efgh₁}	9.13 ^{jkl}	49.57 ^f	6.39 ^{nopqrst}
	Limon Albedosu	14.16 ^{ijkl}	0.76 ^{ij}	10.69 ^{h₁}	40.89 ^t	6.46 ^{mnopqrst}
	Bentonit	13.00 ^{op}	0.48 ^{opq}	18.65 ^b	32.95 ⁿ	6.81 ^{ghijklmnopqr}
	BHT	14.00 ^{ijklm}	0.52 ^{mno}	16.10 ^{cd}	26.51 ^q	7.74 ^{defg}
10. Kızartma	Kontrol	13.83 ^{jklmn}	0.82 ^e	10.05 ^{ij}	6.60 ^y	6.55 ^{jklmnopqrs}
	Portakal Albedosu	14.66 ^{h₁}	0.46 ^q	3.06 ^{rstu}	9.11 ^{vw}	7.72 ^{defgh}
	Greyfurt Albedosu	14.16 ^{ijkl}	0.51 ^{mnoq}	3.07 ^{rstu}	7.67 ^{xy}	7.56 ^{defghij}
	Limon Albedosu	14.50 ^{hij}	0.48 ^{opq}	2.94 ^{rstu}	8.07 ^{wx}	7.73 ^{defgh}
	Bentonit	13.00 ^{op}	0.49 ^{nopq}	4.41 ^{opq}	9.33 ^v	7.04 ^{efghijklmnopq}
	BHT	13.50 ^{lmno}	0.54 ^{mn}	4.23 ^{pq}	7.98 ^x	8.13 ^{cde}
13. Kızartma	Kontrol	15.16 ^{gh}	0.55 ^m	3.52 ^{qrs}	14.04 ^u	7.43 ^{defghijklm}
	Portakal Albedosu	16.66 ^{de}	0.53 ^{mno}	3.82 ^{qr}	15.30 ^t	7.64 ^{defgh₁}
	Greyfurt Albedosu	13.16 ^{nop}	0.67 ^l	5.54 ⁿ	18.16 ^s	7.53 ^{defghijk}
	Limon Albedosu	13.16 ^{nop}	0.73 ^{jk}	5.25 ^{nop}	17.13 ^s	7.98 ^{cdef}
	Bentonit	11.83 ^q	0.50 ^{mnoq}	9.09 ^{ijk}	15.73 ^t	6.48 ^{lmnopqrst}
	BHT	12.66 ^p	0.79 ^{efgh₁}	8.65 ^l	15.91 ^t	7.49 ^{defghijkl}
16. Kızartma	Kontrol	14.00 ^{ijklm}	0.75 ^{ijk}	8.53 ^l	21.08 ^r	6.64 ^{ijklmnopqrs}
	Portakal Albedosu	14.00 ^{ijklm}	0.55 ^m	6.78 ^m	26.30 ^q	6.51 ^{kilmnopqrst}
	Greyfurt Albedosu	13.66 ^{klmno}	0.69 ^{kl}	9.13 ^{jkl}	33.79 ^m	6.61 ^{jklmnopqrs}
	Limon Albedosu	13.66 ^{klmno}	0.66 ^l	9.07 ^{jkl}	32.18 ⁿ	7.12 ^{efghijklmno}
	Bentonit	11.50 ^q	0.53 ^{mno}	16.78 ^c	15.72 ^t	5.90 ^{rstuv}
	BHT	13.50 ^{lmno}	0.47 ^{pq}	15.32 ^{de}	15.87 ^t	6.89 ^{ghijklmnopqr}

*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.17. (devamı) Antioksidan ve adsorban ilavesi ile oluşan interaksiyonun, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının TUKEY çoklu karşılaştırma testi

Kızartma Sayıları	Antioksidan ve adsorban kaynağı	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	İletkenlik (mS/cm)	Sertlik (N)
Kızartma öncesi	Kontrol	73.60 ^{bc*}	-1.61 ^a	19.15 ^{kl}	97.73 ^t	-
	Portakal Albedosu	72.34 ^{fg}	-4.82 ^a	21.25 ^{jkl}	100.03 ^r	-
	Greyfurt Albedosu	71.79 ^{gh}	-0.98 ^a	28.30 ^{hij}	108.76 ^p	-
	Limon Albedosu	73.55 ^{bcd}	-3.39 ^a	16.70 ^l	113.56 ^m	-
	Bentonit	74.27 ^b	-3.64 ^a	16.71 ^l	22.86 ^{abac}	-
	BHT	73.28 ^{cde}	-3.66 ^a	17.67 ^l	21.93 ^{ae}	-
1. Kızartma	Kontrol	74.18 ^b	-4.65 ^a	22.39 ^{ijkl}	98.43 ^s	285.966 ^{pqrs}
	Portakal Albedosu	72.66 ^{ef}	-5.46 ^a	25.38 ^{hijkl}	99.96 ^r	527.91 ^{efgh}
	Greyfurt Albedosu	72.25 ^{fg}	-3.79 ^a	40.40 ^{abcd}	108.70 ^p	772.20 ^a
	Limon Albedosu	72.83 ^{cdef}	-4.45 ^a	23.53 ^{hijkl}	110.23 ⁿ	810.67 ^a
	Bentonit	74.27 ^b	-3.64 ^a	16.71 ^l	23.40 ^{aa}	526.39 ^{efgh}
	BHT	72.78 ^{def}	-1.61 ^a	25.10 ^{hijkl}	22.30 ^{adae}	363.6 ^{klmno}
3. Kızartma	Kontrol	69.80 ^{ij}	-4.63 ^a	26.74 ^{hijkl}	113.33 ^m	369.23 ^{ijklmn}
	Portakal Albedosu	69.48 ^{ij}	-1.96 ^a	32.32 ^{defgh}	100.70 ^q	271.15 ^{qrs}
	Greyfurt Albedosu	66.80 ^{pqrs}	-2.87 ^a	40.05 ^{abcd}	109.80 ⁿ	262.34 ^{rs}
	Limon Albedosu	69.79 ^{ij}	-1.61 ^a	27.20 ^{hijk}	110.23 ⁿ	415.10 ^{ijklm}
	Bentonit	73.40 ^{cde}	-5.19 ^a	24.88 ^{hijkl}	24.26 ^z	446.08 ^{ij}
	BHT	72.65 ^{ef}	-5.01 ^a	27.20 ^{hijk}	26.80 ^y	543.80 ^{ef}
6. Kızartma	Kontrol	69.12 ^{jkl}	-4.94 ^a	30.69 ^{efgh¹}	120.63 ^k	456.02 ^{gh¹}
	Portakal Albedosu	69.21 ^{jkl}	-6.37 ^a	38.44 ^{cdef}	119.53 ^l	329.20 ^{nopqrs}
	Greyfurt Albedosu	72.13 ^{fg}	-2.17 ^a	46.44 ^{abc}	143.53 ^d	364.55 ^{klmn}
	Limon Albedosu	76.09 ^a	-5.05 ^a	30.57 ^{efgh¹}	144.66 ^c	448.55 ^l
	Bentonit	71.27 ^h	-4.62 ^a	22.47 ^{ijkl}	22.20 ^{adae}	621.58 ^{bcd}
	BHT	69.43 ^{ijk}	-4.55 ^a	27.54 ^{hijk}	23.03 ^{aaab}	557.68 ^{cdef}

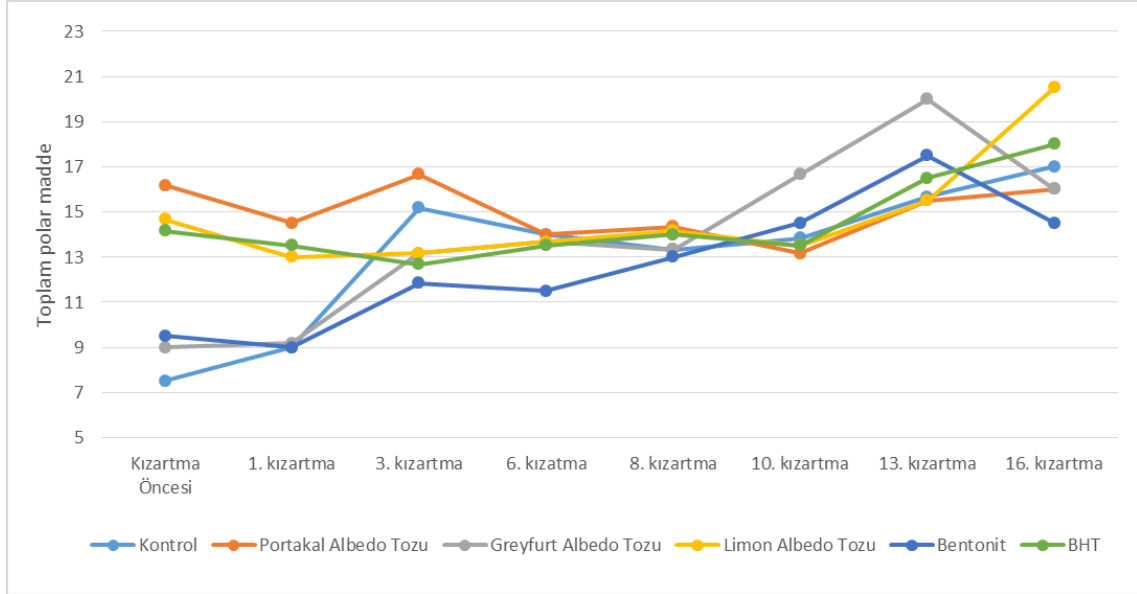
* , Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.17. (devamı) Antioksidan ve adsorban ilavesi ile oluşan interaksiyonun, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının TUKEY çoklu karşılaştırma testi

Kızartma Sayıları	Antioksidan ve adsorban kaynağı	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	İletkenlik (mS/cm)	Sertlik (N)
8. Kızartma	Kontrol	69.68 ^{ij*}	-4.63 ^a	31.84 ^{defgh}	121.20 ^j	336.87 ^{nopqr}
	Portakal Albedosu	69.58 ^{ij}	-5.81 ^a	38.71 ^{bcfe}	121.23 ^j	343.76 ^{mnopq}
	Greyfurt Albedosu	69.49 ^{ij}	-2.49 ^a	48.27 ^a	145.73 ^a	556.56 ^{def}
	Limon Albedosu	72.23 ^{fg}	-4.60 ^a	27.86 ^{hijk}	145.26 ^b	428.74 ^{ijkl}
	Bentonit	68.56 ^{lm}	-4.41 ^a	21.62 ^{jkl}	22.50 ^{acad}	286.732 ^{opqrs}
	BHT	67.34 ^{nopq}	-4.49 ^a	28.97 ^{ghij}	21.16 ^{afag}	354.10 ^{lmnop}
10.Kızartma	Kontrol	68.49 ^{lm}	-4.27 ^a	31.71 ^{defgh}	137.53 ^g	356.20 ^{lmnop}
	Portakal Albedosu	69.35 ^{jk}	-5.33 ^a	38.36 ^{cdef}	141.6 ^f	531.32 ^{efg}
	Greyfurt Albedosu	69.41 ^{jk}	-2.01 ^a	47.59 ^{ab}	29.40 ^x	351.88 ^{lmnop}
	Limon Albedosu	72.41 ^{fg}	-4.50 ^a	29.55 ^{fghij}	31.43 ^u	259.04 ^s
	Bentonit	67.24 ^{opqr}	-4.28 ^a	21.59 ^{jkl}	22.15 ^{adae}	448.59 ⁱ
	BHT	67.37 ^{nop}	-4.47 ^a	29.88 ^{efghij}	20.43 ^{ah}	357.86 ^{lmnop}
13.Kızartma	Kontrol	67.59 ^{no}	-3.46 ^a	29.99 ^{efghij}	142.46 ^e	334.59 ^{nopqrs}
	Portakal Albedosu	68.69 ^{klm}	-5.00 ^a	37.73 ^{cdefg}	145.10 ^{bc}	416.81 ^{ijklm}
	Greyfurt Albedosu	68.83 ^t	-3.05 ^a	42.44 ^{abc}	30.40 ^v	587.92 ^{bcde}
	Limon Albedosu	69.49 ^{ij}	-4.47 ^a	32.06 ^{defgh}	30.06 ^{vw}	654.611 ^b
	Bentonit	68.67 ^{klm}	-4.56 ^a	24.14 ^{hijkl}	23.33 ^{aa}	442.46 ^{ij}
	BHT	66.32 st	-4.05 ^a	30.90 ^{efgh}	20.86 ^{agah}	556.199 ^{def}
16.Kızartma	Kontrol	68.10 ^{mn}	-3.07 ^a	31.09 ^{efgh}	128.20 ⁱ	489.58 ^{fgh}
	Portakal Albedosu	70.20 ⁱ	-4.11 ^a	37.63 ^{cdefg}	133.16 ^h	435.51 ^{ijk}
	Greyfurt Albedosu	66.55 ^{rst}	-3.51 ^a	45.92 ^{abc}	29.83 ^{wx}	450.58 ^{hi}
	Limon Albedosu	62.05 ^u	-3.76 ^a	29.25 ^{ghij}	26.43 ^y	353.60 ^{lmnop}
	Bentonit	68.69 ^{klm}	-4.44 ^a	22.37 ^{ijkl}	22.63 ^{abacad}	447.16 ⁱ
	BHT	66.56 ^{qrst}	-3.82 ^a	29.88 ^{efghij}	21.33 ^{af}	634.35 ^{bc}

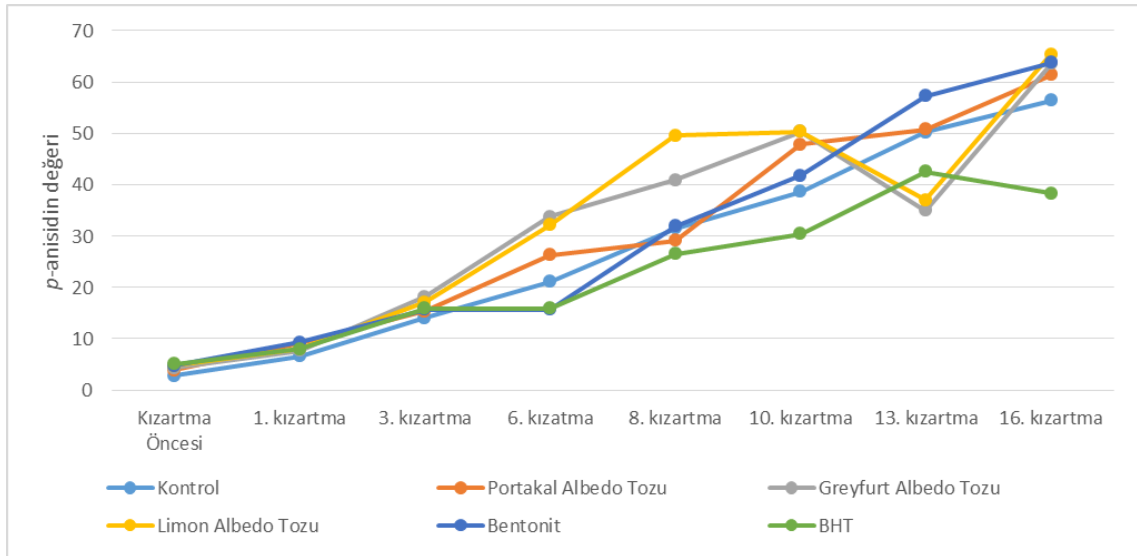
*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.17.'de antioksidan ve adsorban ilavesi ile oluşan interaksyonun, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları sunulmuştur. Bu sonuçlar Grafik 4.1 ile Grafik 4.10 arasında interaksyon grafikleri ile yorumlanmıştır.



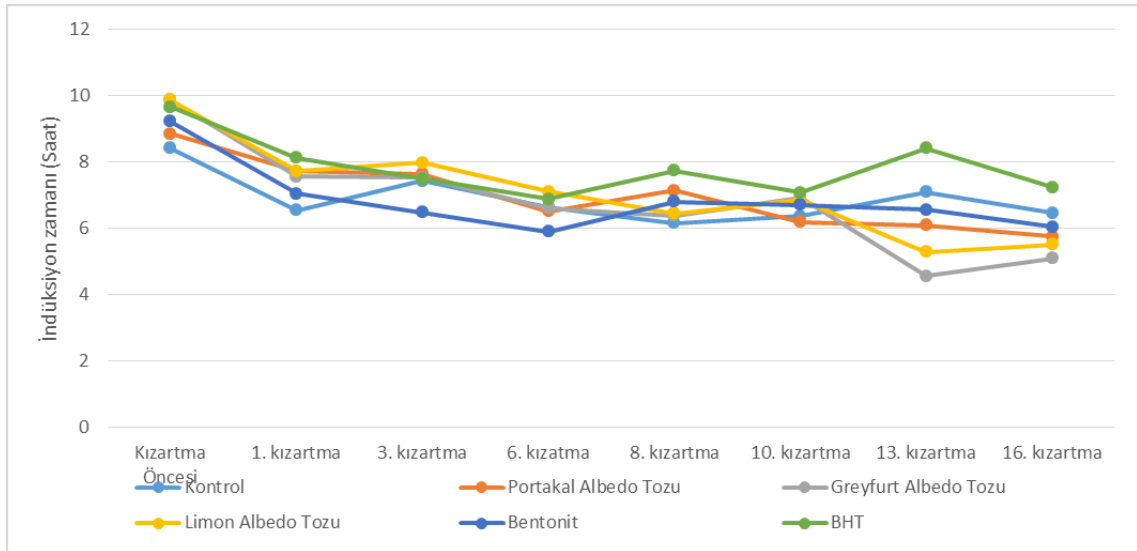
Grafik 4.1. Toplam polar madde değerleri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksyonu.

Grafik 4.1.'de Toplam polar madde değerleri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksyona göre toplam polar madde miktarı kızartma sürecinde en düşük bentonit ilave edilen örneklerde gözlemlenmiştir. En yüksek ise limon albedo tozu ilave edilen örneklerde gözlemlenmiştir. Bentonit ve greyfurt albedo tozu örneklerinin toplam polar madde miktarının 16. kızartmada ise düşüş gösterdiği dikkat çekmekteyken, diğer örneklerde toplam polar madde miktarlarının son kızartmada ise artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Türkiye’de 28 Ağustos 2007 tarihli Resmi Gazete’de kızartmalık yağların düzenlenmesinde toplam polar madde miktarı \leq % 25 olarak bildirilmiştir (Tekelioğlu ve ark., 2008). Grafikte görüldüğü üzere toplam polar madde değerleri bu limitin altındadır. Bentonit adsorbanı ilave edilen örneklerde toplam polar madde en düşük değerlerde olması iyi bir adsorblyıcı madde olduğunu göstermektedir.



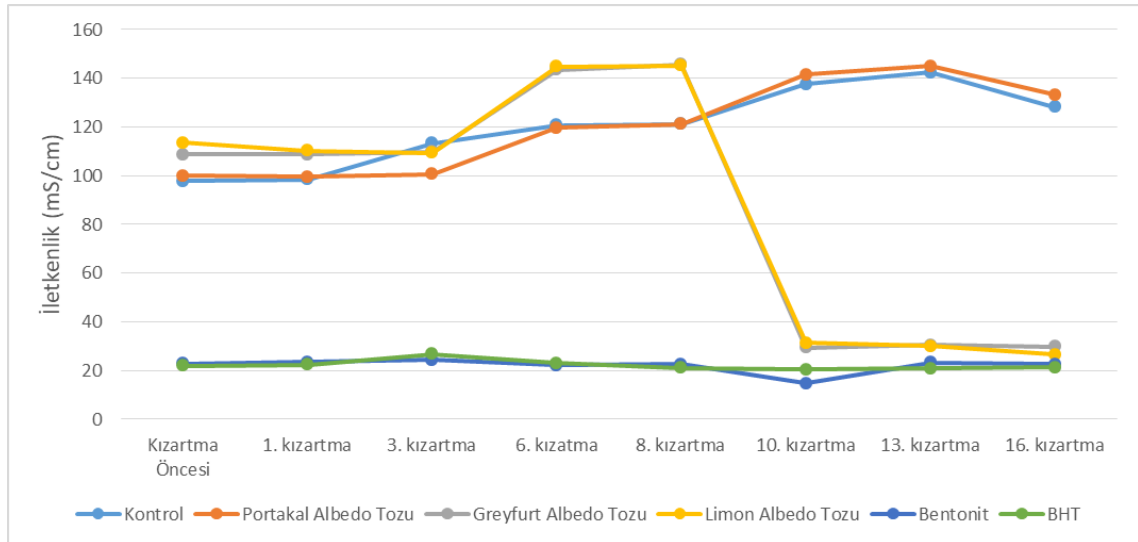
Grafik 4.2. *p*-anisidin değerleri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

Grafik 4.2.’de *p*-anisidin değerleri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyona göre genel olarak kızartma sayısı artışı ile *p*-anisidin değerleri artmıştır. Artış seviyesinin, BHT’de daha az düzeyde seyrettiği gözlenmiştir. 16. kızartmada limon albedo tozu ilave edilen yağların *p*-anisidin değeri en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Yağların bileşiminde bulunan doymamış yağ asitlerinin kimyasal reaksiyonlar ile oksijenle yükseltgenmesi sonucu hidroperoksitlerin yanısıra ikincil oksidasyon ürünü olan aldehitler, ketonlar, karboksilik asitler, hidrokarbonlar gibi bileşikler meydana gelmektedir. Yağda bu tür ikincil oksidasyon ürünlerinin artması *p*-anisidin değerinde artış meydana getirmektedir (Dandlen ve ark., 2010). Yağa BHT ilavesinin ikincil oksidasyon ürünleri oluşumunu önemli derecede engellediği, limon albedo tozu ilavesinin ise bu bileşikleri artırdığı görülmektedir.



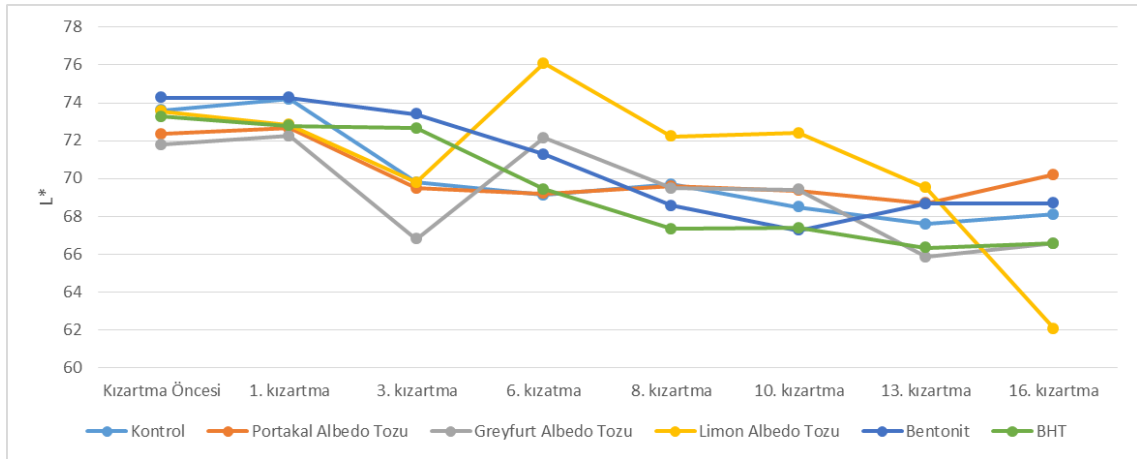
Grafik 4.3. İndüksiyon zamanı üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

Grafik 4.3.’de İndüksiyon zamanı üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu ile indüksiyon zamanı genel olarak kızartma sayısı artışı ile azalmıştır. İndüksiyon zamanının azalması yağın dayanıklılığının azaldığının işaretidir. BHT ilave edilmiş mısırözü yağı örneklerinin indüksiyon zamanı seviyesi, 16. kızartma sonunda diğer örneklere göre daha yüksek seviyede kalmıştır. Bunu kontrol örneği takip etmiştir. İndüksiyon zamanı açısından da en düşük seviyede greyfurt albedo tozu eklenen yağ örneklerinin olduğu dikkat çekmektedir. İndüksiyon periyodu yağların bozulma süresini ölçmektedir. Sürenin yüksek olması daha geç sürede bozulma meydana geldiğinden yağın kalitesinin yüksek olduğunu göstermektedir (Gupta, 2005). Grafiğe göre en dayanıklı yağların BHT ilave edilen yağlar olduğu görülmektedir.



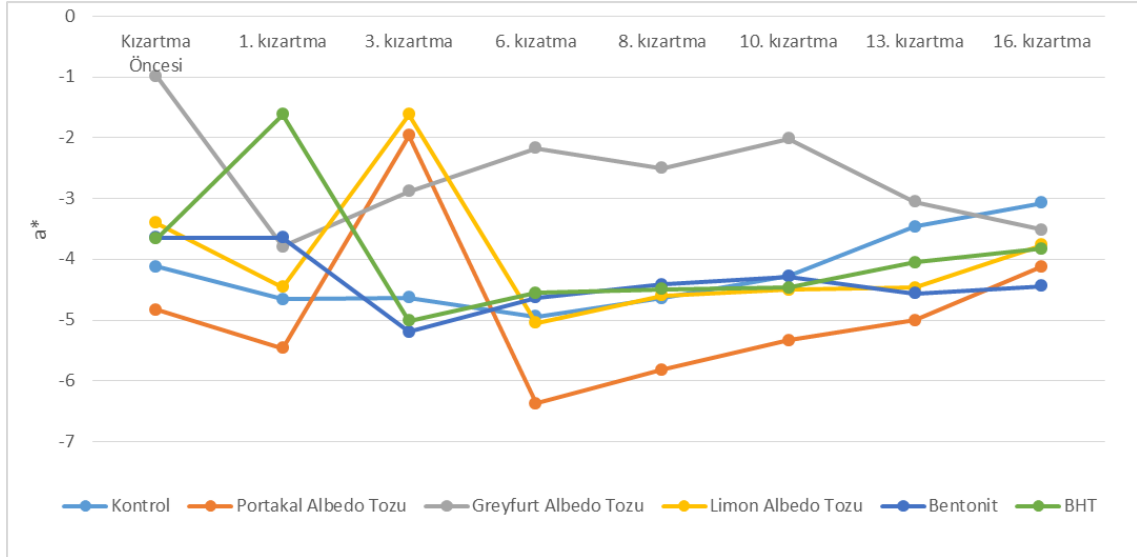
Grafik 4.4. İletkenlik üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

Grafik 4.4.’de İletkenlik üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonunda görüldüğü üzere kızartma sayısının artmasına bağlı olarak iletkenlik değeri en düşük BHT ilave edilen ve bentonit ilave edilen örneklerde gözlenmiştir. 8. kızartma sonrası limon albedosu ilave edilen örneklerde ani bir azalış dikkat çekmektedir ve 16. kızartma sonunda en düşük değerlere sahip olmuştur. 16. kızartma sonunda en düşük değer bentonit örneklerinde gözlenmiştir. İletkenlik değerinin yüksek olması yağda kimyasal reaksiyonlar sonucu meydana gelen polar bileşenlerin arttığına göstergesidir (Gertz ve Matthäus, 2008). Portakal albedo tozu ilave edilen yağlarda polar bileşen miktarı en yüksek seviyelerde görülmüştür.



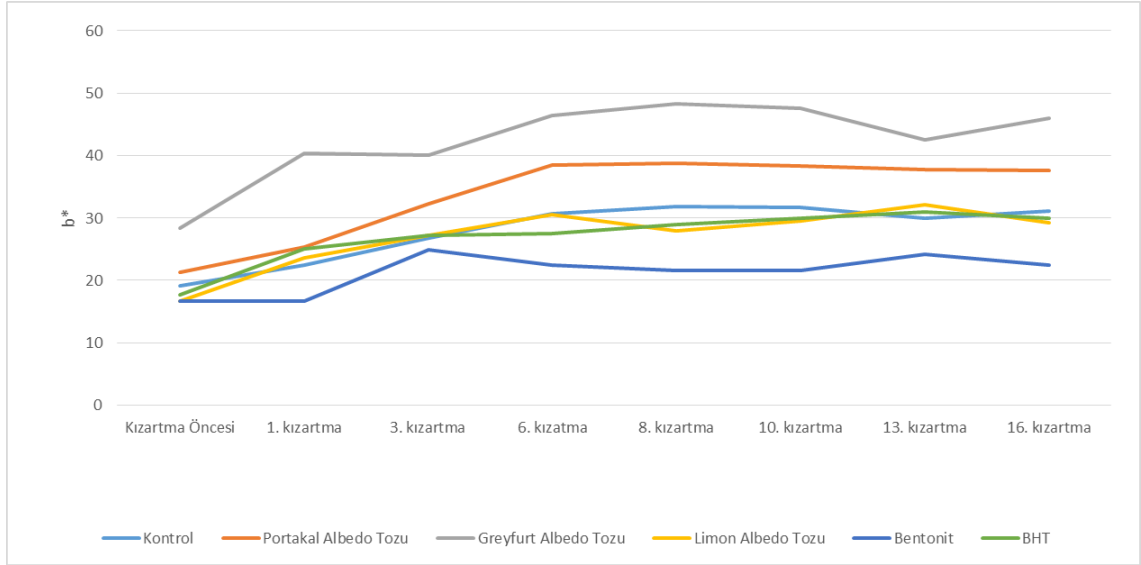
Grafik 4.5. L^* değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

Grafik 4.5.’de L^* değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonunda görüldüğü üzere kızartma tekrarına bağlı olarak L^* değeri bentonit ilave edilen ve portakal albedo tozu ilave edilen örnekler için yaklaşık aynı değerlerdedir ve en yüksek değerler bunlarda görülmektedir. Limon albedo tozu örnekleri en düşük değerlerde görülmektedir. 16. kızartma sonunda da en yüksek değer bentonit ve portakal albedo tozu ilave edilen örneklerde görülürken, en düşük değer limon albedo tozu ilave edilen örnekte görülmüştür. L^* değeri rengin açıklığı hakkında bilgi verir ve 0 (karanlık) ile 100 (aydınlık) arasında değişir. L^* değeri arttıkça karanlıktan aydınlığa doğru bir geçiş meydana gelmektedir. Kızartılmış patateslerin rengi kalitesini gösteren diğer önemli bir parametredir. Sıcaklık ve sürenin etkisi ile yüzeyde indirgen şekerler ile aminoasitler veya proteinler arasındaki Maillard reaksiyonu sonucu patateslerin rengi oluşmaktadır. Patatesteki indirgen şeker miktarı düşük olduğunda renk gelişimi minimum düzeyde gerçekleşmektedir (Troncoso ve ark. 2009). Bentonit ve portakal albedo tozu ilave edilen yağların en açık renge, limon albedo tozu ilave edilen örneklerin en karanlık renge sahip olduğu görülmektedir.



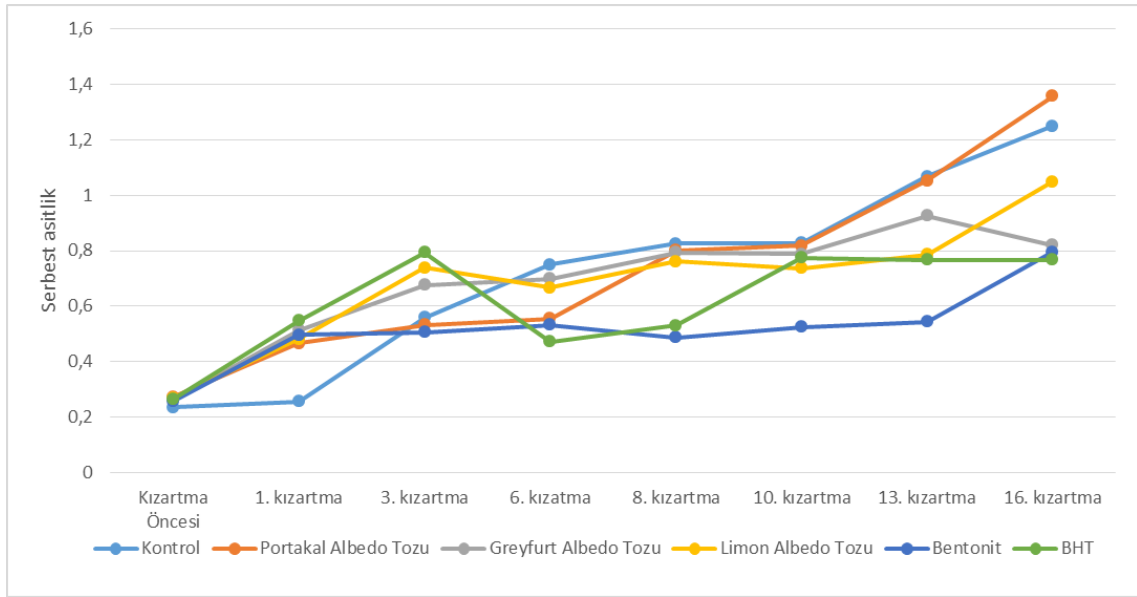
Grafik 4.6. a^* değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksyonu.

Grafik 4.6.’da a^* değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksyonu görüldüğü üzere kızartma sayısına bağlı olarak a^* değeri en yüksek kontrol örneklerinde gözlenmiştir. En düşük değerler ise bentonit ilave edilen örneklerde görülmektedir. a^* koordinatı pozitif iken kırmızılık, negatif iken yeşillik derecesini göstermektedir. Bütün örneklerde yeşillik değeri görülmektedir. Yeşillik değeri en baskın olan kontrol örneklerinde olurken, en düşük bentonit ilave edilen örnekler olduğu görülmektedir.



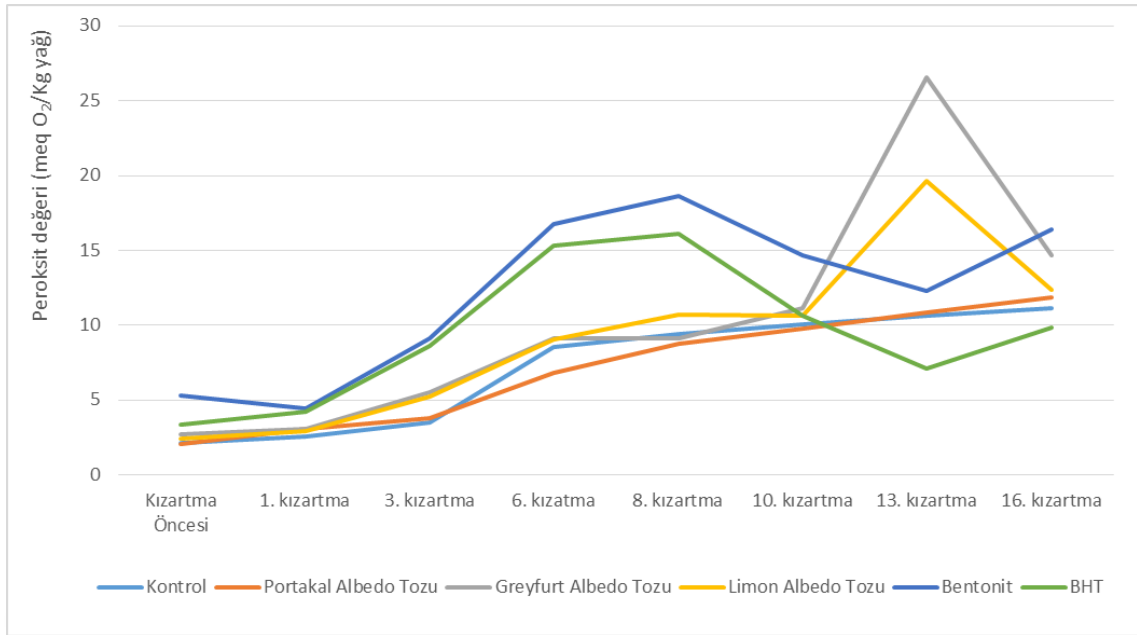
Grafik 4.7. b^* değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

Grafik 4.7.’de b^* değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu görüldüğü üzere b^* değeri genel olarak kızartma sayısı artışı ile artmıştır. b^* değeri en yüksek greyfurt albedo tozu ilave edilen örneklerde görülürken, en düşük bentonit ilave edilen örnekte görülmektedir. b^* koordinatı pozitif iken sarılık, negatif iken mavilik derecesini gösterir. b^* değerinin artışı yağda sarılık görüntüsünün arttığına işarettir. Tüm örneklerde b^* değerinin göstergesi olan sarılık görülürken, en baskın sarılığın greyfurt albedo tozu ilave edilen örneklerde, en düşük ise bentonit ilave edilen örnekler olduğu görülmektedir.



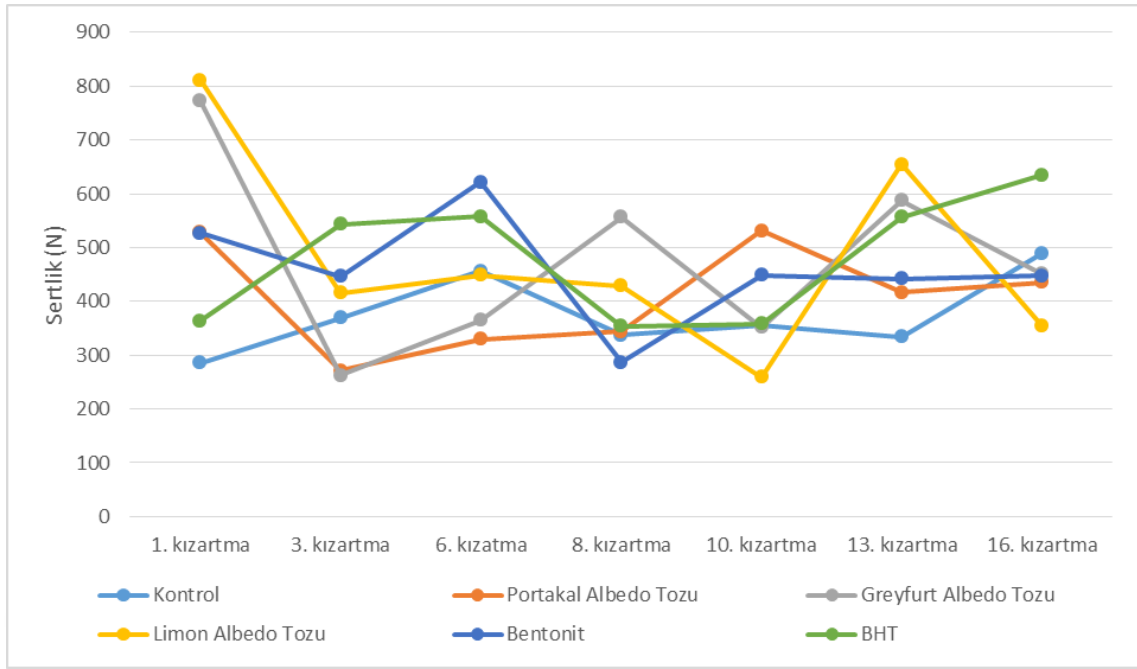
Grafik 4.8. Serbest asitlik değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

Grafik 4.8.’de serbest asitlik değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonunda görüldüğü üzere kızartma sayısı artışına bağlı olarak serbest asitlik değeri dalgalanmalar gösterse de genel olarak bir artış eğilimindedir. En yüksek değerler portakal albedo tozu ilave edilen örneklerde gözlenirken, 13. kızartma sonrasında kontrol ile limon albedo tozu ilave edilen örneklerde bir artış görülmekte ve 16. kızartma sonunda en yüksek değerlerden birine sahip oldukları dikkat çekmektedir. En düşük değerler ise bentonit ilave edilen örneklerde görülmektedir. Yağda meydana gelen kimyasal reaksiyonlardan olan hidroliz olayı sonucu yağın trigliserit yapısı bozulup yağ asitleri ve gliserol meydana gelmektedir. Serbest asitlik miktarının artması bu tür kimyasal reaksiyonların meydana geldiğinin göstergesidir (Lascaray, 1949; Nawar, 1969; Chung ve ark., 2004; Choe ve Min, 2007). Bazı Avrupa ülkelerinde kızartma yağları için verilen limitlerde serbest asitlik değeri max. %2.5 olarak belirlenmiştir (Rossell, 2001). Yapılan bütün kızartma yağı örneklerinde bu sınırın aşılmadığı fakat adsorban ya da antioksidan ilavesinin yağda serbest asitlik miktarını artırdığı görülmüştür. Portakal albedo tozu ilavesinin yağda serbest asitlik oluşumunu en çok artırdığı görülmektedir.



Grafik 4.9. Peroksit değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

Grafik 4.9.’da Peroksit değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonunda görüldüğü üzere peroksit değeri genel olarak kızartma sayısı artışı ile artmıştır. Artış seviyesinin portakal albedo tozu ilave edilen yağlarda daha az düzeyde seyrettiği gözlemlenmiştir. En yüksek değerler ise bentonit ilave edilen örneklerde görülmektedir. Yağlarda oksidasyon, yemeklik katı ve sıvı yağların kalitesini olumsuz yönde etkileyen kimyasal reaksiyonlar dizisidir. Yağların bileşiminde bulunan doymamış yağ asitlerinin oksijenle yükseltgenmesi ile birincil oksidasyon ürünü olan hidroperoksitler meydana gelir. Bu bileşiklerin artması peroksit değerini de artırmaktadır (Suja ve ark., 2004). BHT ilave edilen örneklerin kontrol örneklerinden düşük seviyede olması BHT’nin yağda birincil oksidasyon ürünlerini önemli derecede engellediğinin göstergesidir.

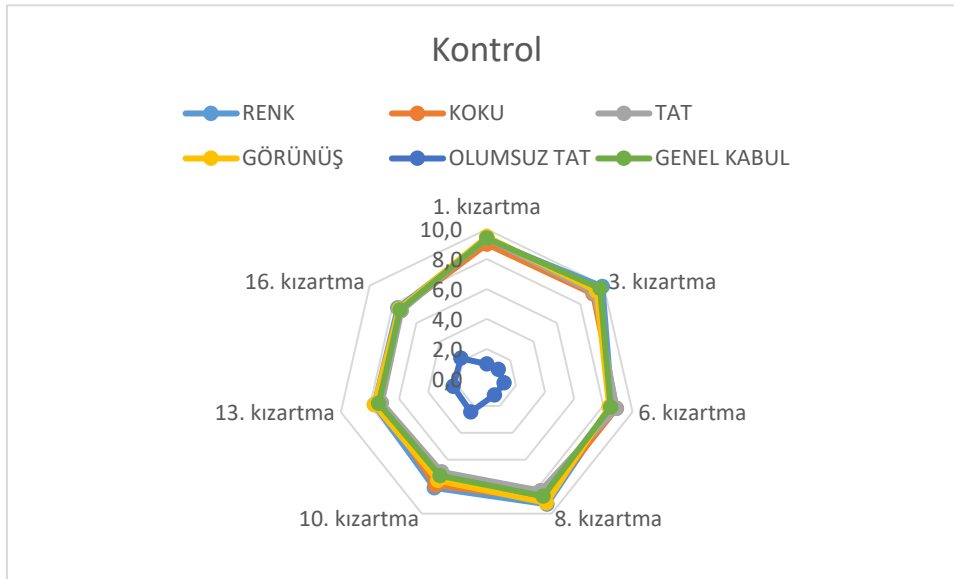


Grafik 4.10. Sertlik değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksyonu.

Grafik 4.10.’da sertlik değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksyonunda görüldüğü üzere kızarmış patateslerde sertlik değeri en yüksek BHT ilave edilen kızartma yağlarında kızartılmış patateslerde olduğu görülmektedir. En düşük değerler ise limon albedo tozu ilave edilen kızartma yağlarında kızartılmış patateslerde yapılan kızartma işlemlerinde görülmektedir. Kızarmış patateslerin sertliği en fazla BHT ilave edilen kızartma yağlarında kızartılmış patateslerde görülürken, albedolar arasında ise greyfurt albedo tozunda görülmüştür.

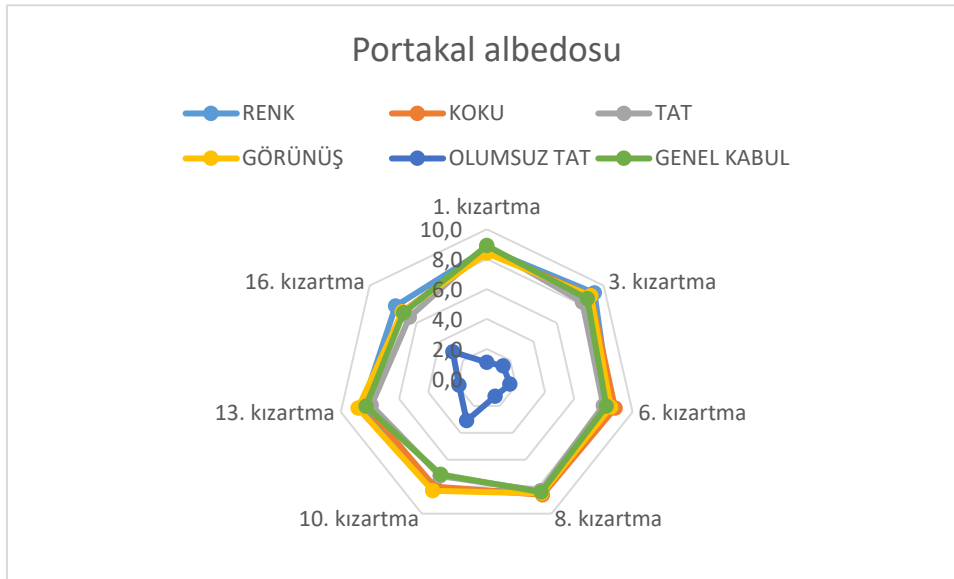
4.3. Kızartma Tekrarı Yapılan Mısırozü Yağının Duyusal Değerlendirilmesi

Duyusal analiz sonuçları Şekil 4.11.’de kontrol grubu kızartılmış patateslerde, Grafik 4.12.’de Potakal albedo tozu grubu kızartılmış patateslerde, Grafik 4.13.’de greyfurt albedo tozu grubu kızartılmış patateslerde, Grafik 4.14.’de limon albedo tozu grubu kızartılmış patateslerde, Grafik 4.15.’de adsorban grubu ve Grafik 4.16.’da BHT grubu kızartılmış patateslerde sunulmuştur.



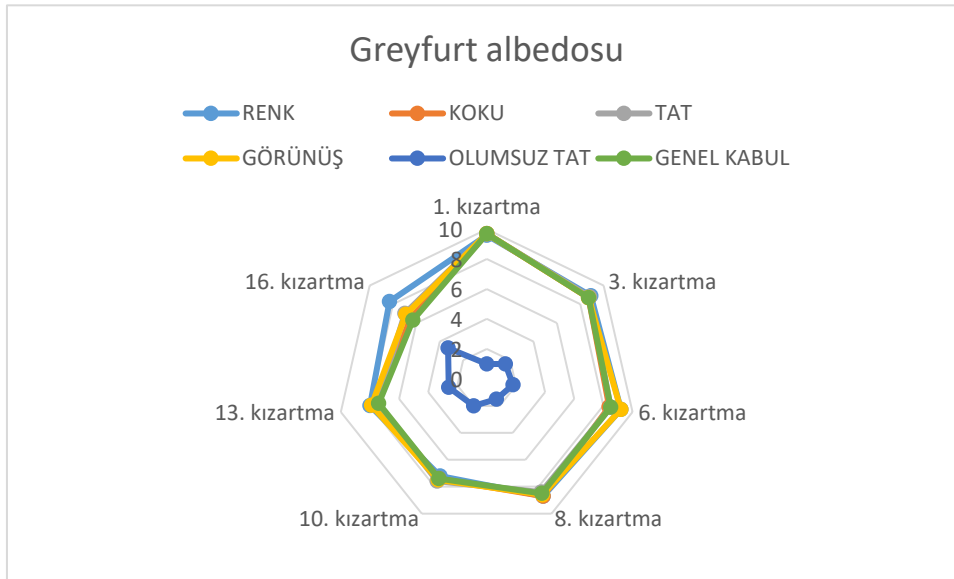
Grafik 4.11. Kontrol yağda kızartılmış patateslerin 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızartma örneklerinde görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat ve genel kabuledilebilirlik parametrelerinin değerlendirildiği duyu analizi verilerine ait grafik.

Grafik 4.11’de kontrol grubu yağda yapılan 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızartma işlemlerinde kızartılmış patateslerde görünüşün, rengin, tadın, kokunun, genel kabul edilebilirliğin istenen düzeyde yüksek çıktığı ve olumsuz tadın da yine istenen seviyede düşük çıktığı görülmüştür. Kızartılmış patateslerin görünüşü panelistler tarafından değerlendirildiğinde en beğenilen 1. kızartma olarak değerlendirilirken, en az beğenilenin 16. kızartma olduğu görülmüştür. Koku ve renk açısından panelistler tarafından verilen puanlar dikkate alındığında 3. kızartma en yüksek puanı almıştır. Kızartılmış patateslerin rengi kalitesini gösteren diğer önemli bir parametredir. Sıcaklık ve sürenin etkisi ile yüzeyde indirgen şekerler ile aminoasitler veya proteinler arasındaki Maillard reaksiyonu sonucu patateslerin rengi oluşmaktadır. Patatesteki indirgen şeker miktarı düşük olduğunda renk gelişimi minimum düzeyde gerçekleşmektedir (Troncoso ve ark., 2009). Genel kabul edilebilirlik parametresinde ise aynı kızartmada yapılan patatesler en yüksek puanı almıştır. Genel anlamda 1. ve 3. kızartma örnekleri için bütün parametreler en yüksek seviyede görülmüştür. Tat açısından panelistler tarafından en çok tercih edilen 1. kızartılmış patates örnekleri olmuştur. Kızartma tekrarlarının artması kontrol grubunda çok yüksek olmasa da bir miktar istenmeyen sonuçlar vermiştir.



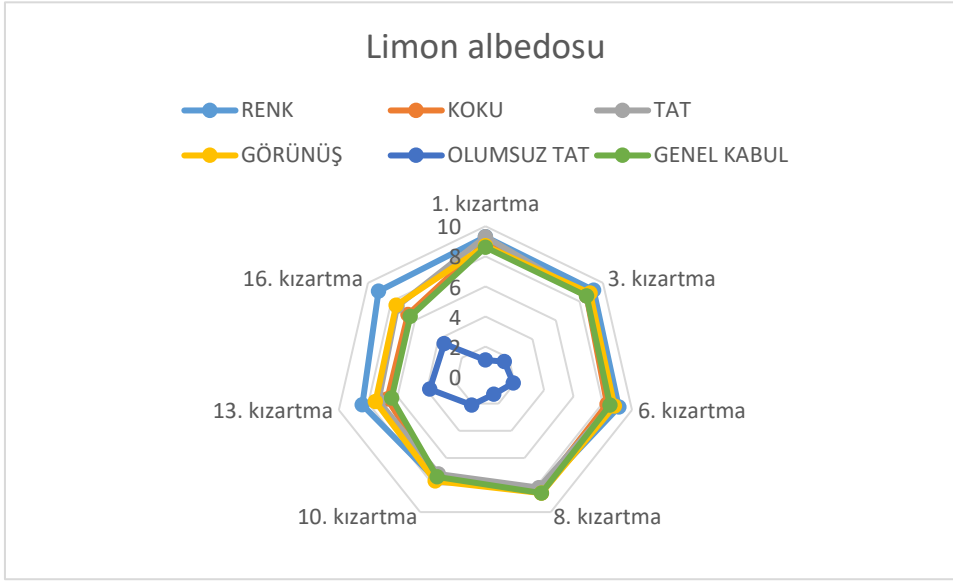
Grafik 4.12. Potakal albedosu eklenmiş yağda kızartılmış patateslerin 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızırtma örneklerinde görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat ve genel kabuledilebilirlik parametrelerinin değerlendirildiği duyu analizi verilerine ait grafik.

Grafik 4.12’de Portakal albedosu eklenmiş yağda yapılan 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızırtmada elde edilen kızartılmış patateslerin görünüş açısından değerlendirildiğinde 16. kızırtma hariç diğer kızartılmış patateslere verilen puanların birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Panelistler tarafından verilen puanlar dikkate alındığında tat açısından en çok 1. kızırtmada yapılan örnekler beğenilirken, en az 16. kızırtma örnekleri beğenilmiştir. Koku ve renk açısından panelistler tarafından verilen puanlar dikkate alındığında her iki parametrede de 3. kızırtma işlemi daha çok tercih edilmiştir. Genel kabul edilebilirlik açısından bakıldığında kızırtma tekrarına bağlı çok fark görülmemekle birlikte en yüksek sonuç 1. kızırtmada iken, en düşük sonuç 16. kızırtmada bulunmuştur. Genel anlamda 1. kızırtma örnekleri için bütün parametreler en yüksek seviyede görülmüştür. Kızırtma tekrarlarının artması portakal albedo tozu örnekleri grubunda çok yüksek olmasa da kontrol örnekleri grubuna (Grafik 4.11.) göre bir miktar istenmeyen sonuçlar vermiştir.



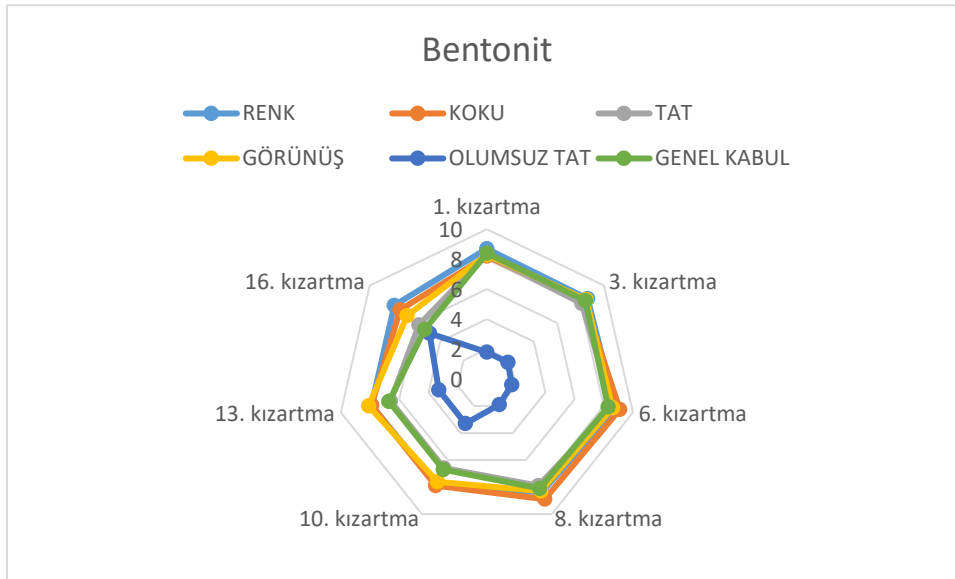
Grafik 4.13. Greyfurt albedosu eklenmiş yağda kızartılmış patateslerin 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızırtma örneklerinde görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat ve genel kabuledilebilirlik parametrelerinin değerlendirildiği duyu analiz verilerine ait grafik.

Grafik 4.13'te Greyfurt albedosu eklenmiş yağda yapılan 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızırtmada elde edilen kızartılmış patateslerin duyu parametrelerinde kızırtma tekrarına bağlı olarak farklılık görülmekle birlikte görünüşünde en yüksek sonuç 1. kızırtmada en düşük sonuç 16. kızırtmada görülmektedir. Renk açısından bakıldığında kızırtma tekrarına bağlı çok fark görülmemekle birlikte panelistler tarafından en çok 1. kızırtmada yapılan patateslerin renkleri beğenilmiştir. Greyfurt albedo tozu eklenmiş yağda kızartılmış patateslerin tat ve kokusu kontrol örnekleri grubuna (Grafik 4.11.) kıyasla daha fazla beğenildiği görülmüştür. Genel kabul edilebilirlik açısından kızırtma tekrarları arttıkça bir miktar olumsuz izlenimler oluşmuştur. Olumsuz tat örnekleri kontrol grubuna (Grafik 4.11.) kıyasla her kızırtma tekrarı için artış göstermektedir. Örneklerin tat ve koku parametresi linoleik asidin bozunumu ile oluşan 2,4-decadienal gibi oksidasyon ürünleri, kızarmış ürün tadı oluşumunda etkilidir. Dolayısıyla yağların yağ asidi kompozisyonları, karakteristik kızarmış ürün tadı oluşumunda önemlidir ve yağların linoleik asit içeriğindeki artışın bu tat oluşumunu hızlandırdığı bildirilmektedir (Gupta, 2004).



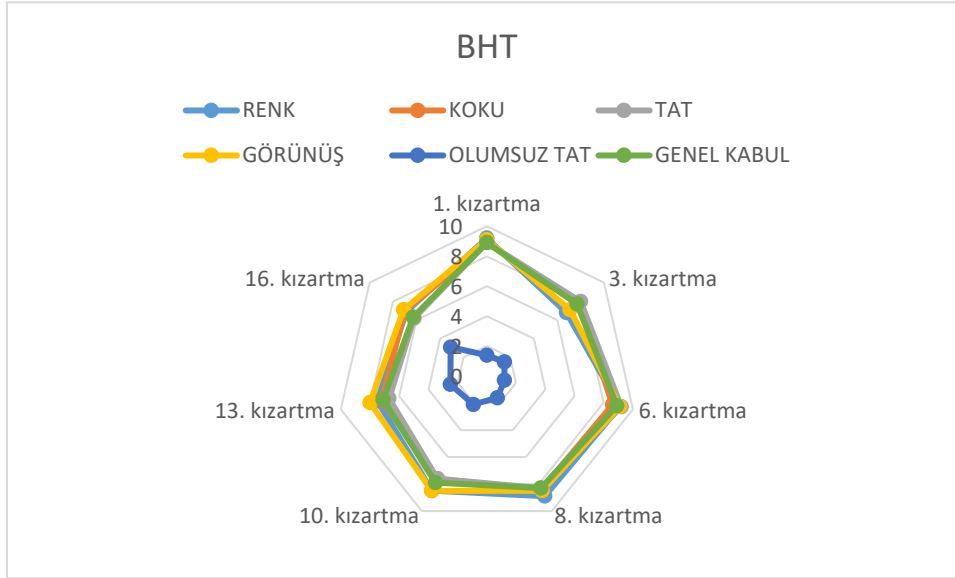
Grafik 4.14. Limon albedosu eklenmiş yağda kızartılmış patateslerin 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızırtma örneklerinde görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat ve genel kabuledilebilirlik parametrelerinin değerlendirildiği duyu analizi verilerine ait grafik.

Grafik 4.14.'te limon albedosu eklenmiş yağda yapılan 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızırtmada elde edilen kızartılmış patateslerin görünüşü açısından bakıldığında kızırtma tekrarına bağlı çok fark görülmemekle birlikte panelistler tarafından en çok 3. kızırtmada yapılan patateslerin görünüşü tercih edilmiştir. Renk açısından değerlendirildiğinde kontrol örnekleri grubu (Grafik 4.11.) ve BHT eklenmiş yağda kızartılmış patates örnekleri grubuna (Grafik 4.16.) göre daha yüksek puanlar aldığı görülmüştür. Tat ve koku panelistlerce değerlendirildiğinde kızırtma tekrarı arttıkça olumsuz olarak değerlendirildiği görülmüştür. Genel kabuledilebilirlik açısından en yüksek değerler 1. kızırtmada iken, en düşük değerler 16. kızırtmada görülmüştür. Olumsuz tat her kızırtma tekrarı için artış göstermektedir.



Grafik 4.15. Adsorban olarak bentonit eklenmiş yağda kızartılmış patateslerin 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızartma örneklerinde görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat ve genel kabuledilebilirlik parametrelerinin değerlendirildiği duyu analizi verilerine ait grafik.

Grafik 4.15'te adsorban olarak bentonit eklenmiş yağda yapılan 1. 3. 6. 8. 10. 13. Ve 16. kızartmada elde edilen kızartılmış patateslerin renk açısından değerlendirildiğinde verilen puanlar birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Genel anlamda 6. kızartma örnekleri için bütün parametler en yüksek seviyede, olumsuz tadın ise 6. kızartmada en düşük seviyede olduğu görülmüştür. Bentonit grubunda diğer albedo tozu eklenmiş gruplara, antioksidan ilave edilmiş BHT'ye (Grafik 4.16.) ve kontrol grubundaki (Grafik 4.11.) örneklerle göre olumsuz tadın kızartma tekrarının artmasına bağlı olarak daha çok hissedildiği görülmüştür. Patateslerin duyu kalitesi azalmıştır. Örneklerin tat ve koku parametresi linoleik asidin bozunumu ile oluşan 2,4-decadienal gibi oksidasyon ürünleri, kızarmış ürün tadı oluşumunda etkilidir. Dolayısıyla yağların yağ asidi kompozisyonları, karakteristik kızarmış ürün tadı oluşumunda önemlidir ve yağların linoleik asit içeriğindeki artışın bu tat oluşumunu hızlandırdığı bildirilmektedir (Gupta, 2004).



Grafik 4.16. Antioksidan olarak BHT eklenmiş yağda kızartılmış patateslerin 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızartma örneklerinde görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat ve genel kabuledilebilirlik parametrelerinin değerlendirildiği duyu analiz verilerine ait grafik.

Grafik 4.16’da BHT eklenmiş yağda yapılan 1. 3. 6. 8. 10. 13. ve 16. kızartmada elde edilen kızartılmış patateslere uygulanan tadım testi sonucunda genel kabul edilebilirlik en yüksek sonuç 1. kızartmada en düşük sonuç ise 16. kızartmada görülmektedir. Renk açısından bakıldığında kızartma tekrarına bağlı çok fark görülmemekle birlikte panelistler tarafından en çok 1. kızartmada yapılan patateslerin renkleri beğenirken, 16. kızartmada yapılan patateslerin renkleri en az beğenilmiştir. Tat ve koku panelistlerce değerlendirildiğinde kızartma tekrarı arttıkça bir miktar olumsuz olarak değerlendirildiği görülmüştür. Olumsuz tat her kızartma tekrarı için bir miktar artış göstermiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, kızartma işleminde kullanılan yağlarda tekrarlanan kızartma prosesi ile oluşan bozulmaların antioksidan aktiviteye sahip portakal albedo tozu, greyfurt albedo tozu, ve limon albedo tozu ilavesi ile giderilmesi amaçlanmış olup, bu albedo çeşitlerinin antioksidan olarak BHT, adsorban olarak bentonite göre yağın kalitesinin iyileştirilmesine etkisi kıyaslanmıştır.

Kullanılan albedo ekstraktlarının radikal süpürücü etkileri %20.09 ile %38.83 arasında değişmiştir. DPPH inhibisyonu bakımından en düşük aktiviteyi antioksidan olarak kullanılan BHT gösterirken, limon albedosu ekstraktı en yüksek DPPH inhibisyonu aktivitesi göstermiştir.

Toplam fenolik madde miktarı bakımından kullanılan ekstraktlar değerlendirildiğinde, en yüksek değer greyfurt albedosu ekstraktında tespit edilirken, en düşük değer portakal albedosu ekstraktında belirlenmiştir. Albedo ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı örneklerde 0.64 mg GA/ml ile 1.06 mg GA/ml arasında değiştiği görülmektedir.

Albedo tozu ile muamale edilmiş kızartma yağları toplam polar madde miktarı bakımından değerlendirildiğinde, toplam polar madde miktarı %8.86 ile %17.00 arasında değişmiştir. Kızartma sayısı tekrarı arttıkça, toplam polar madde miktarı da artmıştır. Bentonit adsorbanı ile muamele edilmiş yağ örneklerinde tekrarlanan kızartmalar sonucunda toplam polar madde miktarı en düşük seviyelerde ilerlemiştir. Polar madde açısından bentonit ve BHT'den elde edilen sonuçlar albedoların her birinden daha düşük çıkmış olduğu görülmüş olup toplam polar madde oluşumuna albedoların antioksidan ve bentonit kadar etkili olmadığı görülmüştür. Bentonit adsorbanı ilave edilen örneklerde toplam polar madde en düşük değerlerde olması iyi bir adsorblayıcı madde olduğunu göstermiştir.

Albedo tozu ile muamale edilmiş kızartma yağları serbest asitlik miktarı bakımından değerlendirildiğinde, serbest asitlik değerleri %0.51 ile %0.73 arasında değişim göstermiştir. Yapılan bütün kızartma yağı örneklerinde %2.5 sınırın aşılmadığı fakat adsorban ya da antioksidan ilavesinin yağda serbest asitlik miktarını artırdığı görülmüştür. Portakal albedo tozu ile muamele edilmiş yağ örneklerinin serbest asitlik miktarındaki artışın en yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Albedo tozu ile muamale edilmiş kızartma yağları peroksit değeri bakımından değerlendirildiğinde, peroksit değeri 7.12-12.20 meq O₂/kg arasında değiştiği görülmüştür. Portakal albedo tozu ile muamele edilmiş yağların peroksit değeri diğer BHT ile muamele edilmiş yağlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bentonit ile muamele edilmiş yağların peroksit değeri oldukça hızlı artış göstermiştir.

Albedo tozu ile muamale edilmiş kızartma yağları *p*-anisidin değeri bakımından değerlendirildiğinde, *p*-anisidin değeri 22.82 ile 33.06 arasında değişmiş olup, BHT ile muamele edilmiş yağlar en düşük *p*-anisidin değeri gösterirken, limon albedo tozu ile muamele edilmiş yağlar en yüksek *p*-anisidin değerine sahiptir. Kontrol grubunun sonuçları baz alınarak bakıldığında BHT ile muamele edilmiş yağların daha düşük *p*-anisidin değeri göstermiş olduğu dikkat çekmektedir.

Albedo tozu ile muamale edilmiş kızartma yağları indüksiyon periyodu bakımından değerlendirildiğinde, 6.82 saat ile en düşük değer greyfurt albedo tozu ile muamele edilmiş yağlarda görülürken, en yüksek değeri 7.83 saat ile BHT ile muamele edilmiş yağlarda görülmüştür. İndüksiyon periyodu testi açısından BHT kadar etkili olmasa bile limon ve portakal albedo tozunun oksidasyona direnç açısından diğer uygulamalara göre üstünlükleri olduğu gözlemlenmiştir.

Albedo tozu ile muamale edilmiş kızartma yağları *L** değeri bakımından değerlendirildiğinde, *L** değeri 69.28 ile 71.05 arasında değişmiştir. Kontrol grubu ve çeşitli muamelelere maruz kalan yağlar tekrarlanan kızartmalar boyunca *L** değerinde farklılıklar göstermiş olsa da 16. kızartma sonucunda tüm numunelerde etki bakımından farklılık görülmemektedir.

Albedo tozu ile muamale edilmiş kızartma yağları *a** değeri bakımından değerlendirildiğinde, *a** değeri -2.61 ile -4.86 arasında değişmektedir. En yüksek değeri portakal albedo tozu ile muamele edilmiş yağlar alırken, en düşük değeri greyfurt albedo tozu ile muamele edilmiş yağlar almıştır.

Albedo tozu ile muamale edilmiş kızartma yağları *b** değeri bakımından değerlendirildiğinde, *b** değeri 21.31 ile 42.43 arasında değişmektedir. Bentonit ile muamele edilen yağlar diğer numunelere göre daha düşük *b** değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Albedo ile muamale edilmiş kızartma yağlar iletkenlik değeri bakımından değerlendirildiğinde, iletkenlik değeri 22.23 mS/cm ile 120.12 mS/cm arasında değişmektedir. Portakal albedo tozu ile muamele edilmiş yağlar yüksek iletkenlik değeri göstermiştir.

Albedo tozu ile muamele edilmiş kızartma yağlarında kızartılmış patatesler sertlik değeri bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek sertliğe sahip (481,476 N) limon albedo tozu ile muamele edilmiş yağlar olmuştur.

Albedo tozu ile muamele edilmiş kızartma yağlarında kızartılmış patatesler duyusal özellikleri bakımından değerlendirildiğinde, kontrol grubuna kıyasladığımızda bentonit adsorbanı ile muamele edilmiş yağlarda kızartılan patateslerde olumsuz tat belirginleşmiş olup, BHT ve albedo tozu çeşitleri ile muamele edilmiş yağlarda kızartılmış patateslerde olumsuz tat oldukça düşüktür. Bentonit adsorbanı ilave edilmiş kızartma yağlarında kızartılmış yağlar hariç tüm yağ örneklerinde kızartılan patateslerde genel kabul edilebilirlik oldukça yüksektir.

5.2. Öneriler

Elde edilen sonuçlara göre limon albedo ekstraktlarının antioksidan aktivesinin diğer albedo ekstraktlarına ve BHT'ye kıyasla daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Greyfurt albedo ekstraktının toplam fenolik madde miktarının diğer albedo ekstraktlarına kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür.

BHT'nin adsorban ve albedo tozu çeşitlerine göre kızartma yağında istenmeyen bileşiklerin oluşumunu engelleme konusunda yağın kalite kriterleri açısından daha aktif olduğu gözlemlenmiştir.

Bentonit adsorbanı ile muamele edilmiş yağ örneklerinde tekrarlanan kızartmalar sonucunda toplam polar madde miktarı en düşük seviyelerde ilerlediği görülmüştür. Polar madde açısından bentonit ve BHT'den elde edilen sonuçlar albedoların her birinden daha düşük çıkmış olduğu görülmüş olup toplam polar madde oluşumuna albedo tozlarının antioksidan ve bentonit kadar etkili olmadığı görülmüştür.

Peroksit değerleri açısından elde edilen sonuçlara göre portakal albedo tozunun diğer albedo tozu çeşitlerine göre daha iyi sonuçlar vermiş olduğu görülmüştür. Adsorban ilavesinin kontrol, BHT ve albedo tozu çeşitlerine göre kıyasla peroksit değerinin yüksek seviyede olduğu oksidatif stabilitenin azaldığı görülmüştür. Adsorban ilave edilmesi ile yapılan yağ oksidasyon denemelerinde bu duruma dikkat edilmesi gerekliliği anlaşılmaktadır.

p-anisidin değerinin artması ile ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunun artması yağda olumsuz bir etken oluşturduğundan limon albedo tozu ile muamele edilmiş yağ örneklerinde ikincil oksidasyon ürünlerini daha çok artırdığı görülmüş olup

en az artışın ise portakal albedo tozunda olduğu görülmüştür. BHT'nin kontrol, adsorban ve albedo çeşitlerinin herbirine kıyasla daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. BHT'nin ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunu önemli derecede engellediği görülmüştür.

İletkenlik açısından iletkenliğinin artması yağda olumsuz bir etken olarak düşündüğümüzde portakal albedo tozu ile muamele edilmiş kızartma yağlarında yüksek iletkenlik değerinin olduğu görülmüş olup, en düşük seviye ise BHT'ninki olmuştur fakat albedo tozu çeşitleri arasında da greyfurt albedo tozu en düşük sonuç vermiş olduğu görülmüştür.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde ısıtma işlemi ile yapılan indüksiyon periyodu testi açısından BHT kadar etkili olmasa bile limon ve portakal albedo tozu oksidasyona direnç açısından diğer uygulamalara göre üstünlükleri olduğu ve kullanımı açısından önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Peroksit değeri açısından ise kızartma sayısı arttıkça peroksit değerinde bir artış olduğu görülmüştür. Bu artışı en iyi engelleyen portakal albedo tozu olmuştur fakat kontrol örneğine göre bir fark çıkmamıştır.

p-anisidin değeri açısından sonuçlar değerlendirildiğinde BHT'nin ikincil oksidasyonlarını engelleme kabiliyetinin diğer uygulamalara göre üstünlükleri olduğu ve kullanımı açısından önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Serbest asitlik ve toplam polar madde açısından bakıldığında kızartma sayısı arttıkça bir artışın görüldüğü fakat kızartma yağında istenmeyen bu bileşikler engellemenin yönünde en aktif olanın adsorban kaynağı olarak kullanılan betonitin olduğu ve kullanımı açısından önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Akgül, A. ve Ayar, A., 1992, Yerli baharatların antioksidan etkileri. *S.Ü. Araştırma Fonu Projesi*, No: ZF-91/067, 1-8.
- Alaca, F. G. ve Arabacı, O., 2005, Bazı tıbbi bitkilerdeki doğal antioksidanlar ve önemi, *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, Antalya, 465-470.
- Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E. ,Sendra, E. and PérezAlvarez, J.A., 2003, Utilization of lemon albedo in dry-cured sausages. *Journal of Food Science and Technology*, 68, 1826-1830.
- Ali, R. F .M., 2010, Improvement the stability of fried sunflower oil by using different levels of pomposia (*Syzygium cumini*), *Elektronik Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 9 (2), 396-403.
- Andrikopoulos, N. K., Kalogeropoulos, N., Falirea, A. and Barbagianni, M.N., 2002, Performance of virgin olive oil and vegetable shortening during domestic deepfrying and pan-frying of potatoes, *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 177-190.
- Anon, 2008,“E553:Magnezyum silikatlar” <http://www.food-info.net/tr/e/e553.htm>. (Erişim tarihi: 3 Mayıs 2010)
- Anonim, 2012, Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği, Tebliğ no. 2012/29 Resmi Gazete, S. 28262.
- Anonymous, 2006, Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. Metot no: Cd8-53.
- Anwar, F., Ali, M., Hussain, A. I. and Shahid, M., 2009, Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Pakistan, *Flavour and Fragrance Journal*, 24, 170-176.
- Arslan, F. N., 2009, Ülkemizde üretilen pamuk yağlarının rafinasyonunun iyileştirilmesiyle kullanım verimliliklerinin artırılması (*Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*).
- Belitz, H.G. and Grosch, W., 1999, Fruits and fruit products. In D. Hadziyev, *Food Chemistry*, 748-799.
- Bhattacharya, A.B., Sajilata, M.G., Tiwari, S.R. and Singhal, R.S., 2008, Regeneration of thermally polymerized frying oils with adsorbents. *Food Chemistry*, 110, 562-570.
- Blumenthal, M. M., 1991, A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying, *Food Technology*, 45(2), 68-71.

- Blumenthal, M. M., 1996, Frying technology in Y. H. Hui Editors of Bailey's industrial oil and fat products. Vol 3: Edible oil and fat products; Products and application technology (5th edn.) *John Wiley & Sons, Inc.* 605 Third Avenue, New York, N.Y. USA.
- Boskou D., 1988, Stability of Frying Oils. In: Varela G., Bender A.E. ve Morton I.D, Eds. *Frying of Food: Principles, Changes, New Approaches*. New York: VCH Publishers. 174-182.
- Bulut, E. ve Yılmaz, E., 2010, Comparison of the frying stability of sunflower and refined olive pomace oils with/without adsorbent treatment, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87, 1145–1153.
- Casal, S., Malheiro, R., Sendas, A., Oliveira, B.P.P. and Pereira, J.A., 2010, Olive oil stability under deep-frying conditions, *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2972- 2979.
- Castro-Vazquez, L., Alañón, M. E., RodríguezRobledo, V., Pérez-Coello, M. S., HermosínGutierrez, I., Díaz-Maroto, M. C., Jordán, J., Galindo, M.F., Arroyo-Jiménez, M. M., 2016, Bioactive flavonoids, antioxidant behaviour, and cytoprotective effects of dried grapefruit peels (*Citrus paradisi Macf.*). *Oxid Med Cell Longev*, (3):1- 12. ID 8915729. doi:10.1155/2016/8915729
- Che Man, Y. B. and Jaswir, I., 2000, Effect of rosemary and sage extracts on frying *Food Chemistry*, 77:527–33, (2000).
- Choe E. ve Lee J., 1998, Thermooxidative Stability of Soybean Oil, Beef Tallow, and Palm Oil During Frying of Steamed Noodles. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 30: 288-292.
- Choe E. ve Min D.B., 2007, Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *Journal of Food Science*, 72(5): 77-84.
- Christian, G., 2004, “Optimising the Baking and Frying Process Using Oil-Improving Agents” *Eur. Journal Lipid Science and Technology*, 106, 736-745.
- Chung J., Lee J. ve Choe E., 2004, Oxidative Stability of Soybean and Sesame Oil Mixture During Frying of Flour Dough. *Journal of Food Science*, 69: 574-578.
- Cosio, M. S., Buratti,S., Mannino, S. and Benedetti, S., 2006, Use of an electrochemical method to evaluate the antioxidant activity of herb extracts from the Labiatae family, *Food Chemistry*, 97, 725–731.
- Çoban, Ö. E. ve Patır, B., 2010, Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2) 7-19.
- Çoksever, E., 2009, Farklı oranlarda turunç albedosu ilavesinin sucuk kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, Konya, Türkiye, 99 s.

- Dandlen, S. A., Lima, A. S., Mendes, M. D., Miguel, M. G., Faleiro, M. L., Sousa, M. J., Pedro, L. G., Barroso, J. G. and Figueiredo, A. C., 2010, Antioxidant activity of six Portuguese thyme species essential oils, *Flavour and Fragrance Journal*, 25, 150-155.
- De Moraes Barros, H. R., De Castro Ferreira, T. A. P., Genovese, M. I. (2012). Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil. *Food Chemistry*, 134(4): 1892-1898. doi:10.1016/j.foodchem.2012.03.090
- Demirözü, B. ve Ataman, P., 2009, Kızartma yağlarında magnezyum silikat kullanımı, *Gıda Dergisi*, 02, 58-60.
- Ekşi, A. ve Bakan, A., 2009, Gıdaların antioksidan kapasitesini belirleme yöntemleri, *Gıda Dergisi*, 09, 76-82.
- Fauziah, A., Razali, I. and Aini, S., 2002, Frying Performance of Palm Olein and High Oleic Sunflower Oil During Batch Frying of Potato Crisps. Malaysian Palm Oil Board, 1-7.
- Fellows, P., 2000, Food Processing Technology, Principles and Practice, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, London, 575 p.
- Fernández-Ginés JM, Fernández-López J, Sayas-Barberá E, Sendra E, PérezAlvarez JA., 2004, Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausage. *Meat Science*, 67, 7–13.
- Fernández-López, J., 1998, Estudio objetivo del color en sistemas modelo de pastas de embutidos crudo-curados [DPhil thesis]. Murcia, Spain: Murcia Univ. Available from: Univ. de Murcia Library.
- Fernández-López, J., Fernández-Ginés, J.M., Aleson-Carbonell, L., Sendra, E., Sayas-Barberá, E. and Pérez-Alvarez, J.A., 2004, Application of functional citrus by products to meat products, *Trends in Food Science and Technology*, 15, 176–185.
- Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J.A. and Aranda-Catalá, V., 2000, Effect of mincing degree on color properties in pork meat. *Color Res. Appl* 25, 376–380.
- Fernandez-Lopez, J., Zhi, L., Aleson-Carbonell, L., Perez-Alvarez, J.A. and Kuri, V., 2005, Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Science*, 69: 63, 371–380.
- Fishman, M. L., Walker, P. N., Chau, H. K., Hotchkiss, A. T. (2003). Flash extraction of pectin from orange albedo by steam injection. *Biomacromolecules*. 4(4): 880-889. doi:10.1021/bm020122e
- Franke, K. and Reimerdes, E.H., 2004, Possibilities in Simulating Frying Processes with respect to Minimizing Acrylamide Contents, *4th International Symposium on Deep Frying- Tastier and Healthier Fried Foods*.

- Frankel E.N., Warner K. ve Moulton K.J., 1985, Effects of Hydrogenation and Additives on Cooking-oil Performance of Soybean. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 62: 1354-1358.
- Frega N., Mozzon M. ve Lecker G., 1999, Effects of Free Fatty Acids on Oxidative Stability of Vegetable oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76: 325-329.
- Fritsch C.W., 1981, Measurements of Frying Fat Deterioration: A Brief Review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58: 272-274.
- Gertz, C., Matthäus, B., 2008, Optimum Deep-Frying, *Food Industries Association of Austria*, Austria, 5-14.
- Gharachorloo, M., Ghavami, M., Mahdiani, M. and Azizinezhad, R., 2010, The effects of microwave frying on physicochemical properties of frying and sunflower oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87, 355-360.
- Groinstein, S., Martin-Belloso, O., Park, Y.S., Haruenkit, R.,Lojek, A., Ciz, M., Caspi, A., Libman, I., and Trakhtenberg, S. 2001. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chemistry*, 74, 309-315.
- Gupta, M., 2005, Frying Oils, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Fereidoon Shahidi (editör), *John Wiley & Sons*, New Jersey, 5-14.
- Gupta, M.K., 2004, The Frying Industry, *AOCS Press*,1-216.
- Gümüşkesen, A. S. and Yemişçioğlu, F., 2004, Bitkisel Yağ Teknolojisi, *Asya Tıp Yayıncılık*, 2. Baskı, İzmir, 214-215s.
- Hossain, M.B., Barry-Ryan, C., Martin-Diana, A.B. and Brunton, N.P., 2011,Optimisation of accelerated solvent extraction of antioxidant compounds from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), marjoram (*Origanum majorana* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) using response surface methodology, *Food Chemistry*, 126, 339–346.
- Jaswir, I., Che Man, Y.B., Kitts, D.D., 2000, “Synergistic effects of rosemary, sage, and citric acid on fatty acid retention of palm olein during deep-fat frying”, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77:527–33.
- Karakaya, S. , 2009, Gıda İşlemede Besin Öğelerinde Değişimler Ders Notları.
- Karakaya, S. and Şimşek, Ş., 2011, Changes in total polar compounds, peroxide value, total phenols and antioxidant activity of various oils used in deep fat frying, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88, 1361-1366.
- Karakaya, S., 2011, Gıda İşleme ve Lipitler [online]
<http://food.ege.edu.tr/files/lipitler.pdf> [Ziyaret Tarihi: 29 Aralık 2013].

- Kaya S., 2008, Fındık Ve Zeytin Yağlarının Oksidatif Stabilitelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Kayahan, M., 2002, Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri. Ankara–2002. 227-246.
- 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.
- Kayahan, M., 2002, Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri, *ODTÜ Yayıncılık 1. Basım* 263 S., Ankara.
- Kayahan, M., 2002, Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri, *ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş Yayınları*, Ankara, 227-249.
- Koubala, B.B., Mbome L.I., Kansci, G., Mbiapo, F.T., Crepeau, M.J., Thibault, J.F., Ralet, M.C., 2008, Physicochemical properties of pectins from ambarella peels obtained using different extraction conditions. *Food Chemistry*, 106(3): 12021207.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.065.
- Kupongsak, S. and Kansuwan, W., 2012, Effect of vegetable oil blend and frying condition on polar compound formation during deep-fat frying of french fries, *Journal of Applied Sciences Research*, 8(9), 4777-4782.
- Kıvrak, M., 2018, Zeytincilik ve Zeytin İşleme Teknolojisi Programı, Balıkesir.
- Lagouri, V. and Boskou, D., 1995, Screening for antioxidant activity of essential oils obtained from spices, *Developments in Food Science*, 37, 869-879.
- Lascaray L., 1949, Mechanism of Fat Splitting. *Industrial and Engineering Chemistry*, 41: 786-790.
- Lawson H., 1995, Deep Fat Frying, Chap. 7. In: *Food Oils and Fats*. New York: *Chapman & Hall*. 66-115.
- Lliso, I., Tadeo, F. R., Phinney, B. S., Wilkerson, C. G., Talón, M. (2007). Protein changes in the albedo of citrus fruits on postharvesting storage. *J Agric Food Chem*. 55(22): 9047–9053. doi:10.1021/jf071198a
- Mariod, A. A., Matthäus, B., Eichner K. and Hussein, I. H., 2006, Antioxidant activity of extracts from *Sclerocarya birrea* kernel oil cake, *Grasas Y Aceites*, 57 (4), 361- 366.
- Marmesat, S., Mancha, M., Ruiz-Méndez, M.V. and Dobarganes, M.C., 2005, Performance of Sunflower Oil with High Levels of Oleic and Palmitic Acids During Industrial Frying of Almonds, Peanuts, and Sunflower Seeds, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82 (7), 505–510.

- Martín, F.R., Frutos, M.J., Pérez-Álvarez, J.A., Martínez-Sánchez, F. and Del Rio, J.A., 2002, Flavonoids as nutraceuticals: structural related antioxidant properties and their role on ascorbic acid preservation. In: Atta-Ur-Rahman, Ed. *Studies in natural products chemistry*, 26, 741–778.
- Maskan M. ve Bağcı H.D., 2003. The Recovery of Used Sunflower Seed Oil Utilized in Repeated Deep-Fat Frying Process. *European Food Research and Technology*, 218(1): 26-31.
- Maskan, M., Nacaroğlu, S. ve Göğüş, F., 2006, Kara kekik (*Thymbra spicata*) uçucu yağının kızartma işleminde kullanılan mısır özü yağının kalite değerleri üzerine etkisi, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, 365-368.
- Mechergui, K., Coelho, J. A., Serra, M. C., Lamine, S. B., Boukhchina, S. and Khouja, M. L., 2010, Essential oils of *Origanum vulgare* L. subsp. *glandulosum* (Desf.) Ietswaart from Tunisia: chemical composition and antioxidant activity, *Journal Science Food Agriculture*, 90, 1745–1749.
- Miyake, Y., Ito, C., and Itoigawa, M., 2012, A novel trans-4-hydroxycinnamic acid derivative from Meyer lemon (*Citrus meyeri*). *Food Chem.* 135: 2235–2237.
- Moreira R.G., Castell-Perez M.E. ve Barrufet M.A., 1999. Frying Oil Characteristics. In: *Deep-Fat Frying; Fundamentals and Applications*. Gaithersburg, Md.: *Chapman & Hall Food Science Book*. 33-74.
- Moure, A., Cruz, J.M., Franco, D., Domínguez, J.M., Sineiro, J., Domínguez, H., Núñez, M.J. and Parajó, J.S., 2001, Natural antioxidants from residual sources, *Food Chemistry*, 72, 145-171.
- Nas, S., Gökalp, H.H., Ünsal, M., 2001, Bitkisel yağ teknolojisi, Pamukkale Üniversitesi, *Mühendislik Fakültesi Matbaası*. Denizli, 259-280.
- Nassar, A. G., Abdel-Hamied, A.A., El-Naggar, E.A., 2008, Effect of citrus by-products flour incorporation on chemical, rheological and organoleptic characteristics of biscuits. *Sci Technol.* 4 (5): 612-616.
- Nawar W.W., 1969, Thermal Degradation of Lipids. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 17: 18-21.
- Negishi, H., Nishida, M., Endo, Y., Fujimoto, K., “Effect of a modified deepfat fryer on chemical and physical characteristics of frying oil”, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 80: 163-6, (2003).
- Nor, F. M., Suhaila M., Aini I. N. and Razali, I., 2008, Antioxidative properties of *Pandanus amaryllifolius* leaf extracts in accelerated oxidation and deep frying studies, *Food Chemistry*, 110, 319–327.
- Nor F. M., Suhaila M., Aini I. N. and Razali I., 2009, Antioxidative properties of *Murraya koenigii* leaf extracts in accelerated oxidation and deep-frying studies, *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 60 (S2):1-11.

- Nwosisi, S., Nandwani, D., Ravi, R., 2019, Texture profile analysis of organic sweetpotato (*Ipomoea batatas*) cultivars as affected by different thermal processing methods. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 3(2), 93-100.
- Nzaramba, M. N., 2008, Relationships among antioxidants, phenolics, and specific gravity in potato cultivars, and evaluation of wild potato species for antioxidants, glycoalkaloids, and anti-cancer activity on human prostate and colon cancer cells in vitro, Doctor of Philosophy, *Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas University*, College Station- Texas, 1-147.
- Okur, A., 2008, Derin yağda kızartma işleminin bazı bitkisel sıvı yağların yağ asidi bileşimleri ile oksidatif stabiliteleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, 1-104.
- Oysun, G., 1984, Kızartma işleminin yağın asit ve peroksit sayısına etkisi, *Gıda*, 9 (5), 295-299.
- Önder, Ö., 2011, Derin Yağda Kızartma İşleminde Adsorbant Kullanımının Kızartmalık Yağların Kullanım Süreleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Özcan, M. ve Akgül, A., 1994, Yerli baharatlardan elde edilen uçucu yağlar ve ekstraktların ayçiçeği yağında antioksidan etkileri, *S.Ü. Araştırma Fonu Projesi*, No: ZF-93/10, 1-8.
- Özcan, M. ve Akgül, A., 1995, Yerli baharatlardan elde edilen ekstraktlar ve uçucu yağların yemeklik bitkisel yağlardaki antioksidan etkilerinin ticari katkılarla birlikte denenmesi, *S.Ü. Araştırma Fonu Projesi*, No: ZF-94/019, 1-9.
- Perek, S., 2009, Kekik, *Gıda Dergisi*, 08, 74-75.
- Pokorny, J., 1998, Substrate influence on the frying process, *Grasas y Aceites*, 49 (3-4), 265-270.
- Pokorny, J., 1999, Changes of nutrients at frying temperatures: frying of food, oxidation, nutrient and non-nutrient antioxidants, biologically active compounds and high temperatures, Boskou, D. and Elmadfa, İ., *CRC Press*, USA, 82-84.
- Politeo, O., Jukić, M. and Miloš, M., 2006, Chemical composition and antioxidant activity of essential oils of twelve spice plants, *Croatica Chemica Acta Cacao*, 79 (4), 545-552.
- Prevot A., Desbordes S., Morin O. ve Mordret F., 1988, Volatiles and Sensory Effects from Frying Oils. In: Varela G., Bender A.E. ve Morton I.D., Eds. *Frying of Food: Principles, Changes, New Approaches*. Chichester, UK: Ellis Horwood Ltd. 155-165.

- Quaglia, G., Comendador, J. and Finotti, E., 1998, Optimization of frying process in food safety, *Grasas y Aceites*, 49 (3-4), 275-281.
- Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S. A., Bashir, N., Nazir, F., Ahmad Nayik, G. (2018). Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. *Journal of Agriculture Sciences*, 17(4): 351-358. doi:10.1016/j.jssas.2016.07.006
- Ramadan, M. F., 2007, Monitoring Deep Frying Oils, *International News on Fats, Oils and Related Materials*, Vol.18(2):139-141p.
- Ramvalho, V. C. and Jorge, N., 2008, Antioxidant action of rosemary extract in soybean oil submitted to thermoxidation, *Grasas y Aceites*, 59 (2), 128-131.
- Ramli, N., Nafar, M. and Jaswir, I., 2012, Oxidative stability of blend oil during deepfat frying of potato chips, *Pakistan Journal of Nutrition*, 11(9), 730-734.
- Ravelli, D., Matsuoka, C. R. and Modesta, R. C. D., 2010, Determination of deep frying soybean oil disposal point by a sensory method, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87, 515–520.
- Rossell J.B., 2001, Frying - Improving Quality. Woodhead Publishing Limited. 1,20-21, 28-34, 49, 52, 72-73.
- Rossell, J. B. (Ed.). 2001, *Frying: improving quality* (Vol. 56). Woodhead Publishing.
- Saguy, I. S. and Dana D., 2003, Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects, *Journal of Food Engineering*, 56, 143– 152.
- Saguy, S., Dana, D., 2001, Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects, *Journal of Food Engineering*, 56, 143-152.
- Sanibal, E.A.A. and Mancini-Filho, J., 2004, Frying Oil and Fat Quality Measured by Chemical, Physical, and Test Kit Analyses, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81 (9), 847–852.
- Schroeder M.T., Becker E.M. ve Skibsted, L.H., 2006, Molecular Mechanism of Antioxidant Synergism of Tocotrienols and Carotenoids in Palm Oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 3445-3453.
- Schröder, R., Clark C.J., Sharrock, K., Hallett I.C., MacRae, E. A., 2004, Pectins from the albedo of immature lemon fruitlets have high water binding capacity. *Journal of Plant Physiological*, 161(4): 371-379. doi.org/10.1078/0176-1617-01275.

- Schwarz, K., Bertelsen, G., Nissen, L. R., Gardner, P. T., Heinonen, M. I. and Hopia, A., 2001, Investigation of plant extracts for the protection of processed foods against lipid oxidation. Comparison of antioxidant assays based on radical scavenging, lipid oxidation and analysis of the principal antioxidant compounds. *European Food Research and Technology*, 212, 319–328.
- Serjouie, A., Tan, C.P., Mirhosseini, H. and Che Man, Y. B., 2010, Effect of vegetable based oil blends on physicochemical properties of oils during deep-fat frying, *American Journal of food Technology*, 5 (5), 310-323.
- Sharma, K., Mahato, N., Cho, M. H., Lee, Y. R., 2017, Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmentally friendly approaches. *Nutrition*. 34: 29-46 doi:10.1016/j.nut.2016.09.006
- Sinclair, W.B., 1984, The Biochemistry and Physiology of the Lemon and Other Citrus Fruits, *Division of Agriculture and Natural Resources, University of California Publication*, California, USA, 946 p.
- Smeriglio, A., Cornara, L., Denaro, M., Barreca, D., Burlando, B., Xiao, J., Trombetta, D., 2019, Antioxidant and cytoprotective activities of an ancient Mediterranean citrus (*Citrus lumia* Risso) albedo extract: Microscopic observations and polyphenol characterization. *Food Chemistry*, 279:347-355. doi:10.1016/j.foodchem.2018.11.138
- Smith, L.M., Clifford A.J., Creveling, R.K. ve Hamblin C.L., 1985, Lipid Content and Fatty Acids Profiles of Various Deep Fried Foods. *Journal of The American Oil Chemists' Society*, 62: 992-996.
- Stevenson, S.G., Vaisey-Genser, M. and Eskin, N.A.M., 1984, Quality control in the use of deep frying oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61, 1102-1108.
- Suja, K. P., Abraham, J. T., Thamizh, S. N., Jayalekshmy, A., Arumughan, C., 2004, Antioxidant efficacy of sesame cake extract in vegetable oil protection. *Food Chemistry*, 84(3), 393-400.
- Şahin, S. and Şumnu, S. G., 2009, Advances in Deep-Fat Frying of Foods, *CRC Press, Taylor & Francis Group*, Boca Raton, 1-3.
- Tekelioğlu, I., Özçelik, B., Karaali, A., 2008, Kızartma İşleminin Sağlık Üzerindeki Etkileri ve İlgili Yasal Düzenlemeler [online], Gıda Güvenliği Derneği, <http://www.ggd.org.tr/icerik.php?id=199> [Ziyaret Tarihi: 29 Nisan 2014].
- Thiyam-Holländer, U., Eskin, N. A. M. and Matthäus, B., 2013, Canola and Rapeseed: Production, Processing, Food Quality and Nutritions, *CRC Press, Taylor & Francis Group*, Boca Raton, 203.
- Totani, N., Ohno, C. and Yamaguchi, A., 2006, Is the frying oil in deep- fried foods safe?, *Journal of Oleo Science*, 55 (9), 449-456.

- Tomris, Altuğ., T, Elmacı, Y., 2011, Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sidas Medya Ltd. Şti. İzmir. ISBN:978-9944-5660-8-7.
- Tseng Y-C., Moreira RG. ve Sun X., 1996, Total Frying—Use Time Effects on Soybean Oil Deterioration and on Tortilla Chip Quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 31: 287-294.
- Tsaknis, J., Spiliotis V., Lalas, S., Gergis, V. and Dourtoglou, V., 1999, Quality Changes of *Moringa oleifera*, Variety Mbololo of Kenya, Seed Oil During Frying, *Grasas Aceites* 50: 37-48.
- Troncoso, E., Pedreschi, F., Zúñiga, R.N., 2009, Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying, *LWT- Food Science and Technology*. 42, 187-195.
- Ulusoy, B.Ö., 2008, Oleik asidin terpenol esterlerinin üretilmesi ve kızartma yağlarında antioksidan olarak kullanılması, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-106.
- Velasco, J. and Carmen, D., 2002, Oxidative stability of virgin olive oil, *European Journal Lipid Science and Technology*, 104, 661–676.
- Warner, K. and Gehring, M.M., 2009, High-temperature natural antioxidant improves soy oil for frying, *Journal of food science*, 74 (6), 500-505.
- Xu, X., Tran, V.H., Palmer, M., White, K., Salisbury, P., 1999, Chemical and physical analyses and sensory evaluation of six deep-frying oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(9), 1091-1099.
- Yerlikaya, P., Gokoglu, N., Topuz, O.K., Gumus, B. and Yatmaz, H.A., 2016, Antioxidant Activities of Citrus Albedo and Flavedo Fragments Against Fish Lipid Oxidation, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25:8, 1339-1347, DOI: 10.1080/10498850.2015.1059917
- Yoon S.H., Jung M.Y. ve Min D.B., 1988. Effects of Thermally Oxidized Triglycerides on the Oxidative Stability of Soybean Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 65(10): 1652-1656.
- Zain, M.N. F., Yusop, S.M., Ahmad, I. (2014). Preparation and characterization of cellulose and nanocellulose from pomelo (*Citrus grandis*) albedo. *Journal of Nutrition Food Science* 5 (1): 1-5. doi:10.4172/2155- 9600.1000334
- Zia-Uhr-Rehman., 2006, Citrus peel extract – A natural source of antioxidant. *Food Chemistry*, 99, 450-454.
- Zapata, A. D. Z., Montoya, C. A. G., Cavalitto, S. F., Hours, R. A., and Rojano, B. A., 2012, Enzymatic maceration of albedo layer from sour orange (*Citrus aurantium* L.) with protopectinase-se and measurement of antioxidant activity of the obtained products. *LWT-Food Science and Technology*, 45: 289–294.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Keziban YAŞKIRAN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : KONYA/22.04.1992
Telefon : 05396055574
e-mail : k.yaskiran@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Özel Envar Koleji	2011
Üniversite	: Necmettin Erbakan Üniversitesi	2017
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi	2020