



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KIZARTMALIK AYÇİÇEK YAĞI
KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE ÜÇ
FARKLI KAHVE TİPİNİN SUNİ
ANTİOKSİDAN VE ADSORBAN İLE
KARŞILAŞTIRILMASI

Büşra Nur İSTANBUL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

HAZİRAN-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

BÜŞRA NUR İSTANBUL tarafından hazırlanan "KIZARTMALIK AYÇİÇEK YAĞI KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE ÜÇ FARKLI KAHVE TİPİNİN SUNİ ANTİOKSİDAN VE ADSORBAN İLE KARŞILAŞTIRILMASI" adlı tez çalışması 18/06/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü GIDA MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

Danışman

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

Üye

Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU.

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Nizam Mustafa NİZAMLIOĞLU

Üye

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

İmza

Derya Arslan Danacioğlu

Ahmet Ünver

Derya Arslan Danacioğlu

Nizam Mustafa Nizamlıoğlu

Ahmet Ünver

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması NEÜ BAP birimi tarafından 191319016 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.

Büşra Nur İSTANBUL

Tarih:18/06/2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIZARTMALIK AYÇİÇEK YAĞI KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE ÜÇ FARKLI KAHVE TİPİNİN SUNİ ANTIOKSİDAN VE ADSORBAN İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Büşra Nur İSTANBUL

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

2020, 75 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU.

Dr. Öğr. Üyesi Nizam Mustafa NİZAMLIOĞLU

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.

Kızartma yağlarının kullanım ömrü açısından kızartma işlemi sonucu oluşan zararlı bileşiklerin giderilmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada doğal antioksidan kaynağı olarak *Coffea arabica* kahvesi, hurma çekirdeği kahvesi ve menengiç kahvesi %1 oranında; yapay antioksidan olarak BHT %0,03 oranında ve adsorban madde olarak bentonit %3 oranında ayçiçek yağına eklenip karışımı bir gün bekletmenin ardından süzerek kızartma yağının rejenere edilmesi ve tekrar kullanımı durumunda oluşan zararlı bileşenlerin giderilmesi amaçlanmıştır. 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 kahvelerin antioksidan aktiviteleri tespiti için çalışmalar yapılarak kızartma yağında kıyaslamalar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçek yağı, derin kızartma, *Coffea arabica* kahvesi, hurma çekirdeği kahvesi, menengiç kahvesi, antioksidan, adsorban.

ABSTRACT

COMPARISON OF THREE DIFFERENT COFFEE TYPES WITH AN ARTIFICIAL ANTIOXIDANT AND ADSORBANT IN IMPROVEMENT OF FRIED SUNFLOWER OIL QUALITY

Büşra Nur İSTANBUL

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, 75 Pages

Jury

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU.

Dr. Öğr. Üyesi Nizam Mustafa NİZAMLIOĞLU

During the frying process which is commonly used for cooking foods, various decomposition products are formed in the frying oil due oxidation, polymerization and hydrolysis reactions caused by the effect of temperature, humidity and oxygen. Since some of these impurities in the polar structure are harmful to health, they are withdrawn from use before their amounts reach the permissible limit value.

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, *Coffea arabica* coffee, date seed coffee and menengiç coffee as natural antioxidant sources at a rate of 1%; As an artificial antioxidant, BHT was added to sunflower 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.

Keywords: Sunflower oil, deep frying, *Coffea arabica* coffee, date seed coffee, menengiç coffee, antioxidant, adsorbent.

ÖNSÖZ

Türkiye’de kahve yetişmemesine karşın Türk kültürünü yakından etkileyen kahve, güçlü antioksidan özelliğiyle bilinmektedir. Doğal antioksidan kaynağı olarak *Coffea arabica* kahvesi, hurma çekirdeği kahvesi, menengiç kahvesi ve bir yapay antioksidan kaynağı ile adsorban kaynağı kızartma yağına ilave edilmiştir. 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 değeri incelenmiş ayrıca kahvelerin antioksidan aktiviteleri tespiti için çalışmalar yapılarak kızartma yağında kıyaslamalar yapılmıştır.

Tez çalışmamda yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocam Dr. Hasan İbrahim KOZAN’a ve sevgili arkadaşlarım, Fatma UÇAR ve Keziban YAŞKIRAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın her aşamasında benden yardımını, bilgisini ve desteğini esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Ahmet ÜNVER’e teşekkürlerimi ve minnetlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Derin Kızartma	3
2.1.1. Derin kızartma sırasında yağda meydana gelen kimyasal reaksiyonlar	5
2.1.2. Kızartma yağı ve kızarmış gıdaların lezzet kalitesi	8
2.1.3. Derin kızartma sırasında yağ kalitesini etkileyen faktörler	9
2.1.4. Derin kızartma sırasında gıdalarda bulunan besin maddelerindeki değişiklikler	12
2.2. Kızartma Yağının İyileştirilmesine Adsorbanların Etkisi	13
2.3. Kızartma Yağının İyileştirilmesine Antioksidanların Etkisi	14
2.4. Doğal Antioksidan Kaynağı Olarak Kahvelerin İncelenmesi.....	17
2.4.1. <i>Coffea arabica</i> kahvesi	17
2.4.2. Hurma çekirdeği kahvesi	18
2.4.3. Menengiç kahvesi	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1. Materyal	22
3.2. Yöntem.....	24
3.2.1. Yağlarda yapılan analizler	24
3.2.2. Kahvelerde yapılan analizler	26
3.2.3. Patateslerde yapılan analizler.....	27
3.2.4. İstatistik analizler	27
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	27
4.1. Kızartmada Kullanılan Ham maddelerin Bazı Özellikleri.....	27
4.2. Ayçiçek Yağına İlave Edilen Maddelerin ve Kızartma Tekrarının Yağın Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi.	30
4.3. Kızartma Tekrarı Yapılan Ayçiçek Yağının Duyusal Değerlendirilmesi.....	53
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	59
5.1. Sonuçlar	59
5.2. Öneriler	61
KAYNAKLAR	62



SİMGELER VE KISALTMALAR

°C: Santigrat derece

m: Metre

cm: Santimetre

g: Gram

kg: Kilogram

mg: Miligram

mm: Milimetre

S: Süre

dk: Dakika

lt: Litre

ml: Mililitre

TYA: Trans yağ asitleri

(TBHQ): tersiyer bütül hidrokinon

BHA: butillenmiş hidroksianisol

BHT: butillenmiş hidroksitoluen

PG: propil gallat

EDTA: etilendiamin tetraasetik asit

1. GİRİŞ

Derin kızartma, en eski ve bilinen gıda hazırlama yöntemlerinden biridir. Derin yağda kızartılmış gıdalar arzu edilen lezzet, renk ve gevrek dokuya sahip olduğundan tüketiciler için çok popülerdir (Boskou ve ark., 2006). Derin yağda kızartma, yağın hidrolizine, oksidasyonuna ve polimerizasyonuna neden olur. Hidroliz, yağlardaki serbest yağ asitleri, mono ve diasilgliseroller ve gliserollerin miktarını artırır. Oksidasyon, derin yağlı kızartma sırasında hidrolizden daha yüksek oranda gerçekleşir. Oksidasyon, hidroperoksitler ve daha sonra aldehitler, ketonlar, karboksilik asitler ve kısa zincirli alkanlar ve alkenler gibi uçucu bileşiklerin oluşmasını sağlar. Taze yağ ikmal, kızartma koşulları, kızartma yağının kalitesi, gıda malzemeleri, fritöz, antioksidanlar ve oksijen konsantrasyonu, derin yağda kızartma sırasında yağın kalitesini ve lezzetini etkiler. Daha düşük devir hızı ve daha yüksek sıcaklık ile aralıklı kızartma, derin yağlı kızartma sırasında yağın oksidasyonunu ve polimerizasyonunu hızlandırır (Choe ve Min, 2007).

Derin yağda kızartma sırasında yağda ve kızartılan gıda maddelerinde renk, serbest yağ asidi, peroksit sayısı ve vizkozitesi gibi fiziksel ve kimyasal değişiklikler görülmektedir (Blumenthal, 1991). Yani kızartma sırasında farklı nitelik ve nicelikte bileşikler meydana gelmektedir. Bu bileşiklerin çoğu toksik özelliktedir ve kızartma yağının defalarca kullanılmasıyla nitel ve nicel olarak artış gösterdiğinden sağlık açısından ciddi sorun oluşturmaktadır. Ayrıca kullanılmış yağın yemeklerde tekrar kullanılması da doğru değildir. Son yıllarda uygulanan membran teknolojisi (Reddy ve ark., 2001) ve çeşitli kimyasallarla yağın arındırılması (McNeil ve ark., 1986; Lin ve ark., 1999) yöntemleriyle kullanılmış yağlardan dizel yağı üretimi (Alcantara ve ark., 2000) ve tekrar yenilebilir duruma getirilmesi sağlanmaktadır.

Antioksidanlar, gıdalarda düşük konsantrasyonlarda bile bulunduğu oksidasyonu belirli derecede önleyen maddelerdir (Halliwell, 1999; Shahidi, 1997). Gıda üreticileri, ürünlerinin bozulmasını engellemek ve besin değerlerini korumak için antioksidanları kullanmışlardır.

Kahve kafein, diterpen ve klorojenik asit gibi bileşenlere sahiptir (Bhatti ve ark., 2013). Kahve bileşikleri içerisinde en çok incelenen madde kafein (1, 3, 7-trimetilksantin) dir. Kahvede bulunan kafein miktarı; kahvenin türüne, kavrulma derecesine, pişirme yöntemine göre farklılık oluşturmaktadır. Standart bir fincan kahvede 100 mg kafein bulunmaktadır (McCusker ve ark., 2003). Kafestol ve kahveol

diterpen alkoller olarak bilinen kahvede bulunan diğler bileşiklerdir (Naidoo ve ark., 2011). Kahvede bulunan en önemli polifenol ve kahveye antioksidan özellik kazandıran madde klorojenik asittir (Stalmach ve ark., 2006). Bu madde, antioksidan özelliğinin yanı sıra antibakteriyel ve antikarsinojenik etkiler de sağlamaktadır (Dos Santos ve ark., 2006; Bassoli ve ark., 2008).

Hurma çekirdeğii kahvesi'nde toplam 27 adet polifenol ve polimerik proantosiyandinler tespit edilmiştir. Bu polifenoller; hidroksisinnamik asit, hidroksibenzoik asitler, hidroksifenil asetik asit, flavanoller, flavonoller ve flavonlardır (Hilary ve ark., 2020). Birleşik Arap Emirlikleri'nde (BAE) yetiştirilen 18 hurma çekirdeğii çeşidi üzerinde toplam karotenoid analizi yapılmış ve sonucunda β karotenin (1.18-2.68 mg/100 g) tüm 18 hurma çekirdeğii çeşidinin yağındaki ana karotenoid formu olduğu ve toplam karotenoid içeriğinin 1.46 ile 3.53 mg/100 g arasında olduğu belirtilmiştir (Habib ve ark., 2013). Bu değerler tamamen olgunlaşmış Tunus hurma çekirdeğinde (5.51 mg/100 g) daha düşüktür (Nehdi ve ark., 2010). Farklı bir çalışmada Khalas çeşidinden farklı karotenoidler analiz edilmiştir. β -karoten (3142 μ g/kg), lutein (1599 μ g/kg), β kriptoksantin (20.4 μ g/kg), likopen (19.5 μ g/kg) ve zeaksantin (10.8 μ g/kg) gibi karotenoidler belirlenmiştir.

Menengiç kahvesinde terpenler (16) aldehitler (8) furanlar (2) furanonlar (2) asitler (7) esterler (7) laktonlar (4) keton (1) pirazin (2) ve piroller (2) olmak üzere toplam 341 μ g/g uçucu bileşik bulunmaktadır. Saptanan tüm uçucu bileşiklerden terpenler en baskın olandır ve ardından aldehitler, asitler, esterler, laktonlar gelmektedir. Aromatik bitkiler çoğunlukla halk tıbbında ve uçucu yağlarda kullanılır ve bunlardan izole edilen uçucu bileşikler, antioksidanlar ve anti-enflamatuar ajanlar olarak rol almaktadır (Repetto ve ark., 2002).

Bu çalışmanın amacı üç farklı kahve türü, bir yapay antioksidan ve bir adsorban kullanılarak yağ kalitesinin iyileşme kabiliyetinin ölçülmesidir. Üç kahve çeşidi (*C. arabica* kahvesi, hurma çekirdeğii kahvesi ve menengiç kahvesi) %1, yapay antioksidan (BHT) %0.03, adsorban (bentonit) %3 oranlarında ayçiçek 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.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde derin kızartma, kızartma yağının iyileştirilmesine adsorbanların etkisi, kızartma yağının iyileştirilmesine antioksidanların etkisi ve çalışmaya konu olan kahveler doğal antioksidan kaynağı olarak ele alınmıştır.

2.1. Derin Kızartma

Derin kızartma, en eski ve bilinen gıda hazırlama yöntemlerinden biridir. Derin yağda kızartılmış gıdalar arzu edilen lezzet, renk ve gevrek dokuya sahip olduğundan tüketiciler için çok popülerdir (Boskou ve ark., 2006). Derin kızartma ekonomisi ABD'de 83 milyar dolar ve dünyanın geri kalanı için miktarın en az iki katı olduğu tahmin edilmektedir (Pedreschi ve ark., 2005). Derin yağda kızartılmış gıdalar arzu edilen lezzet, renk ve gevrek dokuya sahip olduğundan tüketiciler için çok popülerdir (Boskou ve ark., 2006). Kızartma, gıdaları 150°C ila 190°C arasında yüksek sıcaklıkta sıcak yağa daldırma işlemidir. Emilen yağ miktarının belirlenmesinde; kızartma süresi, gıda yüzey alanı, gıdanın nem içeriği, ekmek veya hamur malzemeleri ve kızartma yağı gibi parametreler önem taşımaktadır (Moreira ve ark., 1997). Bazı kızarmış gıdaların yağ içerikleri şu aralıklarda değişmektedir; Patates cipsi (%33 ila %38), mısır cipsi (%30 ila %38), tortilla cips (%23 ila %30), çörek (%20 ila %25), patates kızartması (%10 ila %15) (Moreira ve ark., 1999a) ve kızarmış erişte (ramyon) (%14) (Choe ve ark., 1993). Emilen yağ, genellikle kızartma sırasında kızarmış yiyeceklerin yüzeyinde birikme gösterirken soğutma sırasında yiyeceklerin içine doğru hareket eder (Moreira ve ark., 1997). Optimum sıcaklık ve sürede kızartılmış yiyecekler düzgün pişirilmiş ve gevrek, optimum yağ emilimine sahiptir ve renkleri altın kahverengidir (Blumenthal 1991). Düşük sıcaklıkta veya optimumdan daha kısa kızartma süresinde az kızartılmış yiyeceklerin kenarında beyaz veya hafif kahverengi bir renk görülür ve merkezde jelatinleşmemiş veya kısmen pişirilmiş nişasta bulunmaktadır. Az kızartılmış gıdalar derin kızartılmış gıdalara özgü istenen lezzete, renge ve gevrek dokuya sahip değildir. Optimum kızartmadan daha yüksek sıcaklıkta ve daha uzun kızartma süresinde kızartılmış yiyecekler, aşırı yağ emiliminden dolayı yüzeylerinde koyulaşma ve sertleşme görülmektedir. Derin yağda kızartma işlemiyle istenen veya istenmeyen lezzet bileşikleri meydana gelmektedir ve bu bileşikler kızaran gıdaların beslenme kalitesini değiştirmekle birlikte lezzet stabilitesini ve kalitesini, rengini ve dokusunu da

etkilemektedir. Kızartma yağında yaygın olarak meydana gelen kimyasal reaksiyonlar yağın hidrolizi, oksidasyonu ve polimerizasyonu şeklindedir ve bu reaksiyonlar sonucu uçucu veya uçucu olmayan bileşikler meydana gelmektedir. Uçucu bileşiklerin çoğu atmosferde buharlaşır fakat yağda bir miktar uçucu bileşik kalmaktadır ve bunlar daha fazla kimyasal reaksiyona uğrar veya kızartılmış gıdalar tarafından emilirler. Uçucu olmayan bileşikler ise depolama sırasında kızartılmış gıdaların lezzet stabilitesini, kalitesini ve dokusunu etkiler. Derin yağda kızartma işlemiyle yağda doymamış yağ asitleri azalırken; serbest yağ asitleri, polar maddeler ve polimerik bileşiklerin köpüklenmesi, renk, viskozite, yoğunluk ve özgül ısı artmaktadır. Yağın hidrolizini, oksidasyonunu ve polimerizasyonunu etkileyen parametreler; kızartma sıcaklığı ve süresi, kızartma yağı, antioksidanlar ve fritöz tipidir (Choe ve ark., 2007).

Yüksek sıcaklıklarda ve çok kez kullanılan kızartma yağlarında hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon reaksiyonları meydana gelmekte ve bu yağların kullanılması ile kızartılmış gıdaların tüketimi sonucu ciddi sağlık problemleri oluşmaktadır. Kızartma işlemine tabi tutulmuş gıdalar doğal hallerine kıyasla daha fazla yağ absorbe etmekte ve tüketilmesi sonucu tüketicide günlük yağ alım miktarı artmaktadır. Çok miktarda katı yağ tüketimi sonucu kalp hastalıkları, diyabet, kanser ve felç gibi hastalıkların önemli tehlike oluşturduğuna dair pek çok çalışma bulunmaktadır (Gloria ve Aguilera, 1998). Ülkemizde yağ ürünlerinin etiketlenmesine yönelik mevzuat düzenlemeleri bulunmaktadır. Gıdaların etiket içeriklerinde artık tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerine ilave olarak trans yağ asitleri ifadesi de kullanılmaya başlanmıştır. Avrupa Parlamentosu 2001 yılında kızartma yağlarının sahip olduğu toksik maddeler nedeniyle bu yağların hayvan yemi üretiminde kullanılmasını yasaklamıştır. Türkiyede’de 2005 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı “Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği” uyarınca aynı yasak uygulamaya geçirilmiştir. Bu limitlerden bazıları aşağıda verilmiştir (Tekelioğlu ve ark., 2008).

Aşağıdaki çizelgede bazı Avrupa ülkeleri için kızartmalık yağlarda limitler görülmektedir (Çizelge 1.).

Çizelge 1. Bazı Avrupa ülkelerinde kızartma yağları için limitler (Rossell, 2001).

Limitler	Avusturya	Belçika	Fransa	Almanya	İtalya	Portekiz
Maks. Kızartma sıc. (°C)	180	180	180	-	180	180
Dumanlanma Nok. (min. °C)	170	-	-	170	-	-
Serbest Yağ Asitleri (%)	-	2.5	-	-	-	-
Asit Değeri (maks.)	2.5	-	-	2	-	-
Polar Bileşikler (maks. %)	27	-	25	24	25	25
Okside Yağ Asitleri (maks.%)	1	-	-	0.7	-	-
Dimerler ve Polimerler (maks.%)	-	25	-	-	-	-
Viskozite 50 °C (maks. mPa.s)	37	-	-	-	-	-

Derin yağda kızartma, yağın hidrolizine, oksidasyonuna ve polimerizasyonuna neden olur. Hidroliz, yağlardaki serbest yağ asitleri, mono ve diasilgliseroller ve gliserollerin miktarını artırır. Oksidasyon, derin yağlı kızartma sırasında hidrolizden daha yüksek oranda gerçekleşir. Oksidasyon, önce hidroperoksitler ve daha sonra aldehitler, ketonlar, karboksilik asitler ve kısa zincirli alkanlar ve alkenler gibi uçucu bileşiklerin oluşmasını sağlar. Dimerler ve polimerler de derin yağda kızartma sırasında oluşmaktadır. Taze yağ ikmalî, kızartma koşulları, kızartma yağının kalitesi, gıda malzemeleri, fritöz, antioksidanlar ve oksijen konsantrasyonu, derin yağda kızartma sırasında yağın kalitesini ve lezzetini etkiler. Daha düşük devir hızı ve daha yüksek sıcaklık ile aralıklı kızartma, derin yağlı kızartma sırasında yağın oksidasyonunu ve polimerizasyonunu hızlandırır. Yüksek doymamış yağ asitleri ve serbest yağ asitleri içeren yağın kızartma kalitesi, düşük doymamış yağ asitleri ve serbest yağ asitleri içeren yağ kadar iyi değildir (Choe ve Min, 2007).

2.1.1. Derin kızartma sırasında yağda meydana gelen kimyasal reaksiyonlar

Yağın hidrolizi

Gıdalar kızgın yağda kızartıldığında sahip oldukları nem miktarı azalmakta ve buhar oluşumu meydana gelmektedir. Su, buhar ve oksijen kızartma yağında ve yiyeceklerde kimyasal reaksiyonları başlatan başlıca etmenlerdir. Zayıf bir nükleofil olan su, triasilgliserollerin ester bağlantısına saldırır ve di ve monoasilgliseroller, gliserol ve serbest yağ asitleri üretir. Kızartma yağındaki serbest yağ asidi içerikleri, kızartma sayısı ile artar (Chung ve ark., 2004). Yağlarda serbest asitlik yükseldikçe yağ kalitesi düşmektedir. (Saad ve ark., 2007). Serbest yağ asidi değeri kızartma yağının kalitesinin takip edilmesinde kullanılır. Termal hidroliz, su-yağ ara yüzü yerine yağ

fazında gerçekleşmektedir (Lascaray, 1949). Hidroliz, kısa ve doymamış yağ asitlerine sahip yağda, uzun ve doymuş yağ asitleri içeren yağa kıyasla daha fazladır. Kısa zincirli yağ asitleri içeren yağlar gıdalardan gelen suya kolayca erişebilir (Nawar, 1969). Suyun miktarının artması yağın hidrolizini hızlandırır (Dana ve ark., 2003). Yağın hidrolizinde su, buhardan daha fazla etkilidir ve daha hızlı hidroliz sağlar (Pokorny, 1989). Yağın hidrolizinin artması yağ ile gıdanın sulu fazı arasındaki güçlü temastan meydana gelmektedir. Pamuk yağında 155°C ile 195°C arasında patates cipsi kızartması yapılmış, yağ içindeki mono ve diasilgliserollerin başlangıçta arttığı ve daha sonra sabitlendiği görülmüştür (Houhoula ve ark., 2003). Kızartma yağının hidrolizinin yavaşlamasında yağın sık sık taze yağ ile değiştirilmesi önemlidir (Romero ve ark., 1998). Bir fritözü temizlemek için kullanılan sodyum hidroksit ve diğer alkaliler yağın hidrolizini artırırken kızartma süresi yağın hidrolizini etkilememektedir (Naz ve ark., 2005). Serbest yağ asitleri ve bunların oksitlenmiş bileşikleri lezzet vermez ve yağın kalitesini olumsuz etkiler. Yağın hidrolizinin hızlanmasında di ve monoasilgliseroller, gliserol ve serbest yağ asitleri etkilidir (Frega ve ark., 1999). Gliserol 150°C'de buharlaşır fakat yağda kalan gliserol, hidroliz yoluyla serbest yağ asitlerinin üretimini artırır (Naz ve ark., 2005). Kızartma yağı için maksimum serbest yağ asidi içeriği %0.05 ila %0.08 olarak belirlenmiştir (Stevenson ve ark., 1984).

Türkiye'de 28 Ağustos 2007 tarihli Resmi Gazete'de kızartmalık yağların düzenlenmesi için ilk düzenlenme bulunmaktadır. Bu tebliğde sadece polar madde miktarı ve dumanlanma noktası için limitler verilmiştir (Tekelioğlu ve ark., 2008). Kızartmada kullanılan yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait limitler Çizelge 2.'de görülmektedir.

Çizelge 2. Kızartmada kullanılan yağların fiziksel ve kimyasal özellikleri (Tekelioğlu ve ark., 2008).

Özellik	Limit
Polar Madde	≤ % 25
Dumanlanma Noktası	> 170 °C

Yağın oksidasyonu

Yağlarda oksidasyon, yemeklik katı ve sıvı yağların kalitesini olumsuz yönde etkileyen kimyasal reaksiyon dizisi olarak tanımlanmaktadır. Oksidasyon, hidrolitik ve oksidatif (otooksidasyon) olarak iki farklı şekilde meydana gelmektedir. Sıcaklığın yüksek ve suyun fazla olduğu ortamlarda gliserid molekülleri gliserol ve yağ asitlerine hidroliz olurlar bu olaya hidrolitik oksidasyon denilir. Bu olay sonunda serbest yağ asitleri olduğundan dolayı yağlarda asidite artmaktadır. Yağların bileşiminde bulunan doymamış yağ asitlerinin oksijenle yükseltgenmesi ile aldehit, keton, hidroksiasit, alkol ve küçük moleküllü yağ asitleri meydana gelir bu olaya ise otooksidasyon denilir (Suja ve ark., 2004).

Yağlarda oksidasyon olayının meydana gelmesi insan sağlığını da olumsuz etkilemektedir. Oksidasyon olayı ile oluşan ürünlerin çeşitli hastalıklara sebep olduğu saptanmıştır (Cosgrove ve ark., 1987). Isı, ışık, su, hava ve bazı metaller gibi dış etkenler ve bakteri, maya ve küf gibi mikroorganizmalar yağların kimyasal yapısında birçok değişim meydana getirmektedirler. Bu değişimlere “yağ bozulması” veya “acılaşma” denilmektedir. Isı, ışık, nem ve bazı metaller yağların yükseltgenerek bozulmasında rol almaktadır. Özellikle bakır ve demir tuzları bu bozulma üzerinde oldukça etkilidir. Bu nedenle bu dış etmenlerin gıda maddelerinden uzak tutulması gerekmektedir. Bu olaylar sonucu yağların kalitesi bozulmakta, tadı acılaşmakta, hatta tüketilmez duruma gelmektedir. Oksidasyon sonucu aldehitler, ketonlar, hidrokarbonlar, alkoller, asitler, esterler ve aromatik bileşikler gibi uçucu bileşikler meydana gelmektedir. Aldehitler diğerlerine göre daha fazla oluşmaktadır ve olumsuz tat oluşumunda daha etkilidir (Fujisaki ve ark., 2002). Ayrıca aldehitlerin yüksek konsantrasyonları toksik etki göstermektedirler (Blom ve ark., 1984).

Yağlarda meydana gelen bu tür istenmeyen reaksiyonları engellemek için yağa uygun antioksidan ilave etmek, uygun ambalajlama materyalleri ile vakum altında ambalajlamak, düşük sıcaklıklarda muhafaza etmek gibi yöntemler uygulanmaktadır (Duh ve Yen, 1997). Ayçiçek yağında oksidasyonu engellemek amacıyla sitrik asit ve fosforik asit ilavesinin antioksidan etkilerinin tespiti üzerine bir çalışma yapılmıştır. Yağların raf ömrünü artırmak amacıyla fosforik asit ilavesinin bir etkisi olmazken sitrik asitin antioksidan aktivitesi sebebiyle etkisi büyüktür (Targan ve ark., 2016).

Yağın polimerizasyonu

Kızartma yağının başlıca ayrışma ürünleri uçucu olmayan polar bileşikler ve triasilgliserol dimerler ve polimerlerdir. Siklik bileşiklerin miktarları, uçucu olmayan polar bileşikler, dimerler ve polimerlerden daha küçüktür (Frankel ve ark., 1984; Sánchez-Muniz ve ark., 1993a; Takeoka ve ark., 1997; Dobarganes ve ark., 2000). Kızartma sırasında yüksek molekül ağırlıklı ve polariteli bileşiklerin meydana gelmesini sağlayan polimerizasyon olayı gerçekleşir. Serbest radikaller veya diels-alder reaksiyonu ile trigliserid polimeri oluşturmaktadır. Siklik yağ asitleri ve dimerik yağ asitleri, aynı trigliserid içinde veya iki trigliserid arasında oluşabilir ve bu moleküllerin çarpaz bağlanma olayını sürdürmesiyle büyük molekül ağırlıklı polimerler oluşur. Polimerizasyon devam ettikçe yağın viskozitesi de artar (Warner, 2002). Polimerler yüksek derecede konjüge edilmiş dienlerdir ve fritözün kenarlarında kahverengi ve reçine benzeri bir kalıntı oluştururlar (Lawson 1995; Moreira ve ark., 1999b). Derin kızartmada oluşan polimerler oksijen bakımından zengindir (Yoon ve ark., 1988). Ayrıca oksitlenmiş polimer bileşikleri yağın oksidasyonunu da hızlandırarak yağın daha fazla bozunmasını sağlar ve yağ viskozitesini artırır, ısı transferini azaltır, kızartma sırasında köpük üretir ve gıdada istenmeyen renk oluşturur (Tseng ve ark., 1996). Polimerler gıdalarda çok miktarda yağ emilimine neden olurlar. Kızartma sırasında linoleik asit açısından zengin yağ, oleik asit açısından zengin yağa göre daha kolay polimerleşir (Takeoka ve ark., 1997; Tompkins ve Perkins 2000; Bastida ve Sánchez-Muniz 2001).

2.1.2. Kızartma yağı ve kızarmış gıdaların lezzet kalitesi

Derin kızartmada oluşan aromalar; meyveli, çimenli, tereyağ, yanmış, ceviz ve balık olarak adlandırılır. Bu aromalar yağın çeşidine ve kızartma sayısına göre değişmektedir ancak kızartma sıcaklığı yağın lezzeti üzerinde önemli değildir. Derin kızartma sırasında linolenik asidin oksidasyonu, balık kokusunu artırırken meyveli ve fındık kokusunu azaltır. Duyusal kalite genellikle kızartma sayısı ile azalır. Yerfistığı yağında 160°C, 180°C ve 200°C'de kızartılan patateslerin lezzeti soya fasulyesi yağı veya kolza tohumu yağında kızartılandan daha iyi olmuştur. Linoleik asit esas olarak istenen kızartılmış lezzetten sorumludur. Farklı yağlar, kızartma yağının yağ asitlerinin

kalitesi ve miktarındaki farklılıkları nedeniyle kızartma sırasında farklı lezzet üretir (Prevot ve ark., 1988). Kızartma sırasında amino asitler, aminler ve proteinler ile reaksiyona girebilir (Negroni ve ark., 2001).

2.1.3. Derin kızartma sırasında yağ kalitesini etkileyen faktörler

Yağın devir hızı, kızartma süresi ve sıcaklığı, ısıtma türü, kızartma yağı bileşimi, ilk yağ kalitesi, kızartılacak yiyeceklerin bileşimi, fritöz tipi, antioksidanlar ve oksijen içeriği derin yağda kızartma sırasında yağın bozulmasını etkiler. Kızartma faktörlerinin kızartma yağının kalitesi üzerindeki etkileri, kalite belirleme ve farklı deney koşulları için farklı analitik yöntemlerin kullanılması nedeniyle bazen farklı veya karşıt olarak rapor edilir (Choe ve Min 2007).

Taze yağ ikmali

Taze yağın toplam yağa oranı kızartma yağı kalitesinde önemlidir (Paul ve Mittal 1997). Kızartma yağının sık sık yenilenmesi polar bileşikler, diasilgliseroller ve serbest yağ asitlerinin oluşumunu azaltır ve yağların kızartma ömrünü ve kalitesini artırır (Romero ve ark., 1998). Taze yağ ikmalinin kızartma yağının kalitesini ancak 30. kızartmadan sonra iyileştirdiği tespit edilmiştir (Sánchez-Muniz ve ark., 1993b).

Kızartma süresi ve sıcaklığı

Kızartma süresi, serbest yağ asitleri (Mazza ve Qi, 1992), triasilgliserol dimerler ve oksitlenmiş triasilgliseroller (Romero ve ark., 1998; Xu ve ark., 1999), dimerler (Gordon ve Kourimski, 1995) ve polimerlerin (Tompkins ve Perkins, 2000) içeriğini artırır. Yüksek kızartma sıcaklığı, yağın termal oksidasyonunu ve polimerizasyonunu hızlandırır (Fedeli, 1988; Blumenthal 1991; Tyagi ve Vasishtha, 1996). Patates cipslerinin 170°C 'de 70 saatlik soya fasulyesi yağında kızartılmasından sonra %3.09 oranında konjuge dienler ve %1.68 trans yağ asitleri saptanırken 190°C'de aynı kızartma işlemi uygulanan soya fasulyesi yağında, %4.39 konjuge dienler ve %2.60 trans yağ asitleri saptanmıştır (Tyagi ve Vasishtha, 1996). Yağların aralıklı ısınması ve soğutulması, yağ kızartma sıcaklığından soğuduğu için yağdaki oksijen çözünürlüğü

artmaktadır ve yağların sürekli ısınmış olarak kızartılmasından daha fazla bozulması görülmektedir (Clark ve Serbia, 1991).

Kızartma yağının kalitesi

Kızartma yağının doymamış yağ asitleri içeriği arttıkça yağın oksidasyon oranı artmaktadır (Stevenson ve ark., 1984; Warner ve ark.,1994). Bundan dolayı doymamış yağ asidi miktarı daha az olan mısır yağı, doymamış yağ asidi miktarı daha çok olan soya fasulyesi veya kanola yağlarından daha iyi bir kızartma yağıdır (Warner ve Nelsen, 1996). Linolenik asit içeriği, kızartma performansı, yağın stabilitesi ve kızarmış yiyeceklerin lezzet kalitesi için kritik öneme sahiptir (Liu ve White 1992; Xu ve ark., 1999). %8.5 oranında linolenik asit içeren yağ, 190°C 'nin üzerinde ısıtıldığında istenmeyen akri ve balık kokuları meydana gelmiştir (Frankel ve ark., 1985). Yapılan bir çalışmada düşük linolenik asit (%2.5) miktarına sahip kanola yağında 190°C'de patates cipsi kızartılmış daha az serbest yağ asidi ve daha az polar bileşik meydana geldiği tespit edilmiştir (Xu ve ark., 1999). Yağda polar bileşiklerin oluşumunun, yağdaki linoleik asit içeriği ile orantılı olarak arttığı tespit edilmiştir (Warner ve ark., 1997). Hidrojenasyon ve genetik modifikasyon, kızartma yağının doymamış yağ asitlerini azaltma işlemlerinden ikisidir. Hidrojenasyon yağın kızartma stabilitesini artırır (Morrison ve ark., 1973; Warner ve Knowlton, 1997). Bununla birlikte, hidrojenasyon trans yağ asidi veya metalik lezzet üretir ve düşük linolenik asit ile yağ kalitesini artırmaz (Warner ve Mounts, 1993). %0.1 linolenik asit içeren hidrojene soya fasulyesi yağı, %2.3 linolenik asit içeren soya fasulyesi yağından daha fazla hidrolitik bozunmaya sahipken daha düşük *p*-anisidin değerlerine ve polimer oluşumuna sahiptir (Tompkins ve Perkins 2000). Kızartma yağı açısından genetiği değiştirilmiş yüksek oleik asit içeren mısır yağı, normal mısır yağından daha stabildir (Warner ve Knowlton 1997). Bu nedenle, genetik modifikasyon ile düşük linolenik asit yağının, hidrojene kızartma yağına potansiyel bir alternatif olduğu ileri sürülmüştür (Mounts ve ark., 1994). Birkaç yağın harmanlanması yağların yağ asidi bileşimlerini değiştirebilir ve kızartma sırasında yağların oksidasyonunu azaltabilir (Shiota ve ark., 1999; Mamat ve ark., 2005).

Gıda bileşimleri

Gıdalarda bulunan nem, fritözün üzerinde bir buhar örtüsü oluşturur ve hava ile teması azaltır (Landers ve Rathmann, 1981; Peers ve Swoboda, 1982; Dana ve ark., 2003; Kochhar ve Gertz, 2004). Gıdalardaki nem yağın hidrolizinde önemlidir, nem içeriği arttıkça yağların hidrolizi de artar. Kızartma sırasında gıdada bulunan lesitin, derin kızartmanın ilk aşamasında köpük oluşumuna neden olmuştur (Stevenson ve ark., 1984). Yapılan bir çalışmada fosfatidilkolinin somon yağının 3 saat 180°C'de kızartma işleminde oksidasyonunu azalttığı tespit edilmiştir (King ve ark., 1992). Nişasta yağın bozulmasını artırır ve amino asitler yağın derin kızartma sırasında bozulmasını engeller (Fedeli, 1988). Ette bulunan demir gibi geçiş metalleri, kızartma sırasında yağda birikir (Artz ve ark., 2005a) ve bu, yağın oksidasyon ve termal bozunma oranlarını artırmıştır (Artz ve ark., 2005b). Hamura %5, %15 ve %25 oranında eklenen ıspanak tozu, soya fasulyesi yağında polar bileşiklerin oluşumunu azaltmıştır (Lee ve ark., 2002). Hamura %1 ve %3 oranında kırmızı ginseng ekstraktı eklenerek 160°C'de palm yağında kızartılması sırasında serbest yağ asitleri, konjuge dienoik asitler ve aldehid oluşumları azalmıştır (Kim ve Choe, 2003). Hamura %10, %20 ve %30 oranında havuç tozu eklenerek soya fasulyesi yağında kızartma sırasında oksidatif stabilite azaltılmıştır (Lee ve ark., 2003). Kanola yağına sodyum pirofosfat eklenerek patates kızartılmış, kızartma sonrası 12 ila 72 saat patateslerde kararma önlenmiş, yağda serbest yağ asidi oluşumu engellenmiştir. Kalsiyum asetat, derin kızartma sırasında yağda serbest yağ asitlerinin oluşumuna çok az etki göstermektedir (Mazza ve Qi, 1992). Gıdaları kızartma öncesi yenilebilir film ile kaplamak derin kızartma sırasında kızartma yağının bozulmasını azaltmaktadır (Choe ve Min, 2007). Fıstık yağında kızarmış tavuk şeritleri üzerinde bir hidroksipropil metil selüloz film kaplanmış, kızartma sırasında yağda serbest yağ asidi oluşumu azaldığı tespit edilmiştir (Holownia ve ark., 2000).

Fritöz Çeşitleri

Fritöz türleri kızartma yağının bozulmasını etkiler. Yağa eşit ve hızlı ısı transferi, sıcak noktaları ve yağın yanmasını önleyebilir. Fritözde biriken polimerize yağ, sakız oluşumuna, köpük oluşumuna, renk kararmasına ve kızartma yağının daha da bozulmasına neden olur. Derin yağlı kızartma için minimum yağın hava ile teması için küçük bir yüzey/hacim oranında fritöz önerilir.

Bir fritözün $D / A / 2 = 0.93$ (D=yağ derinliği, A=yağ alanı) oranına sahip olacak şekilde değiştirilmesiyle yağ oksidasyonunun yavaşladığı bildirilmiştir (Negishi ve ark., 2003).

Antioksidanlar

Yağlarda ve gıdalarda doğal olarak bulunan veya eklenen antioksidanlar, derin yağlı kızartma sırasında yağ kalitesini etkiler. Tokoferoller, butillenmiş hidroksianisol (BHA), butillenmiş hidroksitoluen (BHT), propil gallat (PG) ve tersiyer bütül hidrokinon (TBHQ) gibi antioksidanlar yağın oksidasyonunu azaltmada etkilidir (Boskou 1988; Choe ve Lee, 1998).

Yağda çözülmüş oksijen içeriği

Azot veya karbondioksitin kızartma sırasında yanmasıyla, yağdaki çözülmüş oksijen azalır ve böylece kızartma sırasında yağın oksidasyonu azalır. Karbondioksit azottan daha yüksek çözünürlük ve yoğunluğa sahiptir, bundan dolayı oksidasyona karşı daha iyi koruma sağlar. Isıtma öncesinde minimum 15 dakikalık azot veya 5 dakikalık karbondioksit ile yıkama işleminin, derin yağda kızartma sırasında yağın oksidasyonunu azalttığı saptanmıştır (Przybylski ve Eskin 1988).

2.1.4. Derin kızartma sırasında gıdalarda bulunan besin maddelerindeki değişiklikler

Derin kızartma sırasında tokoferol ayrışma hızı kızartma süresine ve yağa bağlıdır. Lipid oksidasyonunda oluşan aldehitler, epoksitler, hidroksiktonlar ve dikarboksilik bileşikler, kızarmış gıdalardaki aminler, amino asitler ve proteinlerle reaksiyona girer (Pokorny 1981; Gardner ve ark., 1992). Maillard reaksiyonu besin kaybına ve esmerleşmeye neden olur. Kızarma yoğunluğu öncelikle lizin, histidin ve metiyonin kayıpları ile ilişkilidir. Epoksiakenaller ve proteinler arasındaki reaksiyon, uçucu heterosiklik bileşiklerin yanı sıra polipirolik polimerler de üretir (Hidalgo ve Zamora, 2000). Lipid oksidasyonunda oluşan karbonil bileşikleri aminoasitlerle reaksiyona girer ve akrilamid üreterek gıdaların besin değerini ve güvenliğini azaltır. Yapılan bir çalışmada kızartma yağından oluşan akrolein, kuşkonmazlarla reaksiyona

girerek akrilamid oluşumuna neden olmuştur (Yasahura ve ark., 2003). Akrilamid oluşumu, 100°C (Becalski ve ark., 2003) üzeri sıcaklıklarda gerçekleşir ve sıcaklık arttıkça artmaktadır (Kim ve ark., 2004; Pedreschi ve ark., 2005).

2.2. Kızartma Yağının İyileştirilmesine Adsorbanların Etkisi

Derin yağda kızartma sırasında yağda ve kızartılan gıda maddelerinde renk, serbest yağ asidi, peroksit sayısı ve vizkozitesi gibi fiziksel ve kimyasal değişiklikler görülmektedir (Blumenthal, 1991). Yani kızartma sırasında farklı nitelik ve nicelikte bileşikler meydana gelmektedir. Bu bileşiklerin çoğu toksik özelliktedir ve kızartma yağının defalarca kullanılmasıyla nitel ve nicel olarak artış gösterdiğinden sağlık açısından ciddi sorun oluşturmaktadır. Ayrıca kullanılmış yağın yemeklerde tekrar kullanılması da doğru değildir. Son yıllarda uygulanan membran teknolojisi (Reddy ve ark., 2001) ve çeşitli kimyasallarla yağın arındırılması (McNeil ve ark., 1986; Lin ve ark., 1999) yöntemleriyle kullanılmış yağlardan dizel yağı üretimi (Alcantara ve ark., 2000) ve tekrar yenilebilir duruma getirilmesi sağlanmaktadır. Kızartma yağlarının adsorbsiyonla iyileştirilmesi ve arzu edilmeyen polar bileşiklerin aktif filtrasyonla uzaklaştırılması incelenmiştir. Kullanılacak adsorbanlar kullanılmış kızartma yağı ile karıştırılır ardından filtre edilir ve bir sonraki kullanım için yağ hazır hale getirilir. Bu uygulama kızarmış gıdalar üzerinde herhangi bir olumsuz etki oluşturmazken yağdaki toplam polar madde ve serbest yağ asitlerinin oluşmasını ve birikmesini engelleyerek yağın kalitesini artırmaktadır. Aktif karbon, kil, alimünyum hidroksitler, odun kömürü, selit, silika jel, silikon dioksit, istiridye kabuğu, seramik plaka, kalsiyum oksit ve diğerleri de dahil olmak üzere pek çok adsorbsiyon malzemeler bulunmaktadır (Rossell, 2001; Bhattacharya ve ark., 2008; Bheemreddy ve ark., 2001). Yağın adsorbanlarla süzülmesi, serbest yağ asitlerini düşürmüştür ve yağın kızartma kalitesini artırmıştır. 170°C'de patates kızartması için kullanılan kızartma yağı, %2 pekmez toprağı, %3 bentonit ve %3 magnezyum silikat karışımı ile süzölmüş ve filtreleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonucunda serbest yağ asitleri ve konjuge dienoik asit içeriğı azalırken aldehit bileşiklerinin oluşumunun arttığı saptanmıştır (Maskan ve Bağcı 2003). Kanola yağı kalsiyum silikat bazlı Hubesorb 600, magnezyum silikat bazlı magnesol ve riyolit ve sitrik asit bazlı kızartma tozu karışımı ile günlük filtreleme işlemlerine tabi tutulmuş ve sonucunda serbest yağ asitlerinin ve polar bileşik oluşumunun azaldığı ve yağın kızartma kalitesinin arttığı saptanmıştır (Bheemreddy ve

ark., 2002). Patates kızartması yapılan yağda ağartma kili, odun kömürü, selit veya MgO ile şorteninglerin uygulanması, yağ kalitesini artırmıştır. Taze yağa günlük askorbil palmitat eklenmesi, serbest yağ asidi oluşumunu azaltırken dielektrik sabiti ve renk değişimlerini artırmıştır (Mancini-Filho ve ark., 1986). Derin yağda kızartma için %0.05'ten az serbest yağ asidi ve 1 kg yağda 1.0 meq peroksit içeren yağların arzu edildiği bildirilmiştir (Stevenson ve ark., 1984). Kızartma yağının geri kazanımı üzerine doğal zeloit, kireç ve diatomlu topraktan oluşan adsorban karışımı kullanılarak bir çalışma yapılmış, çalışma sonucunda karışımın ticari ürün olan Magnesol XL' den daha etkili olduğu bulunmuştur. Kızartma yağları için toplam polar madde en önemli parametredir. (Codex, 2017). Kodekse göre kızartma yağlarının toplam polar madde değeri %25'e eşit veya daha az olmalıdır. Yapılan bir çalışmada %30 toplam polar maddeye sahip kızartma yağı adsorban karışımı kullanılarak %25'e düşürülmüştür. Yani hazırlanan adsorban karışımı kızartma yağı geri kazanımı ve raf ömrünün uzatılması için kullanılabilir (Yılmaz ve Bulut, 2012). Patates kızartması işleminde kullanılan ayçiçek yağının çeşitli adsorbanlarla rafine edilerek tekrar kullanılmasına yönelik bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada adsorban olarak; CaO, MgO, Mg₂CO₃ magnezyum silikat, aktif kömür, bentonit ve pekmez toprağı (PT) olarak bilinen, %70 civarında CaCO₃ içeren doğal ve beyaz renkte olan bir toprak kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda, %2 pekmez toprağı, %3 bentonit ve %3 magnezyum silikat karışımının kızartmada kullanılan ayçiçek yağında kullanılması için uygun bulunmuştur ve böylece yağın geri kazanımı mümkün kılınmıştır. Adsorban karışımı oranları ağırlıkça toplam %8 olarak tespit edilmiştir. Bu oran yüksek gibi görünse de içinde birçok safsızlığı bulunduran kullanılmış kızartma yağının daha düzgün arındırılması ve ekonomiye kazandırılması için kullanılabilir (Maskan ve Bağcı, 2006).

2.3. Kızartma Yağının İyileştirilmesine Antioksidanların Etkisi

Antioksidanlar, gıdalarda düşük konsantrasyonlarda bile bulunduğu oksidasyonu belirli derecede önleyen maddelerdir (Halliwell, 1999; Shahidi, 1997). Gıda üreticileri, ürünlerinin bozulmasını engellemek ve besin değerlerini korumak için antioksidanları kullanmışlardır. Ayrıca antioksidanların insan vücudunda reaktif oksijen türlerini (ROS), azot (RNS) ve klorun (RCS) neden olduğu hasarları engellemede etkili olduğu için biyokimyacıları ve sağlıkçıları da ilgilendirmektedir

(Shahidi, 1997). Gıdalarda en yaygın kullanılan antioksidanlar tersiyer bütül hidrokinon (TBHQ), butillenmiş hidroksianisol (BHA) ve butillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve propil gallat (PG) olarak adlandırılır. 1940'larda BHA'nın oksidasyonu geciktirdiği bulunmuştur. Sitrik asit (CA), etilendiamin tetrasetik asit (EDTA) veya bunların türevleri gibi bazı asitlerin, fenolik antioksidanlarla kombinasyon halinde metal aktivasyonunu engellediği bulunmuştur. 1945'te BHT ABD'de gıdalarda kullanılması için onay almıştır (Sherwin, 1990; Barlow, 1992). Bununla birlikte yapay antioksidanların kanserojen etkilerinden dolayı endişe duyulmaktadır (Sherwin, 1990; Branen,1975; Ito ve ark., 1986). Japonya'da ve bazı ülkelerde BHA'nın gıdalarda kullanılması ve Kanada, Japonya ve Avrupa ülkelerinde TBHQ kullanımı yasaklanmıştır. Bundan dolayı doğal antioksidanlara rağbet fazladır ve bu alanda araştırmalara gerek duyulmaktadır. Bitkilerde bulunan fenolik bileşikler antioksidan kaynağıdır. Ticari olarak temin edilebilen doğal antioksidanlar arasında tokoferoller, baharatlar ve bunların özleri ve çay özleri, farklı formülasyonlarda giderek daha fazla kullanılmaktadır (Shahidi, 2000). Gıdalarda antioksidan kaynakları genel olarak bitkilerde bulunmaktadır (Shahidi, 1997; Ohigash, 2013). En aktif antioksidanlar fenolik ve polifenolik bileşikler ailesine aittir (Shahidi ve ark., 1995). Son yıllarda bitki kaynaklı birçok antioksidan kaynağı incelenmiştir. Bitkiler, antioksidanca zengin gıdalardır. Bunlardan yağlar ve yağlı tohumlar, baharatlar ve şifalı bitkiler ve bunlara karşılık gelen oleonesinler, tahıllar, ayrıca protein hidrolizatları ve çayları kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (Shahidi, 1997). Gıdalara lezzetlerini iyileştirmek amacıyla baharat ve otlar eklenmiş olsa da antioksidan aktiviteleri 1943'te ortaya çıkmıştır. Adaçayı ve karabiberin donmuş ette oksidasyonu engellediği bulunmuştur (Dubois ve Tressle, 1943). Biberiye, adaçayı ve kekik özlerinin oksidasyonu geciktirdiği tespit edilmiştir (Chipault ve ark., 1952; Chipault, 1956). Biberiye ve adaçayı özleri bitkiler arasında en önemli antioksidatif etkiye sahiptir (Chang, 1977). Kekik BHA'dan daha güçlü antioksidan aktiviteye sahiptir (Nakatani,1997). Fermente edilmemiş (yeşil), yarı fermente (oolong) ve fermente (siyah) çaylar antioksidan içerik bakımından zengindir (Ho ve ark., 1997).

Bitkisel yağlar yapılarında oksidatif bozulmalara yol açan doğal yağ asitleri barındırmaktadır (Aladedunye ve Matthaus, 2014). Bitkisel yağlarda oksidatif bozulma yağın raf ömrünü kısaltır ve kızarmış ürünlerin duyuusal ve sağlık kalitesini etkiler (Jimenez ve ark., 2017). Bu nedenle bitkisel yağların raf ömrünü artırmak tekrar tekrar kullanılmalarını sağlamak ve kızartılmış ürünlerin duyuusal özelliklerini artırmak için

kızartma işleminde tersiyer bütül hidrokinon (TBHQ), butillenmiş hidroksianisol (BHA) ve butillenmiş hidroksitoluen (BHT) gibi birkaç yapay antioksidan kullanılmıştır (Chirinos ve ark., 2011). Doğal antioksidan kaynağı olarak baharatlar ve bitkiler kızartma prosedüründe kullanılmış ve güvenli oldukları tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2017). Kurt üzümü (goji berry) meyvesinden karotenoid ekstraktı elde edilmiş ve zeytinyağına eklenmiş zeytinyağının oksidatif stabilitesinin arttığı gözlenmiştir (Blasi ve ark., 2018; Montesano ve ark., 2019). Tokotrienoller ve karotenlerin kombinasyonu, patates dilimlerinin 163°C'de kızartılması sırasında sinerjik olarak oksidasyonu azaltmıştır (Schroeder ve ark., 2006). Susam yağının sahip olduğu sesamol, sesamin ve sesamolinin içindeki lignan bileşikleri, ısıtma sırasında stabildir ve 170°C'de ısıtma sırasında kavrulmuş susam yağının oksidatif stabilitesine katkı sağlamıştır (Kim ve Choe, 2004). Soya fasulyesi yağı kavrulmuş susam yağı ile harmanlanmış ve sonucunda bu karışımın doymamış yağ asidi oranı yüksek olmasına rağmen soya fasulyesi yağına kıyasla 160°C'de kızartıldığında konjuge dioneik asitlerin oluşumunun azaldığı görülmüştür (Chung ve Choe, 2001). Harmanlanmış yağdaki susam yağı içeriği arttıkça, susam yağındaki antioksidanlar nedeniyle konjuge dien oluşumu azalmıştır. Susam yağı ve pirinç kepeği yağı ilavesi, yüksek sıcaklıkta stabil olan avenasterol nedeniyle ayçiçek yağının oksidatif ve lezzet stabilitesini artırmıştır (Kochhar, 2000). Askorbil palmitat, derin kızartma sırasında yağdaki dimerleri azaltmaktadır (Gordon ve Kourimska 1995). Steroller ve bunların yağ asidi esterleri, derin kızartma sırasında yağın oksidatif stabilitesini artırmaktadır (Boskou ve Morton 1976; Gordon ve Magos 1984; Blekas ve Boskou 1986). Biberiye ve adaçayı özleri 30 saatlik aralıklı patates cipsi kızartması sırasında yağın bozulmasını azaltmıştır (Che Man ve Tan 1999; Man ve Jaswir 2000). Biberiye, adaçayı ve sitrik asit, patates cipslerinin derin yağda kızartılması sırasında palm olein üzerindeki sinerjik antioksidan etkileri tespit edilmiştir (Jaswir ve ark., 2000). Yapılan bir çalışmada Hindistan cevizi yağı kızartma yağında antioksidan olarak kullanılmıştır 180°C'de 30 saat boyunca işlem gerçekleştirilmiştir ve sonucunda hem oksidasyonu önemli derecede önlediği hem de lezzet tat gibi duyuşal özellikleri geliştirdiği görülmüştür (Wang ve ark., 2020).

2.4. Doğal Antioksidan Kaynağı Olarak Kahvelerin İncelenmesi

2.4.1. *Coffea arabica* kahvesi

Kahve, dünyada en çok tüketilen içecekler arasındadır. Kahvenin içeriğinde karbonhidratlar, lipitler, azotlu bileşikler, vitaminler, mineraller, alkaloidler ve fenolik bileşikler gibi binden fazla kimyasal bileşik bulunmaktadır (Esquivel ve Jimenez 2012). Geçmişte yapılan çalışmalarda kahve ve kafein tüketiminin sağlığı olumsuz etkilediği düşünülmekteydi (Willet ve ark., 1996; Manson ve ark., 1990). Fakat son zamanlarda yapılan araştırmalar kahve tüketiminin bazı kronik hastalıkların riskini azaltması gibi sağlığa olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Ascherio ve ark., 2001; Vickers, 2017). Hastalıklar üzerine olumlu ya da olumsuz etki oluşturması ise hala tartışılmaktadır (Sözlü ve ark., 2017). Kahve kafein, diterpen ve klorojenik asit gibi bileşenlere sahiptir (Bhatti ve ark., 2013). Kahve bileşikleri içerisinde en çok incelenen madde Kafein (1, 3, 7 trimetilksantin) dir. Kahvede bulunan kafein miktarı; kahvenin türüne, kavrulma derecesine, pişirme yöntemine göre farklılık oluşturmaktadır. Standart bir fincan kahvede 100 mg kafein bulunmaktadır (McCusker ve ark., 2003). Kafestol ve kahveol diterpen alkoller olarak bilinen kahvede bulunan diğer bileşiklerdir (Naidoo ve ark., 2011). Kahvede bulunan en önemli polifenol ve kahveye antioksidan özellik kazandıran madde klorojenik asittir (Stalmach ve ark., 2006). Bu madde, antioksidan özelliğinin yanı sıra antibakteriyel ve antikarsinojenik etkiler de sağlamaktadır (Dos Santos ve ark., 2006; Bassoli ve ark., 2008). Tek bir porsiyon kahve kavrulma süresine ve tüketilen miktara bağlı olarak 20 ile 675 mg arası klorojenik asit içermektedir (Cornelis ve El-Sohemy, 2007). Tohum büyüklüğü, renk ve işleme yöntemi ve çeşitliliği gibi özellikler de son kaliteyi etkiler (Toci ve Farah, 2014). Yeşil kahve çekirdekleri yaklaşık 300 uçucu bileşik (Czech ve ark., 2016) ve klorojenik asit, amino asit, lipit ve karbonhidrat gibi uçucu olmayan bileşikler ve önemli miktarda uçucu organik bileşikler içerir. Güneydoğu Asya'da ticari olarak yetiştirilen *Coffea arabica*, *Coffea robusta* ve *Coffea liberica* kahvelerinin uçucu bileşenleri ve antioksidan özellikleri üzerine karşılaştırmalı bir çalışma yapılmıştır. Yeşil kahve çekirdeklerinin uçucu bileşenleri izole edilmiştir. Bu bileşikler, kromatografi ile analiz edilmiştir. Bu

üç türün yeşil çekirdeklerinin uçucu bileşimleri, yüksek düzeyde fenolik bileşikler, polivinil alkol ve karboksilik asitler ile karakterize edilmiştir. Uçucu ekstraktlar, toplam fenoller DPPH radikal süpürme ve FRAP deneyleri kullanılarak antioksidan aktivite açısından incelenmiştir ve *C. liberica*'dan gelen uçucu ekstraktın en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu, ardından *C. arabica* ve *C. robusta* geldiği gözlenmiştir (Saw ve ark., 2015). Kahvede en çok bulunan kimyasal gruplar furanlar, pirazinler, ketonlar, piroller, fenoller, hidrokarbonlar, asitler ve anhidritler, aldehitler, esterler, alkoller, kükürt bileşikleridir. Bu kimyasalların çoğu, yeşil kahve çekirdeği içinde bulunan uçucu olmayan bileşiklerin Maillard reaksiyonu, karamelizasyonu ve pirolizinin bir sonucu olarak gelişir (Toci ve Farah, 2014). Üreticinin tat ve aroma açısından gereksinimlerini karşılamak ve aynı zamanda akrilamid oluşumunu azaltmak için *C. arabica* ve *C. robusta* kahve çekirdeklerinin en iyi kavurma koşullarını değerlendirmeyi amaçlayan bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma, tüketicilerin sağlık etkilerinin korunması amacıyla kahvenin kavurma işleminin önemli rolü olduğunu göstermiştir (Esposito, 2020).

2.4.2. Hurma çekirdeği kahvesi

Arecaceae familyasına ait hurma (*Phoenix dactylifera*), Orta Doğu ve Kuzey Afrika bölgesinin önemli tarımsal ürünüdür. Hurma beslenme ve sağlık açısından oldukça yararlıdır ve zengin antioksidan kaynağıdır. Temel gıda olarak bilinen hurma, etli perikarp ve çekirdekten oluşur. (Tilman ve ark., 2011). Yüksek besin değeri nedeniyle çeşitli gıda ürünleri olarak pazarlanmaktadır. Meyve kütesinin yaklaşık %10'unu yan ürün olan çekirdekler oluşturur (Almana & Mahmoud, 1994). Hurma çekirdekleri esas olarak hayvan yemlerine takviye olarak kullanılır. Fakat daha sonra yapılan çalışmalar sonucu hurma çekirdeklerinin yüksek besin ve tıbbi değere sahip oldukları bulunmuştur. Hurma çekirdeklerinde bulunan yararlı biyoaktif bileşikler nedeniyle, bu yan ürünün hurma endüstrisinde kullanımı önemlidir. Günümüzde çörek ve kek gibi birçok üründe hurma çekirdeği kahvesi kullanılmaktadır (Ambigaipalan ve Shahidi, 2015). Bölgedeki bedevi kabileleri kavrulmuş hurma çekirdeklerini bir içecek olarak tüketmiştir (Platat ve ark., 2015). Bununla birlikte, şimdye kadar önemli bir insan kullanımı yoktur. Daha önceki çalışmalarda, hurma çekirdeğinin yüksek antioksidan aktivite ve yüksek polifenolik içeriğe sahip olduğu saptanmıştır. Kan şekerini düşürmek (Hasan ve Mohieldein, 2016), Alzheimerı, hafıza ve öğrenme bozukluklarını (Dehghanian ve ark., 2017) iyileştirmek, oksidatif hasarı azaltmak

(Habib ve ark., 2017), doku oksidan statüsünü iyileştirmek, anti-diyabetik etki gibi biyolojik etkileri bildiren çeşitli hayvan çalışmaları bulunmaktadır. Hurma çekirdeği; karotenoidler, tokoferoller, fitosteroller, fenolik asitler ve flavonoidler gibi fitokimyasal bileşenler içermektedir (Maqsood ve ark., 2020).

Hurma çekirdeğinin lipit fraksiyonları ana fitokimyasallar olarak karotenoid içerir. Karotenoidler tetraterpenoidler olarak da bilinmektedir. Karotenoidler bazı kronik hastalıkların meydana gelmesini önleyerek sağlık açısından faydalı olduğu bilinmektedir. Hurma çekirdeğinin zengin karotenoid kaynağı olduğu çalışmalar sonucu belirlenmiştir (Vayalil, 2012). Birleşik Arap Emirlikleri'nde (BAE) yetiştirilen 18 hurma çekirdeği çeşidi üzerinde toplam karotenoid analizi yapılmış ve sonucunda β karotenin (1.18-2.68 mg/100 g) tüm 18 hurma çekirdeği çeşidi yağdaki ana karotenoid formu olduğu ve toplam karotenoid içeriğinin 1.46 ile 3.53 mg/100 g arasında olduğu belirtilmiştir (Habib ve ark., 2013). Bu değerler tamamen olgunlaşmış Tunus hurma çekirdeğinde (5.51 mg/100 g) daha düşüktür (Nehdi ve ark., 2010). Farklı bir çalışmada Khalas çeşidinden farklı karotenoidler analiz edilmiştir. β -karoten (3142 μ g/kg), lutein (1599 μ g/kg), β -kriptoksantin (20.4 μ g/kg), likopen (19.5 μ g/kg) ve zeaksantin (10.8 μ g/kg) gibi karotenoidler belirlenmiştir. Hurma çekirdeği çeşitleri arasındaki karotenoid oranları; olgunluk derecesi, çevresel koşullar, hasat sonrası işleme yöntemi ve depolama koşulları gibi faktörlere göre farklılık göstermektedir (Habib ve Ibrahim, 2011). Ayrıca hasat sonrası işlem olan güneşte kurutma, taze meyveye kıyasla toplam karotenoidlerde önemli bir kayba yol açmaktadır (Al-Farsi ve ark., 2005). Yağın önemli kalite parametrelerinden biri karotenoid pigmentinin bileşimidir. Çünkü karotenoidler yağ kalitesinin değerlendirilmesinde etkili olan renkle ilişkilidir. Hurma çekirdeği, taze ve kurutulmuş hurma meyvesine (32.6 ila 3030 μ g/kg) (Al-Farsi ve Lee, 2008a) kıyasla daha yüksek toplam karotenoid içermektedir, bu nedenle hurma çekirdeği potansiyel bir karotenoid kaynağı olarak düşünülebilir.

Tokoferoller ve tokotrienoller hurma çekirdeğinin lipit fraksiyonlarında bulunan diğer fitokimyasallardandır. E vitamini grubuna aittirler ve antioksidan özelliklere sahip oldukları için insan sağlığı için gereklidirler. Bitkisel yağlar, bu doğal antioksidanın varlığı nedeniyle yağı stabilize edebilen bu fitokimyasalların miktarı ve bileşimi bakımından farklılık gösterir. Dünyanın farklı yerlerinden elde edilen hurma çekirdeği çeşitlerindeki tokoferol miktarını belirlemek amacıyla çalışmalar yapılmıştır (Nehdi ve ark., 2010). E vitamini formu olan tokoferolden daha yüksek oksijen ve ışık stabilitesine sahip başka bir E vitamini formu olan α -tokoferol asetat, hurma çekirdeği yağında

önemli miktarlarda bulunur (Habib ve ark., 2013; Nehdi ve ark., 2010). Ayrıca, 12 hurma çekirdeği çeşidindeki tokoferol içeriğinin sonuçları, tüm çeşitlerde α -tokotrienolün baskın tokoferol olduğunu göstermiştir (Al Juhaimi ve ark., 2018). Böylece, yüksek tokoferol içeriği nedeniyle hurma çekirdeği doğal antioksidan kaynağıdır.

Fitosteroller, lipitte çözünür fitokimyasallardır ve yapısı kolesterolün yapısına benzemektedir. Doğada, meyve ve sebzelerde daha fazla oranda olmak üzere bitkilerde yaklaşık 200 fitosterol bulunmaktadır (Bradford ve Awad, 2007). Hurma çekirdeğinden gelen yağın baskın sterol fraksiyonunun Δ -sitosterol (%76) olduğu belirtilmiştir (Nehdi ve ark., 2010). Bitki sekonder metabolitlerinin ana gruplarından olan fenolik asitler üzerinde çalışmalar mevcuttur. Önceki çalışmalar, hurma çekirdeklerinin yüksek polifenol içeriğinden dolayı pozitif biyolojik sonuçlar alındığını göstermektedir. Hurma çekirdeklerindeki baskın polifenol grubu, polimerik proantosiyanidinler olarak bulunan flavan 3 ollerdir. Hurma çekirdeğinde bildirilen polifenol içeriği yaklaşık 51.1 g/kg'dır, bu oran çay, üzüm ve keten tohumu gibi diğer polifenol bakımından zengin kaynaklardan daha yüksektir (Habib ve ark., 2014). Bununla birlikte, hurma çekirdeklerinin tam polifenolik profilini karakterize eden çok az çalışma bulunmaktadır. Çekirdeklerde protokatekuik asit, kumarik asit, ferulik asit ve kafeik asit gibi polifenoller mevcuttur (Hamada ve ark., 2002). Khalas çeşit hurma çekirdeklerinde polifenol olarak proantosiyanidin dimerleri, trimerleri ve tetramerlerinin varlığı bildirilmiştir (Habib ve ark., 2014). Mabseeli, Um-sellah ve Shahal çeşidi hurmalarda diyet lifi, fenolik ve antioksidan içeriğinin, hurma çekirdeklerinde meyveden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla hurma çekirdekleri potansiyel olarak fonksiyonel bir gıda maddesi olarak kullanılabilir (Al-Farsi ve ark., 2007). Fonksiyonel gıdaların sağlığa olumlu etkileri bilinmektedir. Bazı çalışmalarda, hurma çekirdeklerinin insan diyetine dahil edilmesine yönelik etkili yöntemler araştırılmıştır. Orta doğu mutfağında yaygın bir ekmek çeşidi olan pide ekmeğine, Khalas çeşidi hurma çekirdeklerinden elde edilen hurma çekirdeği kahvesi fonksiyonel bir bileşen olarak eklenmiştir (Platat ve ark., 2015). Hurma çekirdeği kahvesinde toplam 27 adet polifenol ve polimerik proantosiyanidinler tespit edilmiştir. Bu polifenoller; hidroksisinnamik asit, hidroksibenzoik asitler, hidroksifenil asetik asit, flavanoller, flavonoller ve flavonlardır (Hilary ve ark., 2020). Umman çeşidi hurma çekirdeğinin kimyasal bileşimi ve besin değeri çalışmalarında %3.1-7.1 nem, %2.3-6.4 protein, %5.0-13.2 yağ, %0.9-1.8 kül ve %22.5-80.2 diyet lifi içerdiği görülmüştür.

Hurma çekirdekleri fenolik bileşikler (3102-4430 mg gallik asit eşdeğerleri / 100 g taze ağırlık) ve antioksidanlar (580–929 µmol trolox eşdeğerleri / g taze ağırlık) da içermektedir (Al-farsi ve ark., 2007). İran çeşidi hurma çekirdeklerinin yüksek antioksidan etkileri ve fenolik içeriğinden dolayı tıbbi ve ticari amaçlarla kullanılabilirliği bildirilmiştir (Ardekani ve ark., 2010). Mabseeli çeşidi hurma çekirdeklerinde gallik asit, protokatekuik asit, p-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, m-kumarik asit ve o-kumarik asit tespit edilmiştir (Al-Farsi ve Lee, 2008b). Bahreyn çeşidi hurma çekirdekleri, zengin mineral içeriğine sahiptir (Ali-Mohamed ve Khamis, 2004). Ayrıca, Birleşik Arap Emirlikleri'nde yetiştirilen 18 çeşit çekirdeğin, sodyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum, fosfor, demir, manganez, çinko, bakır, nikel, kobalt, krom, kurşun ve kadmiyum gibi mineraller içerdiği bulunmuştur. (Habib ve İbrahim, 2009). Hurma çekirdeğinin antioksidan ve fenolik bileşiğin yanı sıra mineral içeriğine ait de inceleme bulunmaktadır (Bijami ve ark., 2020).

2.4.3. Menengiç kahvesi

Anacardiacea familyasına ait *Pistacia terebinthus*, menengiç olarak bilinmektedir. Akdeniz ülkelerinde yıllık olarak yetişen bir bitkidir. Tanen ve reçineler açısından zengindir. Antik çağlardan beri aromatik ve tıbbi özellikleri bilinmektedir (Couladis ve ark., 2003). *Pistacia* türleri antimikrobiyal, antiinflamatuvar, sitotoksik ve özellikle flavonoidler ve diğer fenolik bileşenler nedeniyle antioksidan aktiviteye sahiptir. Türkiye'de menengiç olarak bilinen terebinthus, yanıkların tedavisinde ve astım tedavisinde kullanılır ayrıca anti-inflamatuvar ve antiseptik özelliklere de sahiptir (Baytop, 1984). Meyveler kahve olarak tüketilir. Meyvelerinden çıkarılan yağ, Türkiye'nin belirli bir bölümünde sabun üretiminde kullanılırken yemeklik yağ olarak da kullanılmaktadır (Baytop, 1984; Tanker ve Tanker, 1998). Dünya çapında son yıllarda kahve tüketiminin artmasıyla kafeinsiz kahve tüketimi arayışına girilmiştir. Menengiç kahvesi de bu amaçla kullanılmaktadır. Herhangi bir kahvenin karakteristik aroması ve tadı kavurma işlemlerine bağlıdır. Kavurma işlemiyle uçucu maillard reaksiyon ürünlerinin oluşumu sebebiyle antioksidan aktivite de artmaktadır (Durmaz ve Gökmen, 2011; Özel ve ark., 2014).

Yapılan bir çalışmada öğütülmüş menengiç kahvesindeki uçucu bileşikler GC-MS ile araştırılmıştır (Amanpour ve ark., 2015). Menengiç kahvesinde terpenler (16) aldehitler (8) furanlar (2) furanonlar (2) asitler (7) esterler (7) laktonlar (4) keton (1) pirazin (2) ve piroller (2) olmak üzere toplam 341 ug/g uçucu bileşik bulunmaktadır. Saptanan tüm uçucu bileşiklerden terpenler en baskın olanıdır ve ardından aldehitler, asitler, esterler, laktonlar gelmektedir. Aromatik bitkiler çoğunlukla halk tıbbında ve uçucu yağlarda kullanılır ve bunlardan izole edilen uçucu bileşikler, antioksidanlar ve anti-enflamatuar ajanlar olarak rol almaktadır (Repetto ve ark., 2002). Yapılan çalışmada menengiç kahvesinin genel uçucu bileşeni alfa-pinen (48.37 ug / g), DL-limonen (32.53 ug / g) 3-Caren (26.40 ug / g) 8-oktadekanoik asit metil ester (18.66 ug / g) ve metil linoneat (16.44 ug / g) olmuştur. Terpenler, hakim uçucu profilin %50.85'ini temsil etmektedir. Alfa-pinen ayrıca doğrudan termal desorpsiyon (DTD) yöntemi kullanılarak kavrulmuş ve kavrulmamış menengiçte ana uçucu bir bileşik olarak belirlenmiştir (Amanpour ve ark., 2015; Gogus ve ark., 2011). İspanya'nın bazı bölgelerinde *p. lentiscusis* kabuğu hipertansiyon tedavisinde kullanılmaktadır (Wyllie ve ark., 1990). Aynı bitkinin reçinesi antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelere sahiptir (Abdel-Rahman ve Soad, 1975, Iauk ve ark., 1996, Magiatis ve ark., 1999). Standart antioksidan kaynağı olan quercetin ve α - tokoferol gibi fenolikler ve flavonoidler içermelerinden dolayı *pistacia* türleri, önemli doğal antioksidan kaynakları olarak kullanılmaktadır. Çanakkale Boğazından toplanan *p. terebinthus*, toplam fenolik, flavonoid içerik ve toplam antioksidan aktiviteleri açısından araştırılmıştır ve yüksek antioksidan etkileri gözlenmiştir (Topçu ve ark., 2007).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada antioksidan katılmamış zade ayçicek yağı kullanılmıştır. Doğal antioksidan kaynağı olarak kahve çeşitleri (türk kahvesi, menengiç kahvesi, hurma çekirdeği kahvesi) yapay antioksidan olarak BHT, adsorban olarak bentonit kullanılmıştır.

Kahveler (türk kahvesi, menengiç kahvesi, hurma çekirdeği kahvesi) Konya'da faaliyet gösteren yerel bir aktardan temin edilip, analiz çalışmalarına kadar buzdolabında 4°C'de muhafaza edilmiştir.

Kullanılacak olan *Lady olympia* cinsi dondurulmuş parmak patatesler Konya'da faaliyet gösteren Torqu Doğrudan Gıda Market'ten temin edilmiştir.

Çalışmaya 4 lt yağ ile başlanmıştır. Kontrol grubu denemede ayçiçek yağına herhangi bir ekleme yapılmadan 4 lt yağa 500 gr torku dondurulmuş parmak patates olacak şekilde 8 kez kızartma işlemi uygulanmıştır. 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. ve 8. kızartma sonrasında 10 kişi tarafından görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat, genel kabuledilebilirlik gibi duyuşal açıdan değerlendirilmiştir. Kızartma işlemi biten yağ oda sıcaklığına soğuyana kadar bekletilmiş ardından analizler için 80-100 ml civarı yağ alınmış ve 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 8 günde tamamlanmıştır. Kalan yağ ağzı kapalı şekilde 2. gün kızartmasına kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir.

Doğal antioksidan kaynağı olarak kahveler ve adsorban olarak bentonit denemelerinde kahveler %1 oranında, bentonit ise %3 oranında kullanılmıştır. Bir kahve denemesi bittikten sonra diğer kahvelere ardından bentonit denemesine geçilmiştir. Çalışmaya 4 lt zade ayçiçek yağı ile başlanmıştır. 4 lt yağa kahveler %1 oranında bentonit %3 oranında eklenmiştir. Karışım bir gün boyunca belli aralıklarla çalkalanarak oda sıcaklığında bekletilmiştir. Ertesi gün filtre kağıdı ile karışımdan yağ süzölmüştür. Süzölen yağ kızartma işlemine alınmıştır. Patates miktarı 4 lt yağa 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. ve 8. kızartma sonrasında 10 kişi tarafından görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat, genel kabuledilebilirlik gibi duyuşal 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 test ile indüksiyon zamanının belirlenmesi, renk değerlerinin belirlenmesi ve iletkenlik analizleri yapılmıştır. Kalan yağ miktarı tespit edilmiş başlangıçtaki ile aynı oranda

adsorban veya kahve eklemesi yapılmış ve bir gün beklemeye bırakılmıştır. Bu işlem 8 kızartma olacak şekilde devam etmiştir.

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

3.2. Yöntem

3.2.1. Yağlarda yapılan analizler

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

Peroksit analizi: Peroksit değeri, eroksit sayısının belirlenmesinde AOAC'nin metodu uygulanmıştır (AOAC 2000). Peroksit sayısı, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 g yağdaki aktif oksijenin mikrogram olarak miktarıdır. Kızartılmış yağ örneğinden 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. Örnek kullanılmaksızın yapılan tanık deney sonucunda serbest iyot eseri bulunmamalıdır. Ayarlı 0.002 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile renk kaybolana kadar titre edilmiştir. 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)

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.

$$p-AV = 25 (1.2As - Ab) / m$$

p-AV = para-anisidin değeri

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

Ab = yağ çözeltisinin absorbansı

m = yağ örneğinin kütlesi (g)

Ransimat test ile indüksiyon zamanının belirlenmesi: AOCS Cd 12b-92'e göre yapılacaktır. 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).

Renk değerlerinin belirlenmesi: Ayçiçek yağları kızartma öncesi ve sonrasında Hunter renk değerleri değişimi Minolta Chroma meter CR 400 (Minolta Co., Osaka, Japan) cihazıyla ölmüştür. 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 ölmüştür. Rengin parlaklık koordinatı olan L* rengin beyazlığı hakkında bilgi verir ve 0 (karanlık) ile 100 (aydınlık) 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).

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

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.

3.2.2. Kahvelerde yapılan analizler

Toplam fenolik madde miktarları: Ekstraktları toplam fenolik madde tayini için Singleton ve ark. (1999) tarafından geliştirilen Folin-Ciocalteu spektrofotometrik yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre 100 ml'lik bir balon jöjeye 100 µl örnek konup üzerine 500 µl Folin ayracı, 1.5 ml sodyum karbonat (Na₂CO₃) 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. Sonuçlar ekstraktta mg/ml olarak bildirilmiştir.

DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikali yakalama aktivitesi: Ekstraktlardan 100 µl alınıp 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).

3.2.3. Patateslerde yapılan analizler

Duyusal analiz: Kızartılmış patatesler 10 panelist tarafından görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat, genel kabul edilebilirlik gibi özellikleri açısından değerlendirilmeye sunulmuştur (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 analizörü kullanarak 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).

3.2.4. İstatistik 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 kahve ekstraktlarının DPPH değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları mevcuttur (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Kullanılan kahve ekstraktlarının DPPH değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Numune	5	3397.06	679.411	148.81**	0.000
Hata	6	27.39	4.566		
Toplam	11	3424.45			

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

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

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

Çizelge 4.2. Kullanılan kahve ekstraktlarının toplam fenolik madde değeri değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Numune	5	0.036	0.007	530.79**	0,000
Hata	6	0.000	0.000		
Toplam	11	0.036			

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

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

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

Çizelge 4.3. Kullanılan kahve ekstraktlarının DPPH değeri değişimine ilişkin TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Numune	n	DPPH inhibisyonu (%)
<i>C. arabica</i> kahvesi ekstraktı (1/10 seyrelmiş)	2	47.417 b
<i>C. arabica</i> kahvesi ekstraktı (1/5 seyrelmiş)	2	80.268 a
Hurma çekirdeği kahvesi ekstraktı (1/10 seyrelmiş)	2	30.420 c
Hurma çekirdeği kahvesi ekstraktı (1/5 seyrelmiş)	2	47.02 b
Menengiç kahvesi ekstraktı (1/10 seyrelmiş)	2	29.86 c
Menengiç kahvesi ekstraktı (1/5 seyrelmiş)	2	52.22 b

Çizelge 4.3.'de kullanılan kahve ekstraktlarının DPPH değerleri incelendiğinde 1/5 oranında seyreltilmiş örneklerde %47.02 ile %80.268 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük değeri hurma çekirdeği kahvesi ekstraktı alırken en yüksek değeri *C. arabica* kahvesi ekstraktı almaktadır. 1/10 oranında seyreltilmiş örneklerde değerler %29.86 ile %47.417 arasında değişmektedir. En düşük değeri menengiç

kahvesi alırken en yüksek değeri *C. arabica* kahvesi almaktadır. *C. arabica* kahvesi'nin antioksidan aktivesinin diğer kahvelere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki çizelgede kullanılan kahve ekstraktlarının toplam fenolik madde değeri değişimine ilişkin TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları sunulmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Kullanılan kahve ekstraktlarının toplam fenolik madde değeri değişimine ilişkin TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Numune	n	Toplam Fenolik Madde (mg GA/ml)
<i>C. arabica</i> kahvesi ekstraktı (1/10 seyrelmiş)	2	0.129 b
<i>C. arabica</i> kahvesi ekstraktı (1/5 seyrelmiş)	2	0.247 a
Hurma çekirdeği kahvesi ekstraktı (1/10 seyrelmiş)	2	0.073 c
Hurma çekirdeği kahvesi ekstraktı (1/5 seyrelmiş)	2	0.152 b
Menengiç kahvesi ekstraktı (1/10 seyrelmiş)	2	0.094 c
Menengiç kahvesi ekstraktı (1/5 seyrelmiş)	2	0.139 b

Çizelge 4.4.'de kullanılan kahve ekstraktlarının toplam fenolik madde değerleri incelendiğinde 1/5 oranında seyreltilmiş örneklerde 0.139 mg GA/ml ile 0.247 mg GA/ml arasında değiştiği görülmektedir. En düşük toplam fenolik madde miktarı menengiç kahvesi ekstraktına aitken en yüksek toplam fenolik madde miktarı *C. arabica* kahvesi ekstraktına ait olduğu görülmektedir. 1/10 oranında seyreltilmiş örneklerde değerler 0.073 mg GA/ml ile 0.129 mg GA/ml arasında değişmektedir. En düşük değeri hurma çekirdeği kahvesi ekstraktı alırken en yüksek değeri *C. arabica* kahvesi ekstraktı almaktadır. En yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip kahve numunesinin *C. arabica* kahvesi olduğu görülmektedir.

4.2. Ayçiçek 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	8	66771.9	8346.48	15195.70**	0.000
Adsorban	5	4691.8	938.36	1708.38**	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	40	4823.7	120.59	219.55**	0.000
Hata	54	29.7	0.55		
Toplam	107	76317.0			

*, 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	8	66771.9	8346.48	15195.70**	0.000
Adsorban	5	4691.8	938.36	1708.38**	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	40	4823.7	120.59	219.55**	0.000
Hata	54	29.7	0.55		
Toplam	107	76317.0			

*, 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	8	167.491	20.936	526.42**	0.000
Adsorban	5	29.804	5.960	149.88**	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	40	19.759	0.494	12.42**	0.000
Hata	54	2.148	0.039		
Toplam	107	219.202			

*, 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	8	306.51	38.314	423.23**	0.000
Adsorban	5	1694.72	338.944	3744.09**	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	40	1174.16	29.354	324.25**	0.000
Hata	54	4.89	0.091		
Toplam	107	3180.28			

*, 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	8	3.575	0.446	300.77**	0.000
Adsorban	5	27.743	5.548	3733.71**	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	40	27.968	0.699	470.50**	0.000
Hata	54	0.080	0.001		
Toplam	107	59.368			

*, 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	8	341.08	42.635	506.01**	0.000
Adsorban	5	2677.22	535.443	6354.92**	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	40	526.88	13.172	156.33**	0.000
Hata	54	4.55	0.084		
Toplam	107	3549.72			

*, 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	8	1628.99	203.624	1095.71**	0.000
Adsorban	5	698.05	139.610	751.24**	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	40	214.83	5.371	28.90**	0.000
Hata	54	10.04	0.186		
Toplam	107	2551.91			

*, 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	8	0.900	0.112	148.95**	0.000
Adsorban	5	0.463	0.092	122.75**	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	40	0.694	0.017	22.99**	0.000
Hata	54	0.040	0.000		
Toplam	107	2.099			

*, 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	8	538.37	67.296	519.14**	0.000
Adsorban	5	1593.24	318.648	2458.14**	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	40	547.97	13.699	105.68**	0.000
Hata	54	7.00	0.130		
Toplam	107	2686.57			

*, 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	7	378391	54056	1.70ns	0.132
Adsorban	5	1289580	257916	8.11**	0.000
Kızartma Sayısı*Adsorban	35	1809177	51691	1.63 ns	0.059
Hata	48	1526367	31799		
Toplam	95	5003515			

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

Çizelge 4.5.'ten Çizelge 4.14.'e kadar tüm varyans tabloları incelendiğinde denemede uygulanan kızartma tekrarı iletkenlik, *p*-anisidin değeri, indüksiyon zamanı, L* değeri, a* değeri, b* değeri, peroksit değeri, serbest asitlik değeri ve toplam polar madde değeri açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Kızartılan patateslerin sertliği açısından ise uygulama parametrelerinin istatistiksel olarak önemli 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, a* değeri, b* değeri, peroksit değeri, serbest asitlik değeri ve toplam polar madde değeri açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Kızartılan patateslerin sertliği açısından ise uygulama parametrelerinin istatistiksel olarak önemli 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, a* değeri, b* değeri, peroksit değeri, serbest asitlik değeri ve toplam polar madde değeri açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Kızartılan patateslerin sertliği açısından ise uygulama parametrelerinin istatistiksel olarak önemli 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)	<i>p</i> -anisidin değeri	İndüksiyon Periyodu (saat)
kızartma öncesi	12	6.00 ^f	0.20 ^d	1.67 ^g	4.05 ⁱ	7.89 ^a
1. Kızartma	12	9.38 ^e	0.23 ^c	8.15 ^f	13.70 ^h	5.87 ^b
2. Kızartma	12	12.08 ^c	0.23 ^c	9.67 ^e	24.69 ^g	5.84 ^b
3. Kızartma	12	11.25 ^d	0.24 ^c	11.39 ^d	36.41 ^f	5.53 ^c
4. Kızartma	12	11.92 ^c	0.24 ^c	12.50 ^c	45.64 ^e	5.06 ^d
5. Kızartma	12	12.92 ^b	0.35 ^b	13.28 ^b	53.61 ^d	4.56 ^e
6. Kızartma	12	12.67 ^b	0.35 ^b	13.08 ^b	62.46 ^c	4.48 ^e
7. Kızartma	12	12.88 ^b	0.45 ^a	13.16 ^b	72.89 ^b	4.14 ^f
8. Kızartma	12	13.58 ^a	0.45 ^a	15.71 ^a	80.74 ^a	3.28 ^g

*, 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	L* değeri	a* değeri	b* değeri	İletkenlik (mS/cm)	Sertlik (N)
kızartma öncesi	12	70.38 ^b	-2.71 ^b	13.85 ^h	17.34 ^c	
1. Kızartma	12	70.03 ^b	-2.98 ^e	15.15 ^{fg}	17.27 ^c	829.918 ^a
2. Kızartma	12	70.80 ^a	-2.81 ^c	16.36 ^e	15.33 ^g	703.724 ^a
3. Kızartma	12	66.21 ^f	-2.66 ^a	15.52 ^f	15.88 ^f	729.567 ^a
4. Kızartma	12	66.30 ^{ef}	-2.72 ^b	15.13 ^g	15.53 ^g	663.649 ^a
5. Kızartma	12	68.81 ^d	-2.88 ^d	17.64 ^d	16.53 ^e	613.214 ^a
6. Kızartma	12	69.41 ^c	-3.20 ^g	18.13 ^c	19.45 ^a	676.502 ^a
7. Kızartma	12	66.68 ^e	-2.69 ^{ab}	18.63 ^b	19.00 ^b	631.487 ^a
8. Kızartma	12	68.53 ^d	-3.10 ^f	19.41 ^a	16.88 ^d	700.272 ^a

*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.15.'de toplam polar madde değerinin %6.00 ile %13.58 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. Yapılan 8 kızartma sonucu bu limitin aşılmadığı, kızartma tekrarının artışına bağlı olarak yağda polar bileşiklerin arttığı görülmektedir.

Serbest asitlik değerleri %0.2 ile %0.45 arasında değişim göstermiştir. En yüksek değeri 7. ve 8. 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. Kızartma işlemiyle birlikte yağda serbest asitlik miktarı artmıştır bu durum kızartma işlemi sonucunda serbest yağ asitleri oluşumunun arttığına işarettir. Bazı Avrupa ülkelerinde kızartma yağları için verilen limitlerde serbest asitlik değeri max. %2.5 olarak belirlenmiştir. Yapılan 8 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. Çalışmada görülen serbest asitlik değerleri kızartmalık yağlara göre yüksektir fakat çalışmada yemeklik ayçiçek yağı kullanıldığından dolayı değerler normal görülmektedir. Yağda serbest yağ asitleri arttıkça yağın kalitesi de düşmüştür.

Peroksit değeri 1.67 meq O₂/kg ile 15.71 meq O₂/kg arasında değişim göstermektedir. En düşük değeri kızartma öncesi yağlar alırken en yüksek değeri 8.

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. Çalışmada kızartma sayısının artışı ile peroksit değeri artmakta yağların kalitesi düşmektedir.

p-anisidin değeri 4.05 ile 80.74 arasında değişim göstermektedir. En düşük değeri kızartma öncesi yağlar alırken en yüksek değeri 8. kızartma yağları 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. Çalışmada kızartma sayısının artışı ile ikincil oksidasyon ürünlerinin artması *p*-anisidin değerinin artışına neden olmuştur.

İndüksiyon periyodu değerinin 7.89 saat ile 3.28 saat arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değeri kızartma öncesi yağlar alırken en düşük değeri 8. kızartma yağları almıştır. İndüksiyon periyodu yağların bozulma süresini ölçmektedir. Sürenin yüksek olması daha geç sürede bozulma meydana geldiğinden yağın kalitesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Kızartma sayısı arttıkça indüksiyon süresinin azaldığı görülmüştür. İndüksiyon süresinin azalması yağın dayanıklılığının azaldığına, kalitesinin düştüğüne işaretler. En dayanıklı yağların kızartma öncesi yağlar olduğu görülmektedir.

*L** değeri 66.21 ile 70.80 arasında değişim göstermiştir. En düşük değeri 3. kızartma yağları alırken en yüksek değeri 2. 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 2. kızartma yağlarında, en karanlık renk ise 3. kızartma yağlarında gözlenmiştir.

*a** değeri -2.66 ile -3.20 arasında değişim göstermiştir. En düşük değer 6. kızartma yağlarında en yüksek değer 3. kızartma yağlarında görülmektedir. *a** koordinatı pozitif iken kırmızılık, negatif iken yeşillik derecesini göstermektedir. *a** değerinin eksilerde olması renkte yeşillik değerinin baskın olduğuna işaret olduğundan tüm kızartmalarda yeşillik değeri baskındır ve en belirgin olarak 3. kızartma yağlarında görülmektedir.

b* değeri 13.85 ile 19.41 arasında değişim göstermiştir. En düşük değer kızartma öncesi yağlarda en yüksek değer 8. kızartma yağlarında görülmüştür. b* koordinatı pozitif iken sarılık, negatif iken mavilik derecesini göstermektedir. Bütün kızartmalarda sarılık değeri baskındır ve kızartma sayısı arttıkça yağdaki sarılık değerinde artış görülmüştür.

İletkenlik değeri 15.33 mS/cm ile 19.45 mS/cm arasında değişim göstermiştir. En düşük değer 2. kızartma yağlarında görülürken en yüksek değer 6. kızartma yağlarında görülmüştür. Yağda iletkenlik değerinde artış görülmesi kimyasal reaksiyonlar sonucu polar madde miktarının arttığına işarettir.

Kızartma sayısına bağlı patateslerdeki sertlik değeri ise 613,214 N ile 829,918 N arasında değişmektedir. Fakat istatistiksel olarak kızartma sayısının artışı ile patateslerin sertlik değerinin değişmediği görülmektedir.

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	18	8.81 ^e	0.21 ^e	7.30 ^e	46.80 ^c	5.15 ^b
<i>C. arabica</i> kahvesi	18	4.42 ^f	0.26 ^d	7.77 ^d	48.68 ^b	4.97 ^{bc}
Hurma çekirdeği kahvesi	18	11.28 ^d	0.33 ^b	11.61 ^c	45.08 ^d	5.11 ^b
Menengiç kahvesi	18	13.86 ^c	0.42 ^a	13.01 ^b	51.96 ^a	4.82 ^{cd}
Bentonit	18	14.58 ^b	0.28 ^c	14.05 ^a	37.27 ^e	4.73 ^d
BHT	18	15.50 ^a	0.33 ^b	12.00 ^c	32.99 ^f	6.31 ^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 ya da adsorban kaynağı	N	L* değeri	a* değeri	b* değeri	İletkenlik (mS/cm)	Sertlik (N)
Kontrol	18	68.66 ^c	-3.25 ^d	13.73 ^d	12.54 ^e	603.103 ^{bc}
<i>C. arabica</i> kahvesi	18	63.02 ^e	-2.05 ^a	18.73 ^b	17.22 ^c	496.524 ^c
Hurma çekirdeği kahvesi	18	68.80 ^c	-2.28 ^b	14.63 ^c	20.34 ^b	778.986 ^{ab}
Menengiç kahvesi	18	64.34 ^d	-3.31 ^e	26.82 ^a	26.07 ^a	706.142 ^{ab}
Bentonit	18	73.59 ^a	-3.00 ^c	12.13 ^e	13.04 ^d	852.302 ^a
BHT	18	73.07 ^b	-3.27 ^{de}	13.85 ^d	12.92 ^d	724.193 ^{ab}

*, Birbirinden farklı olan harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.16.'da toplam polar madde değerinin %4.42 ile %15.50 arasında değiştiği görülmektedir. Türkiye'de 28 Ağustos 2007 tarihli Resmi Gazete'de kızartmalık yağların düzenlenmesinde toplam polar madde miktarı \leq % 25 olarak tespit edilmiştir. Adsorban ya da antioksidan ilave edilerek kızartma işlemi yapılması ile bu limitin aşılmadığı görülmektedir. En düşük değeri *C. arabica* kahvesi ilave edilen yağlar alırken en yüksek değeri yapay antioksidan olarak kullanılan BHT ilave edilen yağlar almıştır. Bu durum *C. arabica* kahvesi'nin çok iyi bir adsorblayıcı madde olduğu, yağda meydana gelen polar bileşikler önemli seviyede azalttığı görülmektedir.

Serbest asitlik değerinin %0.21 ile %0.42 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük değeri kontrol yağları alırken en yüksek değeri menengiç kahvesi ilave edilen yağlar almıştır. Hurma çekirdeği kahvesi ilavesi ile BHT ilavesinin 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. 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. Yapılan bütün kızartma yağı örneklerinde bu sınırın aşılmadığı fakat adsorban ya da antioksidan ilavesinin yağda serbest asitlik miktarını artırdığı görülmüştür. Menengiç kahvesi ilavesinin yağda serbest asitlik oluşumunda en fazla olumsuz etki gösterdiği görülmektedir. Hurma çekirdeği kahvesinin ve BHT ilavesinin yağda serbest asitlik değerleri açısından aynı sonuçları verdiği görülmüştür.

Peroksit değerinin 7.30 meq O₂/kg ile 14.05 meq O₂/kg arasında değiştiği görülmektedir. En dşuk değeri kontrol yağları 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. Hurma ekirdeği kahvesi ilavesi ile BHT ilavesi yağdaki peroksit değeri açısında incelendiğinde istatistiksel olarak aynı sonuçları verdiği görülmüştür. *C. arabica* kahvesi ilavesinin ise BHT’den daha dşuk değerde olduğu ve *C. arabica* kahvesi’nin BHT’ye göre daha güçlü antioksidan kaynağı olduğu görülmektedir. Peroksit değeri sonuçlarına göre en güçlü antioksidan kaynağı *C. arabica* kahvesi daha sonra hurma çekirdeği kahvesi’dir. Menengiç kahvesi ilavesinin ise yağda birincil oksidasyon ürünlerini artırdığı görülmüştür.

p-anisidin değerinin 32.99 ile 51.96 arasında değiştiği görülmüştür. En dşuk değeri BHT ilave edilen yağlar alırken en yüksek değeri menengiç kahvesi 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. BHT’nin ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunu önemli derecede engellediği görülmektedir. Yağa hurma çekirdeği kahvesi ilave edilmesi kontrol yağına kıyasla ikincil oksidasyon ürünleri oluşumunda azalma meydana getirdiği dikkat çekmektedir. Menengiç kahvesi ilavesinin ise bu bileşiklerin artışına neden olduğu görülmüştür.

İndüksiyon periyodu değeri 4.73 ile 6.31 saat arasında değişmektedir. En dşuk değeri bentonit ilave edilen yağlar alırken en yüksek değeri BHT ilave edilen yağlar almaktadır. En dayanıklı yağın BHT ilave edilen yağlar, en dayanıksız yağların bentonit ilave edilen yağlar olduğu görülmüştür. İstatistiksel olarak incelendiğinde kontrol yağı ve hurma çekirdeği kahvesi ilave edilen yağlarının dayanıklılıklarının aynı olduğu görülmüştür.

L* değeri 63.02 ile 73.59 arasında değişmektedir. L* değeri rengin açıklığı hakkında bilgi verir ve 0 (karanlık) ile 100 (aydınlık) arasında değişir L* değeri arttıķa karanlıktan aydınlığa doğru bir geçiş meydana gelmektedir. En dşuk değeri *C. arabica* kahvesi ilave edilen yağlar alırken en yüksek değeri bentonit ilave edilen yağlar

almıştır. *C. arabica* kahvesi ilave edilen yağların en karanlık renge bentonit ilave edilen yağların ise en açık renge sahip olduğu görülmüştür. Hurma çekirdeği kahvesi ilave edilen yağlar ile kontrol yağları istatistiksel olarak aynı L* değeri sonucunu vermiştir.

a* değeri -2.05 ile -3.31 arasında değişmektedir. En yüksek değeri BHT ilave edilen yağlar alırken en düşük değeri *C. arabica* kahvesi ilave edilen yağlar almıştır. a* koordinatı pozitif iken kırmızılık, negatif iken yeşillik derecesini göstermektedir. Tüm örneklerde yeşillik değeri görülmektedir. Yeşillik değeri en baskın olan *C. arabica* kahvesi ilave edilen yağlar iken en az olan menengiç kahvesi ilave edilen yağlardır.

b* değeri 12.13 ile 26.82 arasında değişmektedir. En düşük değeri bentonit ilave edilen yağlar alırken en yüksek değeri menengiç kahvesi ilave edilen yağlar almıştır. b* koordinatı pozitif iken sarılık, negatif iken mavilik derecesini gösterir. Tüm örneklerde sarılık değeri görülmektedir. Sarılık değeri en baskın olan menengiç kahvesi ilave edilen yağlar iken en az olan bentonit ilave edilen yağlar olmuştur.

İletkenlik değeri 12.54 mS/cm ile 26.07 mS/cm arasında değişmektedir. En düşük değeri kontrol yağları alırken en yüksek değeri menengiç kahvesi ilave edilen yağlar almıştır. Bentonit ve BHT ilavesi istatistiksel olarak aynı sonuçları vermiştir. Yağda iletkenlik değerinde artış görülmesi polar madde miktarının arttığına işaretler. Menengiç kahvesi ilavesinin yağda polar bileşikler artırdığı görülmüştür.

Sertlik değeri 496.524 N ile 852.302 N arasında değişmektedir. En düşük değeri *C. arabica* kahvesi ilave edilen yağlar alırken en yüksek değeri bentonit ilave edilen yağlar almıştır. İstatistiksel olarak hurma çekirdeği kahvesi, menengiç kahvesi ve BHT ilavesi 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 interaksiyonun, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının TUKEY çoklu karşılaştırma testi.

Kızartma Sayıları	Antioksidan ve adsorban kaynağı	Toplam polar madde değeri (%)	Serbest asitlik değeri (%)	Peroksit değeri (meq O ₂ /kg)	<i>p</i> -anisidin değeri	İndüksiyon periyodu (saat)
Kızartma öncesi	Kontrol	7.25 ^{no}	0.12 ^{rs}	0.19 ^{aa}	4.60 ^{aabc}	7.35 ^{bcd}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	1.75 ^{rs}	0.13 ^{qrs}	1.64 ^{yzaa}	3.50 ^{ac}	8.31 ^a
	Hurma çekirdeği kahvesi	1.25 ^s	0.13 ^{pqrs}	1.49 ^{zaa}	3.65 ^{aabc}	8.14 ^{ab}
	Menengiç kahvesi	8.25 ^{mn}	0.54 ^{abc}	1.91 ^{yzaa}	4.80 ^{aabc}	7.22 ^{cde}
	Bentonit	9.25 ^{lm}	0.13 ^{qrs}	3.42 ^{xy}	3.81 ^{aabc}	7.41 ^{bc}
	BHT	8.25 ^{mn}	0.12 ^{rs}	1.36 ^{aa}	3.94 ^{aabc}	8.90 ^a
1. Kızartma	Kontrol	7.25 ^{no}	0.24 ^{mnopq}	1.64 ^{yzaa}	17.64 ^{xy}	5.73 ^{ghijk}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	4.75 ^{pq}	0.12 ^s	3.93 ^x	11.72 ^{aa}	4.83 ^{lmnopqrst}
	Hurma çekirdeği kahvesi	1.50 ^s	0.24 ^{mnopqr}	8.06 ^{stuvw}	6.81 ^{ab}	5.94 ^{ghij}
	Menengiç kahvesi	10.75 ^{kl}	0.49 ^{cdef}	12.92 ^{ijklm}	17.58 ^{xy}	6.00 ^{ghi}
	Bentonit	16.75 ^{bcd}	0.19 ^{opqrs}	13.79 ^{ghijkl}	13.17 ^{zaa}	6.52 ^{def}
	BHT	15.25 ^{def}	0.12 ^{rs}	8.53 ^{stu}	15.28 ^{yz}	6.18 ^{fgh}
2. Kızartma	Kontrol	7.25 ^{no}	0.16 ^{opqrs}	3.21 ^{xyz}	29.32 ^{tu}	5.18 ^{ijklmnop}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	6.25 ^{op}	0.21 ^{opqrs}	6.71 ^{uvw}	25.47 ^{vw}	6.01 ^{ghi}
	Hurma çekirdeği kahvesi	12.75 ^{hij}	0.27 ^{ijklmno}	10.75 ^{nopq}	19.52 ^x	5.76 ^{ghijk}
	Menengiç kahvesi	11.25 ^{jk}	0.24 ^{mnopq}	14.29 ^{defghij}	30.08 ^{stu}	5.37 ^{hijklmno}
	Bentonit	16.75 ^{bcd}	0.27 ^{ijklmno}	12.37 ^{klmno}	19.25 ^x	5.67 ^{ghijkl}
	BHT	18.25 ^{ab}	0.24 ^{mnopq}	10.65 ^{opqr}	24.48 ^w	7.08 ^{cde}
3. kızartma	Kontrol	9.25 ^{lm}	0.19 ^{opqrs}	6.59 ^{vw}	47.14 ^{no}	5.67 ^{ghijkl}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	2.25 ^{rs}	0.14 ^{pqrs}	6.54 ^w	37.21 ^q	5.59 ^{ghijklm}
	Hurma çekirdeği kahvesi	13.25 ^{ghi}	0.23 ^{mnopqrs}	14.63 ^{cdefghi}	31.28 st	5.44 ^{hijklmn}
	Menengiç kahvesi	11.75 ^{ijk}	0.35 ^{ghijklm}	13.53 ^{ghijkl}	45.90 ^{op}	5.19 ^{ijklmnop}
	Bentonit	14.75 ^{efg}	0.24 ^{mnopqr}	14.78 ^{cdefgh}	27.72 ^{uv}	5.13 ^{ijklmnopq}
	BHT	16.25 ^{cde}	0.28 ^{ijklmno}	12.27 ^{lmno}	29.21 ^{tu}	6.19 ^{fgh}

Çizelge 4.17. (devamı) 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 değeri (%)	Serbest asitlik değeri (%)	Peroksit değeri (meq O ₂ /kg)	p-anisidin değeri	İndüksiyon periyodu (saat)
4. Kızartma	Kontrol	9.25 ^{lm}	0.19 ^{opqrs}	11.33 ^{mnop}	54.71 ^{jk}	4.76 ^{mnopqrstu}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	4.25 ^q	0.22 ^{nopqrs}	8.35 ^{stuvw}	47.64 ^{mno}	5.01 ^{klmnopqr}
	Hurma çekirdeği kahvesi	11.25 ^{jk}	0.24 ^{mnopq}	12.60 ^{jklm}	49.60 ^{lmn}	4.98 ^{klmnopqrs}
	Menengiç kahvesi	14.25 ^{fgh}	0.36 ^{ghijkl}	14.30 ^{defghij}	58.91 ⁱ	4.56 ^{opqrstuvw}
	Bentonit	15.25 ^{def}	0.17 ^{opqrs}	15.78 ^{bcdef}	30.17 ^{stu}	4.65 ^{nopqrstuv}
	BHT	17.25 ^{bc}	0.27 ^{klmno}	12.61 ^{jklm}	32.78 ^{rs}	6.43 ^{efg}
5. kızartma	Kontrol	9.25 ^{lm}	0.25 ^{lmnop}	11.30 ^{mnop}	58.49 ⁱ	4.09 ^{tuvw}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	3.25 ^{qr}	0.27 ^{ijklmno}	8.93 ^{qrst}	55.82 ^{tj}	4.26 ^{rstuvw}
	Hurma çekirdeği kahvesi	14.25 ^{fgh}	0.26 ^{lmno}	14.15 ^{defghijk}	63.26 ^h	4.70 ^{nopqrstuv}
	Menengiç kahvesi	19.25 ^a	0.38 ^{fghijk}	14.75 ^{cdefghi}	65.75 ^{gh}	4.52 ^{opqrstuvw}
	Bentonit	14.75 ^{efg}	0.40 ^{defgh}	14.90 ^{cdefgh}	42.95 ^p	4.24 ^{rstuvw}
	BHT	16.75 ^{bcd}	0.51 ^{cd}	15.67 ^{bcdef}	35.39 ^{qr}	5.56 ^{hijklm}
6. kızartma	Kontrol	11.25 ^{jk}	0.22 ^{nopqrs}	8.89 ^{rst}	68.72 ^g	4.92 ^{klmnopqrst}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	3.25 ^{qr}	0.32 ^{hijklmn}	9.99 ^{pqrs}	65.12 ^h	4.14 ^{stuvw}
	Hurma çekirdeği kahvesi	16.75 ^{bcd}	0.26 ^{lmno}	13.53 ^{ghijkl}	72.36 ^f	4.32 ^{qrstuvw}
	Menengiç kahvesi	16.75 ^{bcd}	0.38 ^{fghij}	13.97 ^{fghijkl}	72.87 ^{ef}	4.39 ^{pqrstuvw}
	Bentonit	13.25 ^{ghi}	0.36 ^{ghijkl}	16.20 ^{bc}	50.62 ^{lm}	3.90 ^{vw}
	BHT	14.75 ^{efg}	0.53 ^{abc}	15.90 ^{bcde}	45.09 ^{op}	5.21 ^{ijklmnop}
7. kızartma	Kontrol	11.25 ^{jk}	0.23 ^{mnopqrs}	8.43 ^{stuv}	72.17 ^f	4.53 ^{opqrstuvw}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	6.25 ^{op}	0.50 ^{cde}	11.27 ^{mnop}	86.31 ^c	3.85 ^{vw}
	Hurma çekirdeği kahvesi	14.25 ^{fgh}	0.63 ^{ab}	13.25 ^{hijkl}	75.95 ^{de}	3.92 ^{uvw}
	Menengiç kahvesi	15.75 ^{cdef}	0.51 ^{cd}	14.30 ^{defghij}	77.60 ^d	3.75 ^w
	Bentonit	14.25 ^{fgh}	0.41 ^{defgh}	15.96 ^{bcd}	72.70 ^f	3.15 ^{xy}
	BHT	15.50 ^{def}	0.40 ^{defgh}	15.74 ^{bcdef}	52.58 ^{kl}	5.68 ^{fghijkl}
8. Kızartma	Kontrol	7.25 ^{no}	0.26 ^{lmno}	14.11 ^{efghijkl}	68.43 ^g	4.17 ^{rstuvw}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	7.75 ^{mno}	0.41 ^{defgh}	12.58 ^{jklmn}	105.37 ^a	2.71 ^{yz}
	Hurma çekirdeği kahvesi	16.25 ^{cde}	0.65 ^a	15.97 ^{bcd}	83.28 ^c	2.81 ^{yz}
	Menengiç kahvesi	16.75 ^{bcd}	0.52 ^{bcd}	17.11 ^b	94.16 ^b	2.44 ^{yz}
	Bentonit	16.25 ^{cde}	0.39 ^{efghi}	19.20 ^a	75.06 ^{def}	1.96 ^z
	BHT	17.25 ^{bc}	0.46 ^{cdefg}	15.26 ^{cdefg}	58.12 ⁱ	5.58 ^{hijklm}

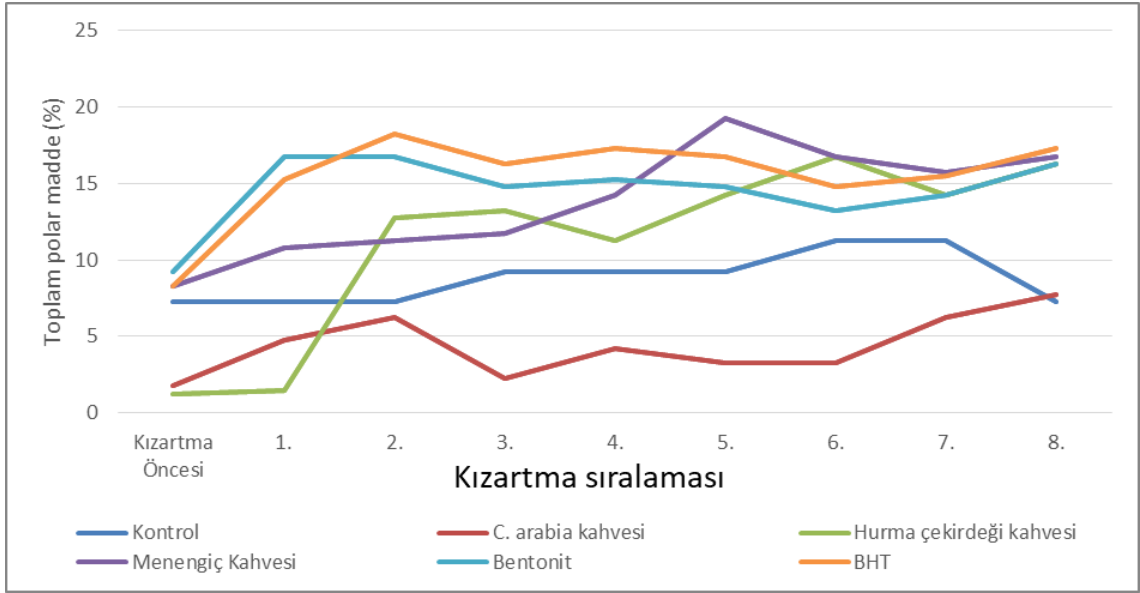
Çizelge 4.17. (devamı) Antioksidan ve adsorban ilavesi ile oluşan interaksiyonun, kullanılan yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalamalarının TUKEY çoklu karşılaştırma testi.

Kızartma sayıları	Antioksidan ve adsorban kaynağı	L* değeri	a* değeri	b* değeri	İletkenlik (mS/cm)	Sertlik (N)
Kızartma öncesi	Kontrol	75.78 ^b	-3.03 ^{pq}	12.49 ^{qrstu}	9.65 ^{uvwxy}	-
	<i>C. arabica</i> kahvesi	67.70 ^{mno}	-2.70 ^{klm}	14.24 ^{mno}	12.45 ^{mn}	-
	Hurma çekirdeği kahvesi	68.66 ^{klm}	-1.92 ^{cd}	12.85 ^{pqrst}	16.85 ^{ij}	-
	Menengiç kahvesi	67.41 ^{mnop}	-3.32 ^s	21.58 ^f	27.35 ^e	-
	Bentonit	72.18 ^{fg}	-2.59 ^{jkl}	10.69 ^x	17.40 ^{hi}	-
	BHT	70.59 ^{hij}	-2.72 ^{lm}	11.27 ^{uvwxy}	20.35 ^g	-
1. Kızartma	Kontrol	75.37 ^{bc}	-3.63 ^{wx}	14.85 ^{klmn}	19.65 ^g	774.50 ^{ab}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	67.14 ^{nop}	-3.03 ^{pq}	16.30 ^{ghij}	10.15 ^{tuvwxy}	703.73 ^{ab}
	Hurma çekirdeği kahvesi	69.00 ^{kl}	-2.45 ^{hij}	13.99 ^{mnop}	12.35 ^{mno}	916.29 ^{ab}
	Menengiç kahvesi	66.21 ^{pqr}	-2.87 ^{op}	21.32 ^f	28.40 ^{cd}	572.53 ^{ab}
	Bentonit	71.11 ^{ghi}	-2.83 ^{no}	11.66 ^{stuvwxy}	12.70 ^{lm}	994.16 ^{ab}
	BHT	71.37 ^{gh}	-3.09 ^{qr}	12.81 ^{pqrst}	20.35 ^g	1018.29 ^{ab}
2. Kızartma	Kontrol	69.86 ^{ijk}	-3.24 ^{rs}	13.71 ^{nopq}	16.40 ^{ij}	568.34 ^{ab}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	67.42 ^{mnop}	-2.65 ^{klm}	17.49 ^g	9.40 ^{vwxy}	371.21 ^{ab}
	Hurma çekirdeği kahvesi	78.27 ^a	-2.45 ^{hij}	16.22 ^{hij}	18.30 ^h	599.25 ^{ab}
	Menengiç kahvesi	63.10 ^v	-2.24 ^{fg}	25.02 ^d	27.80 ^{cde}	724.95 ^{ab}
	Bentonit	74.41 ^{cde}	-3.24 ^{rs}	12.28 ^{rstuv}	10.75 ^{qrst}	1094.19 ^a
	BHT	71.76 ^{gh}	-3.11 ^{qr}	13.44 ^{opqr}	9.35 ^{wx}	864.40 ^{ab}
3. Kızartma	Kontrol	69.64 ^{jkl}	-3.60 ^w	14.48 ^{mno}	6.30 ^y	589.26 ^{ab}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	57.46 ^y	-1.87 ^c	16.58 ^{ghi}	9.65 ^{uvwxy}	860.78 ^{ab}
	Hurma çekirdeği kahvesi	60.11 ^x	-1.59 ^b	9.24 ^{yz}	28.45 ^{cd}	647.04 ^{ab}
	Menengiç kahvesi	61.29 ^{wx}	-2.06 ^{de}	26.39 ^c	30.45 ^b	641.41 ^{ab}
	Bentonit	74.89 ^{bcd}	-3.21 ^{rs}	12.94 ^{stuvw}	11.25 ^{pqrst}	1046.63 ^{ab}
	BHT	73.87 ^{de}	-3.63 ^{wx}	14.53 ^{mno}	9.15 ^x	592.29 ^{ab}
4. Kızartma	Kontrol	64.61 ^{stu}	-3.23 ^{rs}	12.53 ^{qrst}	12.45 ^{mn}	484.62 ^{ab}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	51.25 ^z	-1.31 ^a	11.63 ^{tuvwxy}	10.30 ^{stuvw}	568.43 ^{ab}
	Hurma çekirdeği kahvesi	69.09 ^{kl}	-2.30 ^{fgh}	14.61 ^{mno}	17.35 ^{hi}	681.39 ^{ab}
	Menengiç kahvesi	65.08 ^{rst}	-3.51 ^{vw}	26.33 ^c	31.35 ^b	621.06 ^{ab}
	Bentonit	73.85 ^{de}	-2.74 ^{lm}	11.05 ^{vwxy}	11.35 ^{opqr}	782.78 ^{ab}
	BHT	73.95 ^{de}	-3.22 ^{rs}	14.68 ^{lmno}	10.40 ^{rstuv}	843.61 ^{ab}

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

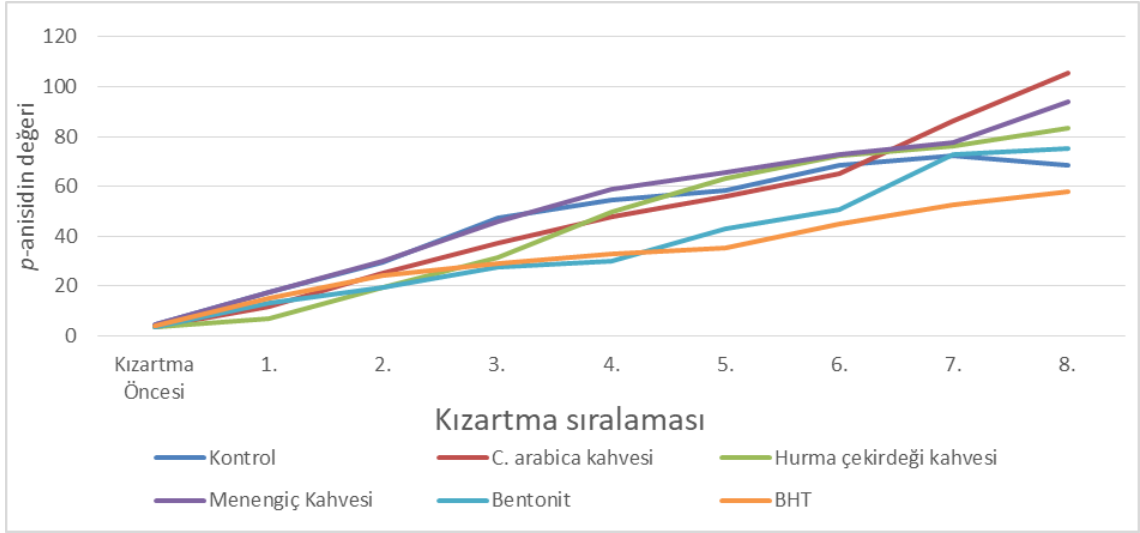
Kızartma sayısı	Antioksidan ve adsorban kaynağı	L* değeri	a* değeri	b* değeri	İletkenlik (mS/cm)	Sertlik (N)
5. Kızartma	Kontrol	69.54 ^{jkl}	-3.50 ^{vw}	15.11 ^{jklm}	12.30 ^{mno}	433.21 ^{ab}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	63.69 ^{uv}	-1.84 ^c	23.36 ^e	11.35 ^{opqr}	498.14 ^{ab}
	Hurma çekirdeği kahvesi	68.38 ^{lmn}	-2.33 ^{fgh}	15.11 ^{jklm}	26.20 ^f	768.11 ^{ab}
	Menengiç kahvesi	64.65 ^{stu}	-3.66 ^{wx}	26.66 ^c	27.55 ^{de}	562.30 ^{ab}
	Bentonit	73.19 ^{ef}	-2.55 ^{ijk}	10.44 ^{xy}	11.45 ^{nopq}	765.77 ^{ab}
	BHT	73.41 ^{ef}	-3.40 ^{uv}	15.16 ^{jklm}	10.35 ^{rstuvw}	651.75 ^{ab}
6. Kızartma	Kontrol	66.69 ^{opq}	-3.04 ^{qr}	13.96 ^{mnop}	11.45 ^{nopq}	769.70 ^{ab}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	66.75 ^{opq}	-2.41 ^{hi}	20.48 ^f	32.50 ^a	410.49 ^{ab}
	Hurma çekirdeği kahvesi	68.63 ^{lmn}	-2.37 ^{gh}	15.90 ^{ijkl}	19.35 ^g	980.22 ^{ab}
	Menengiç kahvesi	65.50 ^{qrs}	-5.13 ^a	31.53 ^{ab}	30.55 ^b	778.13 ^{ab}
	Bentonit	74.99 ^{bcd}	-2.73 ^{lm}	10.97 ^{wx}	12.40 ^{mn}	568.10 ^{ab}
	BHT	74.27 ^{cde}	-3.51 ^{vw}	15.94 ^{ijk}	10.45 ^{qrstu}	552.37 ^{ab}
7. Kızartma	Kontrol	56.59 ^y	-2.18 ^{ef}	9.16 ^z	12.00 ^{mnop}	529.85 ^{ab}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	64.02 ^{tuv}	-1.38 ^a	23.58 ^e	30.55 ^b	314.97 ^b
	Hurma çekirdeği kahvesi	69.53 ^{jkl}	-2.77 ^{mno}	17.36 ^{gh}	30.65 ^b	840.87 ^{ab}
	Menengiç kahvesi	61.69 ^w	-2.86 ^{no}	32.06 ^a	17.30 ^{hi}	684.20 ^{ab}
	Bentonit	73.87 ^{de}	-3.77 ^{xy}	17.24 ^{gh}	13.65 ^{kl}	723.94 ^{ab}
	BHT	74.42 ^{cde}	-3.19 ^{qrs}	12.37 ^{rstu}	9.85 ^{tuvw}	695.08 ^{ab}
8. Kızartma	Kontrol	69.84 ^{ijk}	-3.83 ^y	17.27 ^{gh}	12.65 ^{lm}	610.40 ^{ab}
	<i>C. arabica</i> kahvesi	61.79 ^w	-1.24 ^a	24.95 ^d	28.65 ^c	309.36 ^b
	Hurma çekirdeği kahvesi	67.54 ^{mno}	-2.38 ^{gh}	16.43 ^{ghi}	13.60 ^{kl}	798.72 ^{ab}
	Menengiç kahvesi	64.17 ^{tuv}	-4.15 ^z	30.53 ^b	13.90 ^k	1064.55 ^{ab}
	Bentonit	73.84 ^{de}	-3.37 ^{tuv}	12.88 ^{pqrs}	16.40 ^{ij}	842.84 ^{ab}
	BHT	74.01 ^{de}	-3.63 ^{wx}	14.44 ^{mno}	16.05 ^j	575.76 ^{ab}

Çizelge 4.17.'de antioksidan ve adsorban ilavesi ile oluşan interaksiyonun, 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 interaksiyon grafikleri ile yorumlanmıştır.



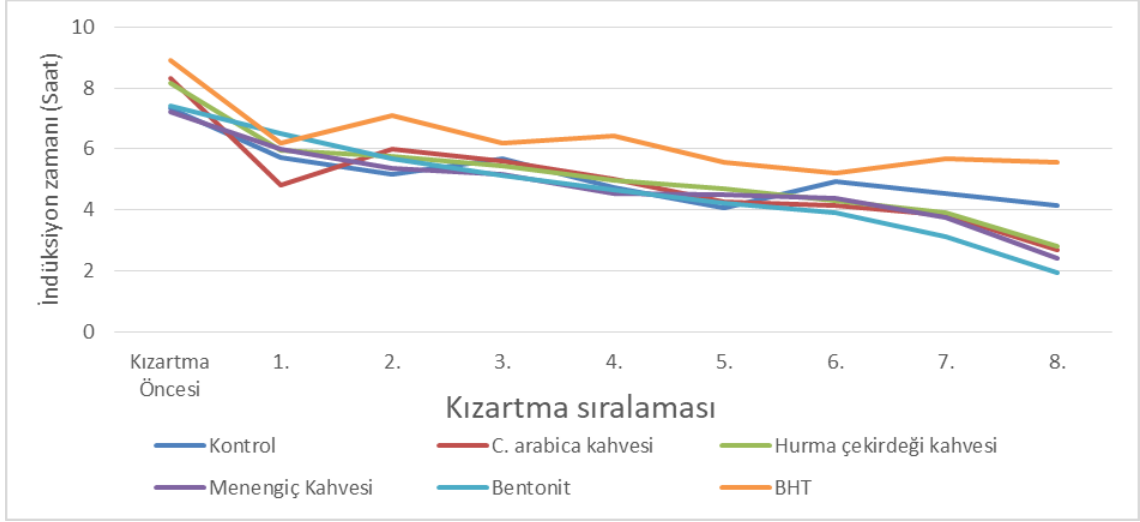
Grafik 4.1. Toplam polar madde değerleri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

Grafik 4.1.’de Toplam polar madde değerleri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyona göre toplam polar madde miktarı kızartma sürecinde en düşük kontrol örneklerinde ve *C. arabica* kahvesi ilave edilen örneklerde gözlemlenmiştir. Kontrol örneklerinin toplam polar madde miktarının 8. 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. Grafikte görüldüğü üzere toplam polar madde değerleri bu limitin altındadır. *C. arabica* kahvesi ilave edilen örneklerde toplam polar madde en düşük değerlerde olması iyi bir adsorblayıcı madde olduğunu göstermektedir.



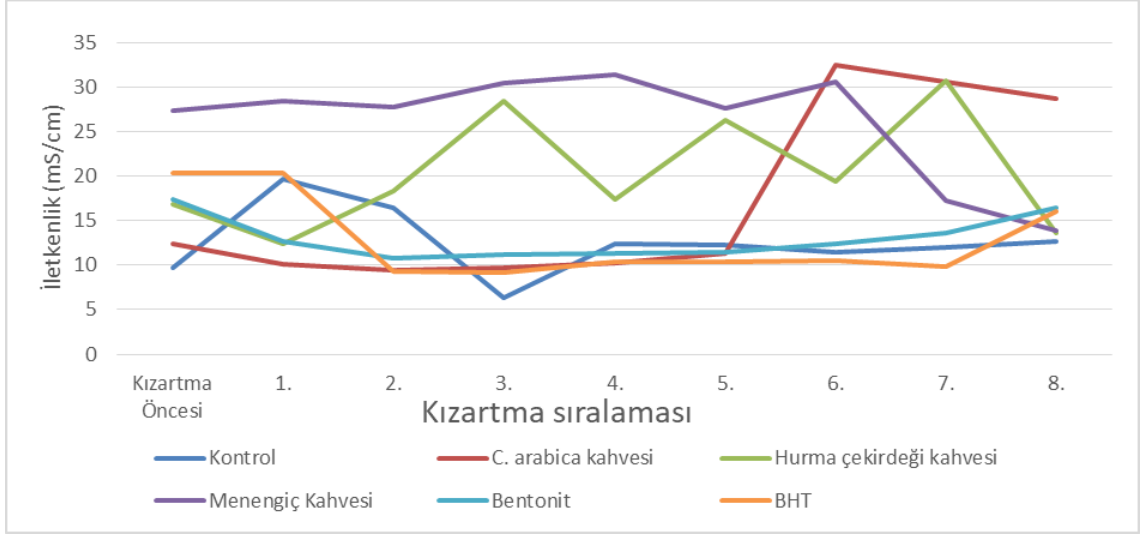
Grafik 4.2. *p*-anisidin değerleri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

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. 8. kızartmada *C. arabica* kahvesi ilave edilen yağların *p*-anisidin değeri en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Menengiç kahvesi ilavesinin genel olarak en yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. 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. Yağa BHT ilavesinin ikincil oksidasyon ürünleri oluşumunu önemli derecede engellediği, menengiç kahvesi ilavesinin bu bileşikleri artırdığı görülmektedir.



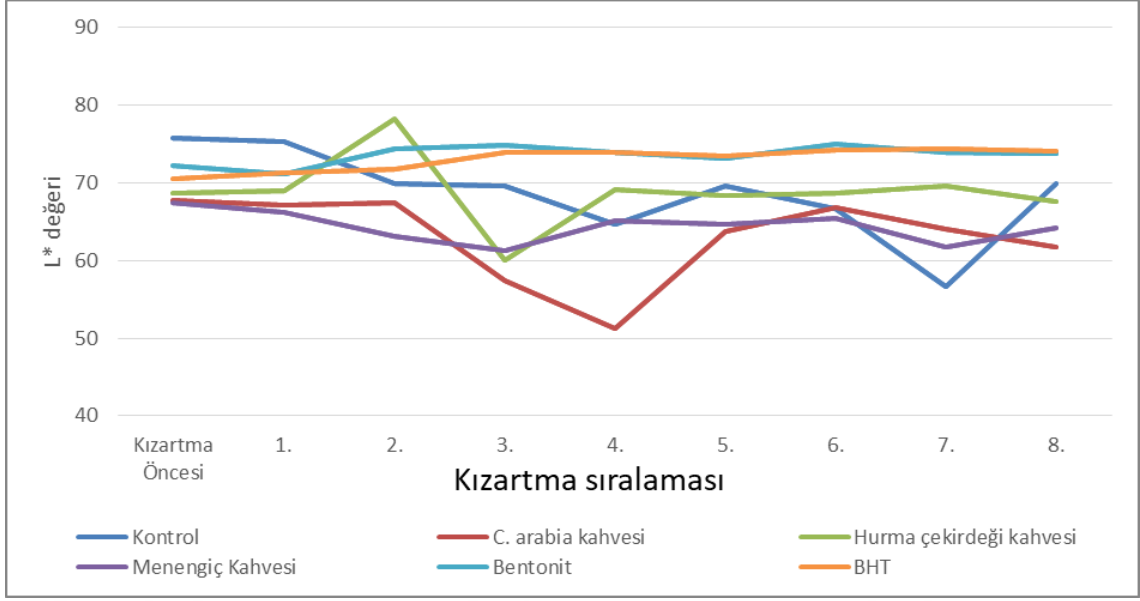
Grafik 4.3. İndüksiyon zamanı üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksyonu.

Grafik 4.3.’de İndüksiyon zamanı üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksyonu ile indüksiyon zamanı genel olarak kızartma sayısı artışı ile azalmıştır. İndüksiyon zamanının azalması yağın dayanıklılığının azaldığının işaretidir. BHT ilave edilmiş ayçiçek yağı örneklerinin indüksiyon zamanı seviyesi, 8. kızartma sonunda diğer örneklere göre daha yüksek seviyede kalmıştır. Bunu kontrol örneği takip etmiştir. İndüksiyon zamanı açısından da en düşük seviyede bentonit 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. Grafiğe göre en dayanıklı yağların BHT ilave edilen yağlar olduğu görülmektedir.



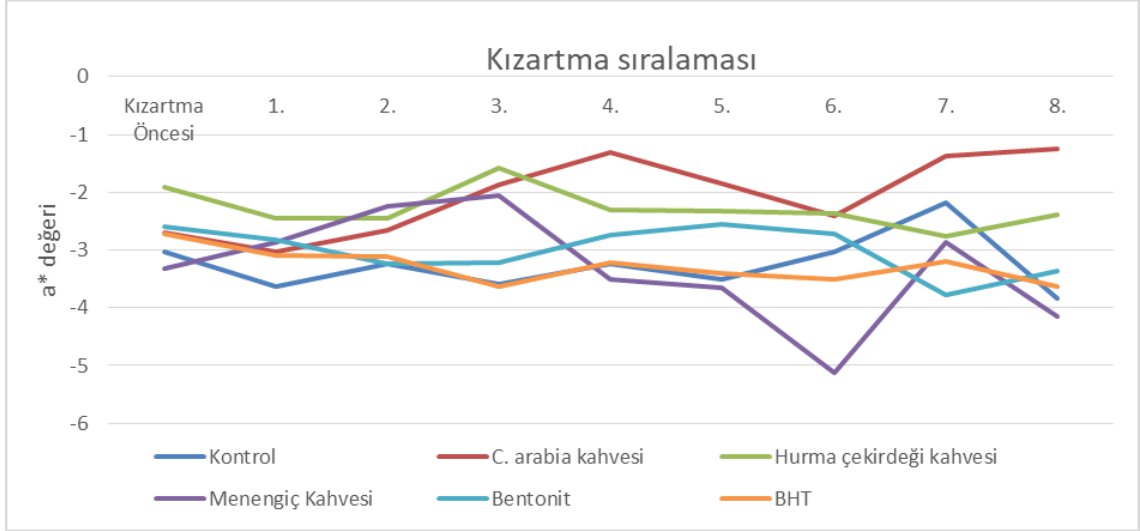
Grafik 4.4. İletkenlik üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

Grafik 4.4.’de İletkenlik üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonunda görüldüğü üzere kızartma sayısının artışına bağlı olarak iletkenlik değeri en düşük BHT ilave edilen ve bentonit ilave edilen örneklerde gözlenmiştir. 5. kızartma sonrası *C. arabica* kahvesi ilave edilen örneklerde bir artış dikkat çekmektedir ve 8. kızartma sonunda en yüksek değere sahip olmuştur. 8. kızartma sonunda en düşük değer kontrol örneklerinde gözlenmiştir. İletkenlik değerinin yüksek olması yağda kimyasal reaksiyonlar sonucu meydana gelen polar bileşenlerin arttığının göstergesidir. Menengiç kahvesi ilave edilen yağlarda polar bileşen miktarı en yüksek seviyelerde görülmüştür.



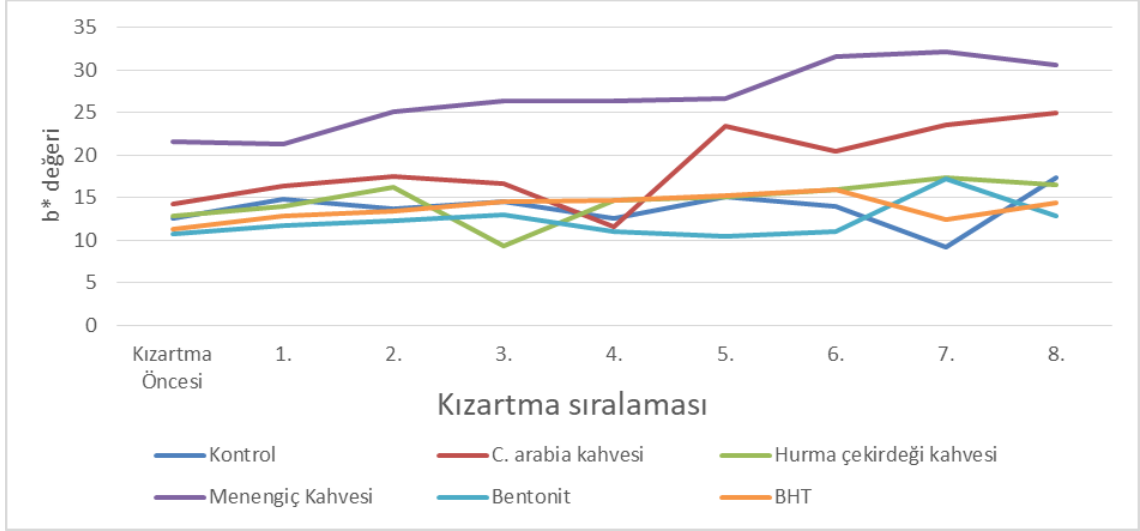
Grafik 4.5. L* değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

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 BHT ilave edilen örnekler için yaklaşık aynı değerlerdedir ve en yüksek değerler bunlarda görülmektedir. *C. arabica* kahvesi örnekleri en düşük değerlerde görülmektedir. 8. kızartma sonunda da en yüksek değer bentonit ve BHT ilave edilen örneklerde görülürken en düşük değer *C. arabica* kahvesi 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. Bentonit ve BHT ilave edilen yağların en açık renge, *C. arabica* kahvesi ilave edilen örneklerin en karanlık renge sahip olduğu görülmektedir.



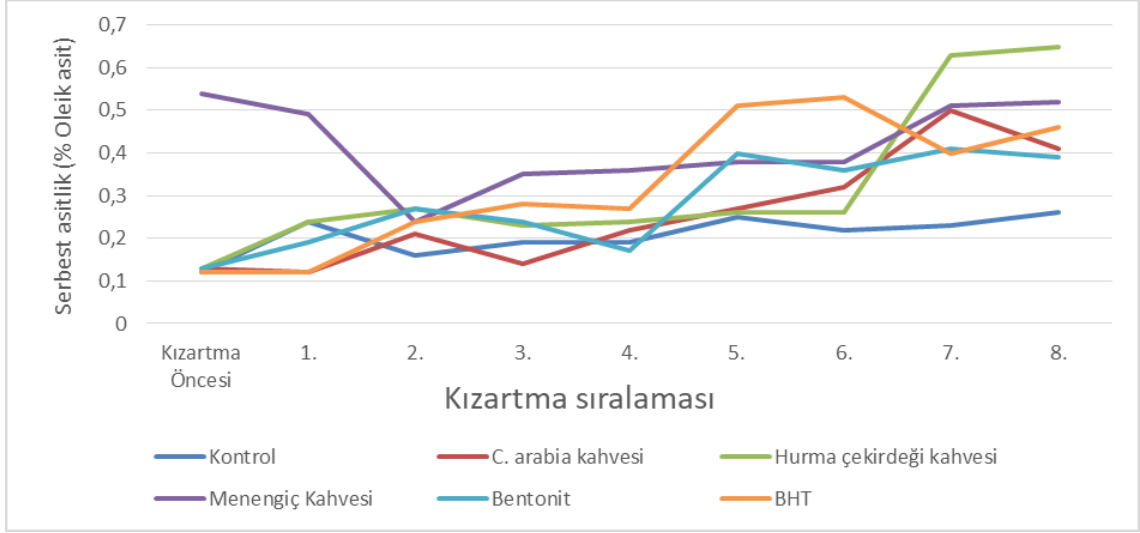
Grafik 4.6. a* değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

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



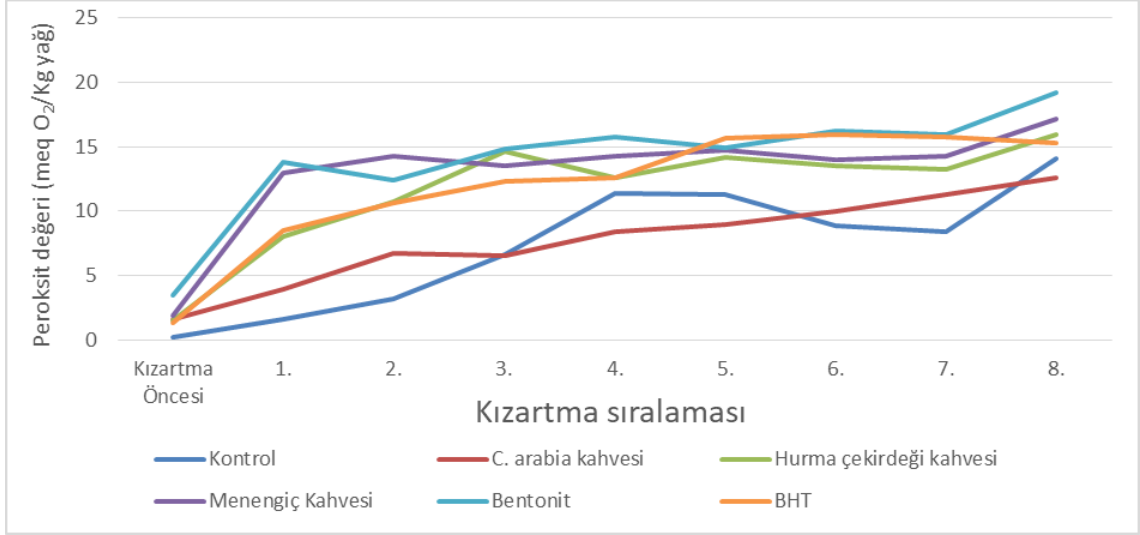
Grafik 4.7. b* değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

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 menengiç kahvesi 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 sarılık değeri görülürken en baskın renk menengiç kahvesi ilave edilen örneklerdedir.



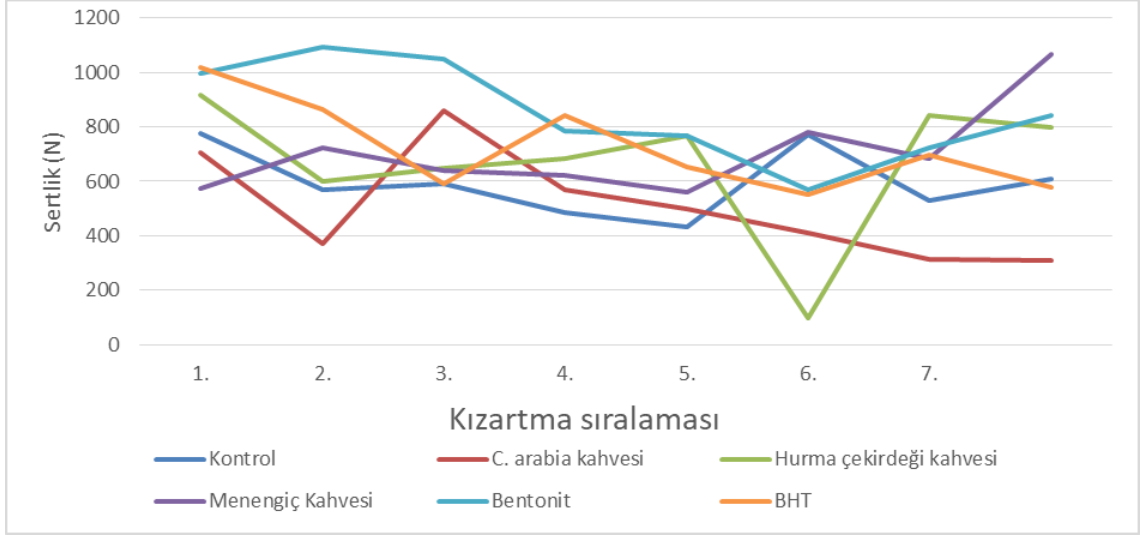
Grafik 4.8. Serbest asitlik değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksyonu.

Grafik 4.8.’de serbest asitlik değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksyonunda görüldüğü üzere kızartma sayısı artışına bağlı olarak serbest asitlik değeri dalgalanmalar gösterse de genel olarak bir artış eğilimindedir. En yüksek değerler menengiç kahvesi ilave edilen örneklerde gözlenirken 6. Kızartma sonrasında hurma çekirdeği kahvesi ilave edilen örneklerde bir artış görülmekte ve 8. kızartma sonunda en yüksek değere sahip olduğu dikkat çekmektedir. En düşük değerler ise kontrol örneklerinde 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. Bazı Avrupa ülkelerinde kızartma yağları için verilen limitlerde serbest asitlik değeri max. %2.5 olarak belirlenmiştir. Yapılan bütün kızartma yağı örneklerinde bu sınırın aşılmadığı fakat adsorban ya da antioksidan ilavesinin yağda serbest asitlik miktarını artırdığı görülmüştür. Menengiç kahvesi 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 Serbest asitlik 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 *C.arabica* kahvesinde 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. *C. arabica* kahvesi ilave edilen örneklerin BHT ilave edilen örneklerden düşük sevide olması *C. arabica* kahvesi’nin yağda birincil oksidasyon ürünlerini önemli derecede engellediğinin göstergesidir.

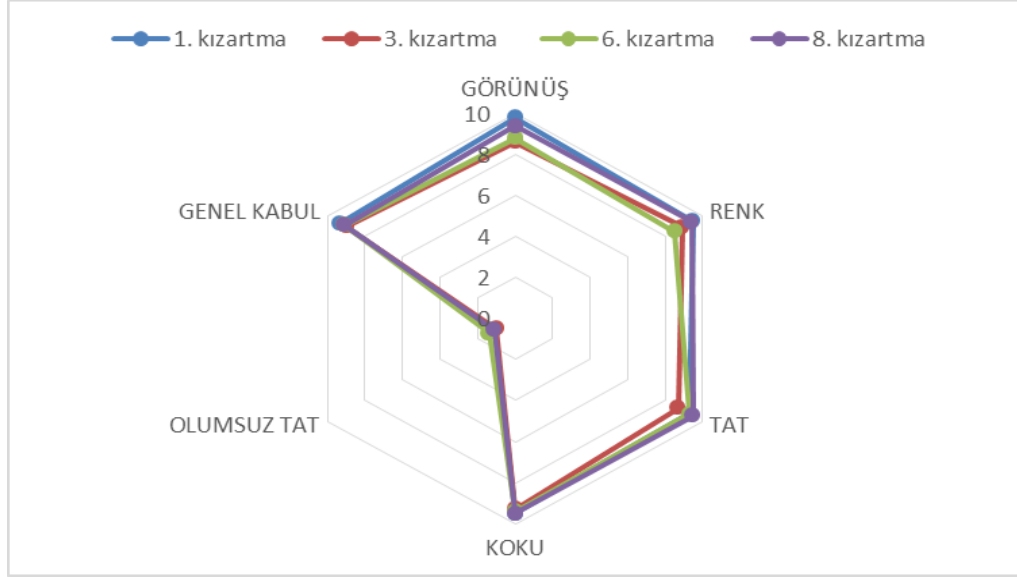


Grafik 4.10. Sertlik değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonu.

Grafik 4.10.’da sertlik değeri üzerine etkili “kızartma sayısı (A) x adsorban ve antioksidan (B)” interaksiyonunda görüldüğü üzere kızarmış patateslerde sertlik değeri en yüksek bentonit ilave edilen yağlarda olduğu görülmektedir. En düşük değerler ise *C. arabica* kahvesi ilave edilen yağlarda yapılan kızartma işlemlerinde görülmektedir. Kızarmış patateslerin sertliği bentonit ilave edilen yağlarda en fazla görülmüştür.

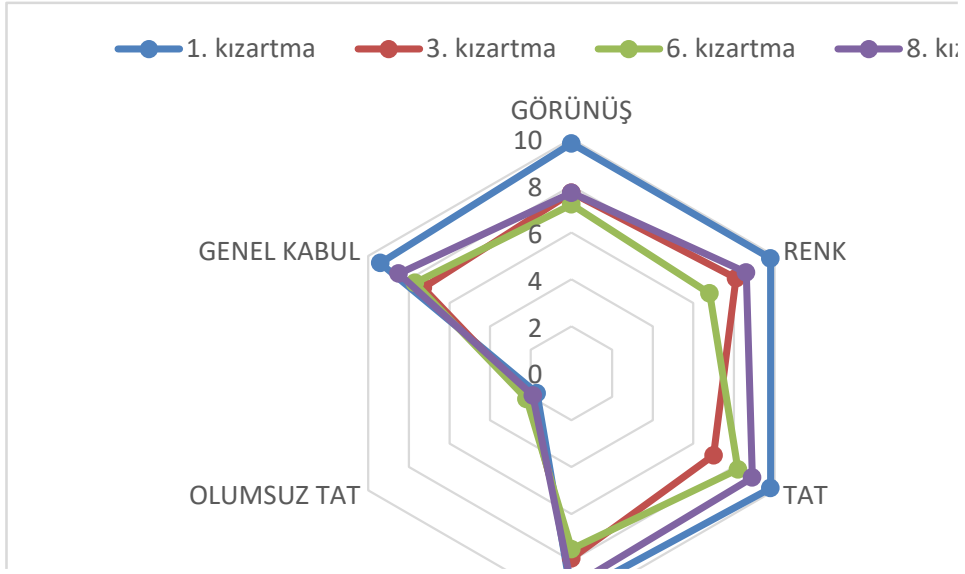
4.3. Kızartma Tekrarı Yapılan Ayçiçek Yağının Duyusal Değerlendirilmesi

Duyusal analiz sonuçları Şekil 4.11.’de kontrol grubu kızartılmış patateslerde, Grafik 4.12.’de *Coffea arabica* grubu kızartılmış patateslerde, Grafik 4.13.’de hurma çekirdeği kahvesi grubu kızartılmış patateslerde, Grafik 4.14.’de menengiç kahvesi grubu kızartılmış patateslerde, Grafik 4.15.’de adsorban grubu ve Grafik 4.16.’da BHT grubu kızartılmış patateslerde sunulmuştur.



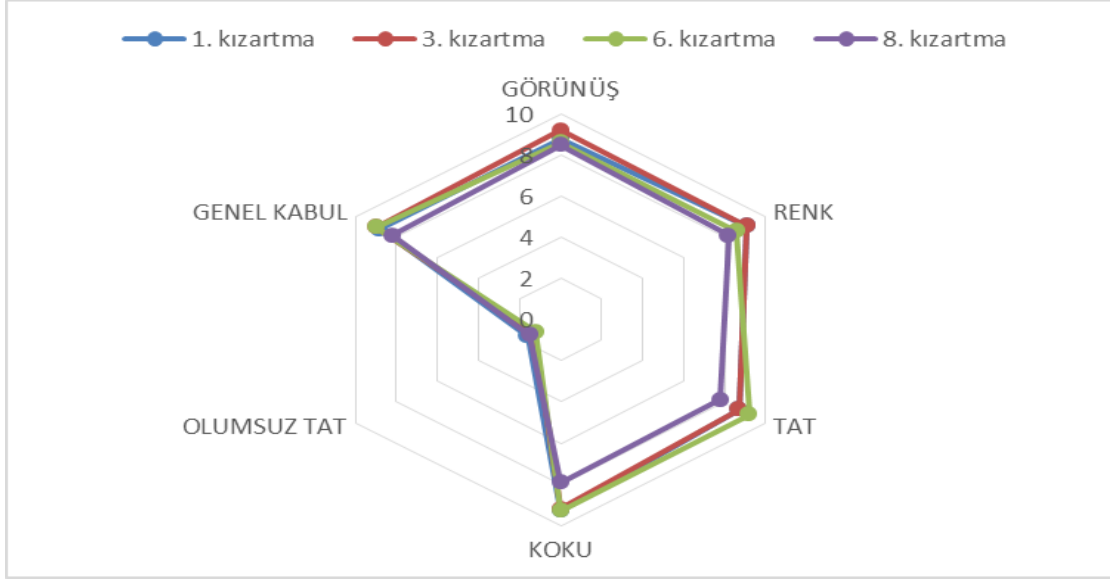
Grafik 4.11. Kontrol yağda kızartılmış patateslerin 1. 3. 6. ve 8. kızartma örneklerinde görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat ve genel kabuledilebilirlik parametrelerinin değerlendirildiği duyu analiz verilerine ait grafik.

Grafik 4.11’de kontrol grubu yağda yapılan 1. 3. 6. ve 8. kızartma işlemlerinde kızartılmış patateslerde görünüşün rengin tadın kokunun genel kabul edilebilirliğinin istenen düzeyde yüksek çıktığı ve olumsuz tadın da yine istenen seviyede düşük çıktığı görülmüştür. Kızartılmış patateslerin görünüşünde en yüksek sonuç 1. kızartmada en düşük sonuç 3. kızartmada, renginde en yüksek sonuç 1. kızartmada en düşük sonuç 6. kızartmada, tadında en yüksek sonuç 8. kızartmada en düşük sonuç 3. kızartmada görülürken kokusunda kızartmalar arası bir değişiklik görülmemiştir. Genel kabuledilebilirlik 1. kızartma örneklerinde diğerlerine göre bir miktar yüksek çıkmıştır. Olumsuz tat hiçbir kızartma örneği için saptanmamıştır.



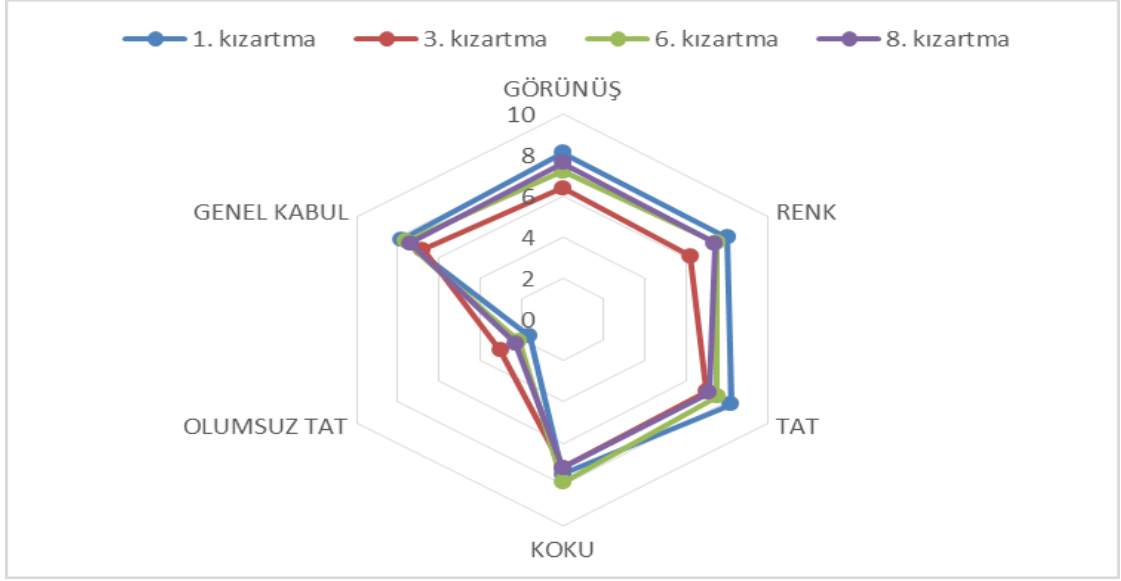
Grafik 4.12. *Coffea arabica* eklenmiş yağda kızartılmış patateslerin 1. 3. 6. ve 8. kızartma örneklerinde görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat ve genel kabuledilebilirlik parametrelerinin değerlendirildiği duyu analiz verilerine ait grafik.

Grafik 4.12’de *Coffea arabica* kahvesi eklenmiş yağda yapılan 1. 3. 6. ve 8. kızartmada elde edilen kızarmış patateslerin görünüşünde en yüksek sonucu 1. kızartma en düşük sonucu 6. kızartma, renginde en yüksek sonucu 1. kızartma en düşük sonucu 6. kızartma, tadında en yüksek sonucu 1. kızartma en düşük sonucu 3. kızartma kokusunda en yüksek sonucu 1. kızartma en düşük sonucu 6. kızartma alırken olumsuz tat her kızartma örneğinde düşük çıkmıştır. Genel kabul edilebilirlik ise en yüksek 1. kızartma en düşük 3. kızartma örneklerinde görülmüştür. Genel anlamda 1. kızartma örnekleri için bütün parametreler en yüksek seviyede görülmüştür. Kızartma tekrarlarının artması *Coffea arabica* kahvesi örnekleri grubunda çok yüksek olmasa da kontrol örnekleri grubuna (Grafik 4.11.) göre bir miktar istenmeyen sonuçlar vermiştir.



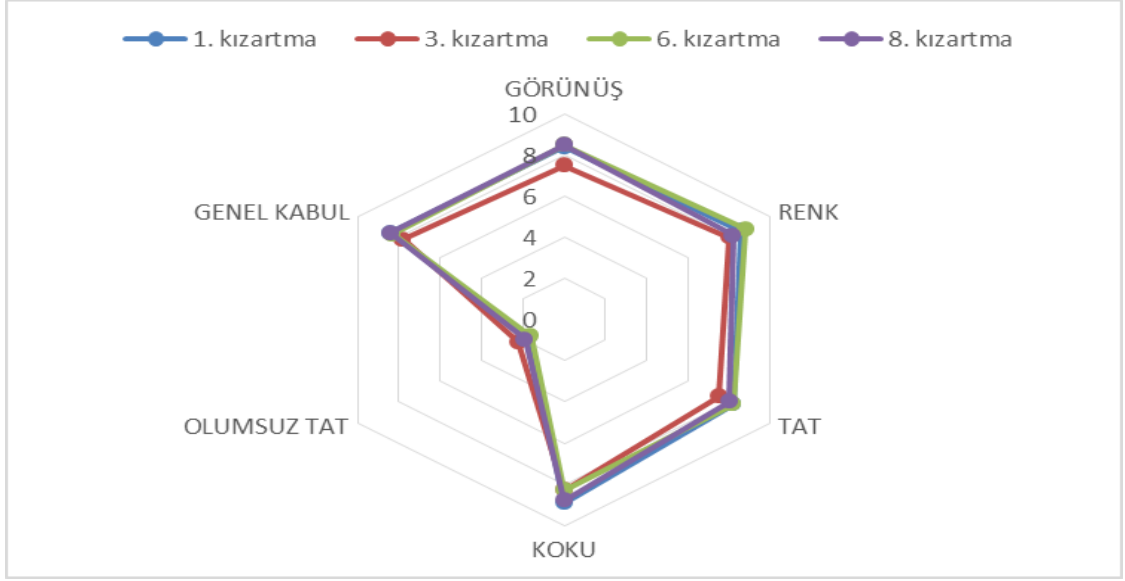
Grafik 4.13. Hurma çekirdeği kahvesi eklenmiş yağda kızartılmış patateslerin 1. 3. 6. ve 8. kızartma örneklerinde görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat ve genel kabuledilebilirlik parametrelerinin değerlendirildiği duyu analizi verilerine ait grafik.

Grafik 4.13'te hurma çekirdeği kahvesi eklenmiş yağda yapılan 1. 3. 6. ve 8. kızartmada elde edilen kızartılmış patateslerin görünüşünde ve renginde kızartma tekrarına bağlı çok fark görülmemekle birlikte en yüksek sonuç 3. kızartmada en düşük sonuç 8. kızartmada, tadında ve kokusunda en yüksek sonuç 6. kızartmada en düşük sonuç 8. kızartmada görülmüştür. Genel kabul edilebilirlik en yüksek 6. kızartmada iken en düşük 8. kızartmada görülmüştür. Olumsuz tat her kızartma örneği için düşük seviyededir. Genel anlamda 8. kızartma olumsuz tat hariç her parametre için en düşük seviyededir.



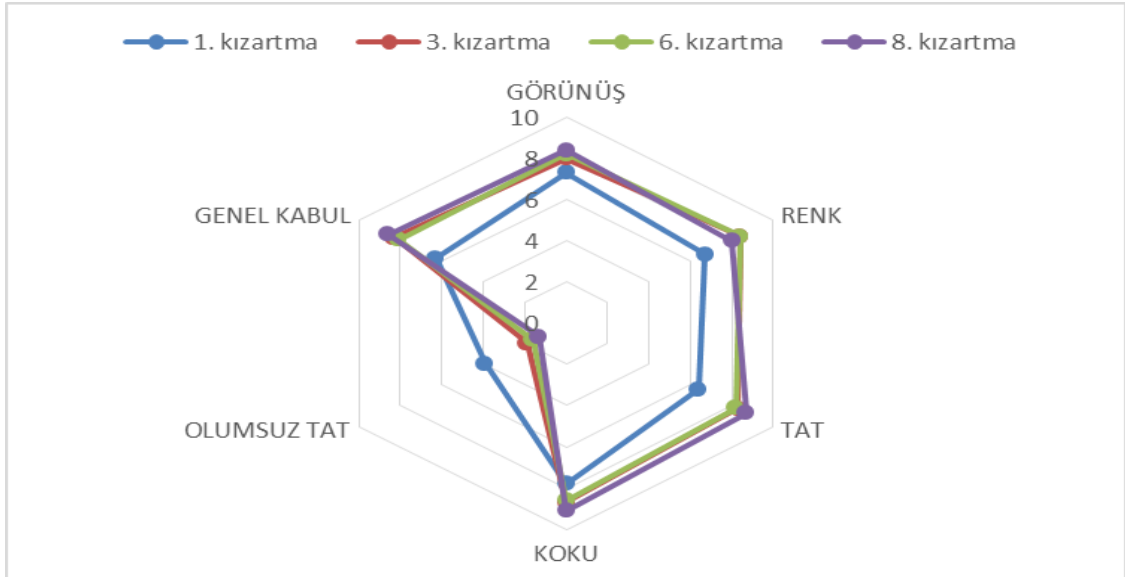
Grafik 4.14. Menengiç kahvesi eklenmiş yağda kızartılmış patateslerin 1. 3. 6. ve 8. kızartma örneklerinde görünüş, renk, tat, koku, olumsuz tat ve genel kabuledilebilirlik parametrelerinin değerlendirildiği duyu analizi verilerine ait grafik.

Grafik 4.14.'te menengiç kahvesi eklenmiş yağda yapılan 1. 3. 6. ve 8. kızartmada elde edilen kızartılmış patateslerin görünüşünde ve renginde en yüksek sonuç 1. kızartmada en düşük sonuç 3. kızartmada, tadında en yüksek sonuç 1. kızartmada en düşük sonuç 8. kızartmada kokusunda en yüksek sonuç 6. kızartmada en düşük sonuç 8. kızartmada görülmüştür. Genel kabuledilebilirlik açısından en yüksek değerler 1. kızartmada iken en düşük değerler 3. kızartmada görülmüştür. Menengiç grubunda diğer gruplara göre bir miktar olumsuz tat gözlenmiştir. 3. kızartmada en fazla olumsuz tat gözlenirken 1. kızartma en az olumsuz tada sahip olmuştur.



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

Grafik 4.15'te adsorban eklenmiş yağda yapılan 1. 3. 6. ve 8. kızartmada elde edilen kızartılmış patateslerin duyu parametrelerinde kızartma tekrarına bağlı çok fark görülmemekle birlikte görünüşünde en yüksek sonuç 8. kızartmada en düşük sonuç 3. kızartmada görülmektedir. Olumsuz tat her kızartma tekrarı için düşük seviyededir.



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

Grafik 4.16’da BHT eklenmiş yağda yapılan 1. 3. 6. ve 8. kızartmada elde edilen kızartılmış patateslerin duyusal parametrelerinde en yüksek sonuç 8. kızartmada en düşük sonuç ise 1. kızartmada görülmektedir. Kızartma tekrarı arttıkça patateslerin duyusal kalitesi artmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, kızartma işleminde kullanılan yağlarda tekrarlanan kızartma prosesi ile oluşan bozulmaların antioksidan aktiviteye sahip *C. arabica* kahvesi, hurma çekirdeği kahvesi, ve menengiç kahvesi ilavesi ile giderilmesi amaçlanmış olup, bu kahve çeşitlerinin antioksidan olarak BHT, adsorban olarak bentonite göre yağın kalitesinin iyileştirilmesine etkisi kıyaslanmıştır.

Kullanılan kahve ekstraktları değerlendirildiğinde, radikal süpürücü etkileri 1/5 oranında seyreltilmiş örneklerde %47.02 ile %80.268 arasında değiştiği görülmektedir. DPPH inhibisyonu bakımından en düşük aktiviteyi hurma çekirdeği kahvesi ekstraktı gösterirken, *C. arabica* kahvesi ekstraktı en yüksek DPPH inhibisyonu aktivitesi göstermiştir.

Toplam fenolik madde miktarı bakımından kullanılan ekstraktlar değerlendirildiğinde, en yüksek değer *C. arabica* kahvesi ekstraktında tespit edilirken, en düşük değer menengiç kahvesi ekstraktında belirlenmiştir. Kahve ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı 1/5 oranında seyreltilmiş örneklerde mg GA/ml ile 0.247 mg GA/ml arasında değiştirmiştir.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağları toplam polar madde miktarı bakımından değerlendirildiğinde, toplam polar madde miktarı %6.00 ile %13.58 arasında değişmiştir. Kızartma sayısı tekrarı arttıkça, toplam polar madde miktarı da artmıştır. *C. arabica* kahvesi ile muamele edilmiş yağ örneklerinde ve kontrol örneğinde tekrarlanan kızartmalar sonucunda toplam polar madde miktarı en düşük seviyelerde ilerlemiştir. Hurma çekirdeği kahvesi ile muamele edilmiş yağ örneklerinde yapılan kızartma işlemlerinde yağda toplam polar madde miktarı BHT ve bentonit ilave edilmiş yağ örneklerinden daha düşük seviyede iken kontrol örneklerinden daha yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağları serbest asitlik miktarı bakımından değerlendirildiğinde, serbest asitlik değerleri %0.2 ile %0.45 arasında değişim göstermiştir. Yapılan bütün kızartma yağı örneklerinde %2.5 sınırın aşılmadığı fakat adsorban ya da antioksidan ilavesinin yağda serbest asitlik miktarını artırdığı görülmüştür. Menengiç kahvesi ile muamele edilmiş yağ örneklerinin serbest asitlik miktarındaki artışın en yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağları peroksit değeri bakımından değerlendirildiğinde, peroksit değeri 7.30-14.05 meq O₂/kg arasında değiştiği görülmüştür. *C. arabica* kahvesi ile muamele edilmiş yağların peroksit değeri BHT ile muamele edilmiş yağlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Menengiç kahvesi ile muamele edilmiş yağların peroksit değeri oldukça hızlı artış göstermiştir.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağları *p*-anisidin değeri bakımından değerlendirildiğinde, *p*-anisidin değeri 32.99 ile 51.96 arasında değişmiş olup BHT ile muamele edilmiş yağlar en düşük *p*-anisidin değeri gösterirken menengiç kahvesi ile muamele edilmiş yağlar en yüksek *p*-anisidin değerine sahiptir. Kontrol grubunun sonuçları baz alınarak bakıldığında hurma çekirdeği kahvesi ile muamele edilmiş yağların daha düşük *p*-anisidin değeri göstermiş olduğu dikkat çekmektedir.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağları indüksiyon periyodu bakımından değerlendirildiğinde, 4.73 saat ile en düşük değer bentonit ile muamele edilmiş yağlarda, 6.31 saat ile BHT ile muamele edilmiş yağlarda görülmüştür. Kahve çeşitleri ile muamele edilmiş yağlar arasında indüksiyon periyoduna etki bakımından bir farklılık gözlenmemiştir.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağları L* değeri bakımından değerlendirildiğinde, L* değeri 63.02 ile 73.59 arasında değişmiştir. Kontrol grubu ve çeşitli muamelelere maruz kalan yağlar tekrarlanan kızartmalar boyunca L* değerinde farklılıklar göstermiş olsa da 8. kızartma sonucunda tüm numunelerde etki bakımından farklılık görülmemektedir.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağları a* değeri bakımından değerlendirildiğinde, a* değeri -2.05 ile -3.31 arasında değişmektedir. En yüksek değeri BHT ile muamele edilmiş yağlar alırken en düşük değeri *C. arabica* kahvesi ile muamele edilmiş yağlar almıştır.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağları b* değeri bakımından değerlendirildiğinde, b* değeri 12.13 ile 26.82 arasında değişmektedir. Bentonit ile

muamele edilen yağlar diğer numunelere göre daha düşük a^* değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağlar iletkenlik değeri bakımından değerlendirildiğinde, iletkenlik değeri 12.54 mS/cm ile 26.07 mS/cm arasında değişmektedir. Menengiç kahvesi ile muamele edilmiş yağlar yüksek iletkenlik değeri göstermiştir.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağları sertlik değeri bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek sertliğe sahip (852.302 N) bentonit ile muamele edilmiş yağlar olmuştur.

Kahve ekstraktları ile muamale edilmiş kızartma yağlarında kızartılmış patatesler duyusal özellikleri bakımından değerlendirildiğinde, kontrol grubuna kıyasladığımızda bentonit ile muamele edilmiş yağlarda kızartılan patateslerde olumsuz tat belirginleşmiş olup BHT ve kahve çeşitleri ile muamele edilmiş yağlarda kızartılmış patateslerde olumsuz tat oldukça düşüktür. Bentonit hariç tüm yağ örneklerinde kızartılan patateslerde genel kan-bul edilebilirlik oldukça yüksektir.

5.2. Öneriler

Kızartma sürecinde adsorban ve antioksidan olarak kullanılan maddeler kızartma yağı kimyasında bir takım değişiklikler meydana getirmiştir. Menengiç kahvesi ilavesinin yağda hidroliz, oksidasyon, polimerizasyon gibi kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan kızartma yağında istenmeyen bileşikler artırdığı, *C. arabica* kahvesi'nin bu bileşikler azaltma konusunda olumlu etkiler meydana getirdiği, hurma çekirdeği kahvesinin ise kızartma yağında istenmeyen bileşiklerin oluşumunu engelleme konusunda yağın kalite kriterleri açısından birçok önemli etkileri olduğu görülmüştür. Kızartma yağında kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan zararlı bileşikler önlemek adına hurma çekirdeği kahvesi ilavesi iyi bir yöntem olabilir. *C. arabica* ilavesi bir takım iyileştirmeler sağlarken menengiç kahvesi ilavesi kızartma yağında istenmeyen sonuçlar meydana getirerek yağın kalitesini olumsuz etkilemektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Rahman, A. H., Soad, Youssef, A. M. (1975). Mastich as an antioxidant. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 52(10), 423-423.
- Aladedunye, F., Matthäus, B. (2014). Phenolic extracts from *Sorbus aucuparia* (L.) and *Malus baccata* (L.) berries: antioxidant activity and performance in rapeseed oil during frying and storage. *Food chemistry*, 159, 273-281.
- Alcantara, R., Amores, J., Canoira, L. T., Fidalgo, E., Franco, M. J., Navarro, A. (2000). Catalytic production of biodiesel from soy-bean oil, used frying oil and tallow. *Biomass and bioenergy*, 18(6), 515-527.
- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M., Shahidi, F. (2005). Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(19), 7592-7599.
- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M., Al-Rawahy, F. (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*, 104(3), 943-947.
- Al-Farsi*, M. A., Lee, C. Y. (2008a). Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(10), 877-887.
- Al-Farsi, M. A., Lee, C. Y. (2008b). Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds. *Food Chemistry*, 108(3), 977-985.
- Al Juhaimi, F., Özcan, M. M., Adiamo, O. Q., Alsawmahi, O. N., Ghafoor, K., Babiker, E. E. (2018). Effect of date varieties on physico-chemical properties, fatty acid composition, tocopherol contents, and phenolic compounds of some date seed and oils. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(4), e13584.
- Ali-Mohamed, A. Y., Khamis, A. S. (2004). Mineral ion content of the seeds of six cultivars of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(21), 6522-6525.
- Almana, H. A., Mahmoud, R. M. (1994). Palm date seeds as an alternative source of dietary fiber in Saudi bread. *Ecology of food and nutrition*, 32(3-4), 261-270.
- Amanpour, A., Erbay, P. S., Kelebek, H., Selli, S. Determination of volatile compounds of traditional roasted terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) coffee using GC-MS. *Chemistry*, 182, 251-256.
- Ambigaipalan, P., Shahidi, F. (2015). Date seed flour and hydrolysates affect physicochemical properties of muffin. *Food bioscience*, 12, 54-60.
- Anonymous. 2006, Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society.

- AOCS, 1990, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Edited by D. Firestone. Association of Official Analytical Chemists, Campaign, IL.
- Ardekani, M. R. S., Khanavi, M., Hajimahmoodi, M., Jahangiri, M., Hadjiakhoondi, A. (2010). Comparison of antioxidant activity and total phenol contents of some date seed varieties from Iran. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 9(2), 141.
- Artz, W. E., Osidacz, P. C., Coscione, A. R. (2005a). Acceleration of the thermoxidation of oil by heme iron. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82(8), 579-584.
- Artz, W. E., Osidacz, P. C., Coscione, A. R. (2005b). Iron accumulation in oil during the deep-fat frying of meat. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82(4), 249.
- Ascherio, A., Zhang, S. M., Hernán, M. A., Kawachi, I., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Willett, W. C. (2001). Prospective study of caffeine consumption and risk of Parkinson's disease in men and women. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, 50(1), 56-63.
- Barlow, S. M., in: Food Antioxidants. Ed. by B. J. F. Hudson, pp. 253–307. Elsevier, Amsterdam 1992.
- Bassoli, B. K., Cassolla, P., Borba-Murad, G. R., Constantin, J., Salgueiro-Pagadigorria, C. L., Bazotte, R. B., Silva, R.S.F., de Souza, H. M. (2008). Chlorogenic acid reduces the plasma glucose peak in the oral glucose tolerance test: effects on hepatic glucose release and glycaemia. *Cell Biochemistry and Function: Cellular biochemistry and its modulation by active agents or disease*, 26(3), 320-328.
- Bastida, S., Sánchez-Muniz, F. J. (2001). Thermal oxidation of olive oil, sunflower oil and a mix of both oils during forty discontinuous domestic fryings of different foods. *Food science and technology international*, 7(1), 15-21.
- Baytop, T. (1984). Treatment with plants in Turkey. *Istanbul Univ. Publ*, 3255.
- Becalski, A., Lau, B. P. Y., Lewis, D., Seaman, S. W. (2003). Acrylamide in foods: occurrence, sources, and modeling. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(3), 802-808.
- Bender, A. E., Morton, I. D., Mosquera, G. V. (Eds.). (1988). *Frying of food: Principles, changes, new approaches*. VCH.
- Bhattacharya, A. B., Sajilata, M. G., Tiwari, S. R., Singhal, R. S. (2008). Regeneration of thermally polymerized frying oils with adsorbents. *Food Chemistry*, 110(3), 562-570.

- Bhatti, S. K., O'Keefe, J. H., Lavie, C. J. (2013). Coffee and tea: perks for health and longevity?. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 16(6), 688-697.
- Bheemreddy, R. M., Chinnan, M. S., Pannu, K. S., Reynolds, A. E. (2002). Filtration and filter system for treated frying oil. *Journal of food process engineering*, 25(1), 23-40. Rossell, J. B. (Ed.). (2001). *Frying: improving quality* (Vol. 56). Woodhead Publishing.
- Bheemreddy, R. M., Chinnan, M. S., Pannu, K. S., Reynolds, A. E. (2002). Active treatment of frying oil for enhanced fry-life. *Journal of food science*, 67(4), 1478-1484.
- Blasi, F., Rocchetti, G., Montesano, D., Lucini, L., Chiodelli, G., Ghisoni, S., Baccoloc, G., Simonettia, M.S., Cossignani, L. (2018). Changes in extra-virgin olive oil added with *Lycium barbarum* L. carotenoids during frying: Chemical analyses and metabolomic approach. *Food Research International*, 105, 507-516.
- Blom, C. E., Grassi, G., Bauder, A. (1984). Molecular structure of s-cis-and s-trans-acrolein determined by microwave spectroscopy. *Journal of the American Chemical Society*, 106(24), 7427-7431.
- Blumenthal, M. M. (1991). A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying. *Food technology (Chicago)*, 45(2), 68-71.
- Boskou, G., Salta, F. N., Chiou, A., Troullidou, E., Andrikopoulos, N. K. (2006). Content of trans, trans-2, 4-decadienal in deep-fried and pan-fried potatoes. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(2), 109-115.
- Bradford, P. G., Awad, A. B. (2007). Phytosterols as anticancer compounds. *Molecular nutrition & food research*, 51(2), 161-170.
- Branen, A. L. (1975). Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 52(2), 59.
- Cemeroğlu, B., 1992, Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları, *Biltav Yayınları*, Ankara.
- Che Man, Y. B., Tan, C. P. (1999). Effects of natural and synthetic antioxidants on changes in refined, bleached, and deodorized palm olein during deep-fat frying of potato chips. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(3), 331-339.
- Chang, S. S., Ostrić-Matićević, B.I.S.E.R.K.A., Hsieh, O. A., Huang, C. L. (1977). Natural antioxidants from rosemary and sage. *Journal of Food Science*, 42(4), 1102-1106.
- Chipault, J. R. (1956). The antioxidant properties of spices in foods. *Food Technol.*, 10, 209-211.

- Chipault, J. R., G.R. Mizuno, J. M. Hawkins, W. O. Lundberg, *Food Res.* 17 (1952) 46–50.
- Chirinos, R., Huamán, M., Betalleluz-Pallardel, I., Pedreschi, R., Campos, D. (2011). Characterisation of phenolic compounds of Inca muña (*Clinopodium bolivianum*) leaves and the feasibility of their application to improve the oxidative stability of soybean oil during frying. *Food chemistry*, 128(3), 711-716.
- Choe, E. O., Kang, W. S., Chang, Y. S. (1993). Kinds and changes in the amount of flavor compounds formed during storage of the ramyon. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 25(1), 52-56.
- Choe, E. O., & Lee, J. Y. (1998). Thermooxidative stability of soybean oil, beef tallow and palm oil during frying of steamed noodles. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 30(2), 288-292.
- Choe, E., & Min, D. B. (2007). Chemistry of deep-fat frying oils. *Journal of food science*, 72(5), R77-R86.
- Chung, J., & Choe, E. (2001). Effects of sesame oil on thermooxidative stability of soybean oil. *Food Science and Biotechnology*, 10(4), 446-450.
- Chung, J., Lee, J., Choe, E. (2004). Oxidative stability of soybean and sesame oil mixture during frying of flour dough. *Journal of food science*, 69(7), 574-578.
- Clark, W. L., Serbia, G. W. (1991). Safety aspects of frying fats and oils. *Food technology (Chicago)*, 45(2), 84-89.
- Codex, T. F. (2007). Official Notification of the Control Criteria of Frying Fats. *Oils, Turkey*.
- Cornelis, M. C., El-Sohemy, A. (2007). Coffee, caffeine, and coronary heart disease. *Current opinion in lipidology*, 18(1), 13-19.
- Cosgrove, J. P., Church, D. F., Pryor, W. A. (1987). The kinetics of the autoxidation of polyunsaturated fatty acids. *Lipids*, 22(5), 299-304.
- Couladis, M., Özcan, M., Tzakou, O., Akgül, A. (2003). Comparative essential oil composition of various parts of the turpentine tree (*Pistacia terebinthus* L) growing wild in Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(2), 136-138.
- Czech, H., Schepler, C., Klingbeil, S., Ehlert, S., Howell, J., Zimmermann, R. (2016). Resolving coffee roasting-degree phases based on the analysis of volatile compounds in the roasting off-gas by photoionization time-of-flight mass spectrometry (PI-TOFMS) and statistical data analysis: toward a PI-TOFMS roasting model. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(25), 5223-5231.

- Dana, D., Blumenthal, M. M., Saguy, I. S. (2003). The protective role of water injection on oil quality in deep fat frying conditions. *European Food Research and Technology*, 217(2), 104-109.
- Dehghanian, F., Kalantaripour, T. P., Esmailpour, K., Elyasi, L., Oloumi, H., Pour, F. M., Asadi-Shekaari, M. (2017). Date seed extract ameliorates β -amyloid-induced impairments in hippocampus of male rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 89, 221-226.
- Dobarganes, C., Márquez-Ruiz, G., Velasco, J. (2000). Interactions between fat and food during deep-frying. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102(8-9), 521-528.
- Dos Santos, M. D., Almeida, M. C., Lopes, N. P., De Souza, G. E. P. (2006). Evaluation of the anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activities of the natural polyphenol chlorogenic acid. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 29(11), 2236-2240.
- Du, X., Schruck, D. E., Shao, D., Imerman, P. M., Wang, C., Ensley, S. M., Rumbelha, W. K. (2017). Intra-laboratory Development and Evaluation of a Quantitative Method for Measurement of Aflatoxins B1, M1 and Q1 in Animal Urine by High Performance Liquid Chromatography with Fluorescence Detection. *Journal of analytical toxicology*, 41(8), 698-707.
- Dubois, C. W., D. K. Tressle, Proc. Inst. Food Technol. (1943) 202–217.
- Duh, P. D., Yen, G. C. (1997). Antioxidant efficacy of methanolic extracts of peanut hulls in soybean and peanut oils. *Journal of the American oil chemists' society*, 74(6), 745.
- Durmaz, G., Gökmen, V. (2011). Changes in oxidative stability, antioxidant capacity and phytochemical composition of Pistacia terebinthus oil with roasting. *Food chemistry*, 128(2), 410-414.
- Esposito, F., Fasano, E., De Vivo, A., Velotto, S., Sarghini, F., Cirillo, T. (2020). Processing effects on acrylamide content in roasted coffee production. *Food Chemistry*, 126550.
- Esquivel, P., Jiménez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46(2), 488-495.
- Fedeli, E. (1988). The behaviour of olive oil during cooking and frying. *Frying of food: principles, changes, new approaches*. Chichester: Ellis Horwood, 52-81.
- Frankel, E. N., Smith, L. M., Hamblin, C. L., Creveling, R. K., Clifford, A. J. (1984). Occurrence of cyclic fatty acid monomers in frying oils used for fast foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(1), 87-90.

- Frankel, E. N., Warner, K., Moulton Sr, K. J. (1985). Effects of hydrogenation and additives on cooking oil performance of soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 62(9), 1354-1358.
- Frega, N., Mozzon, M., Lercker, G. (1999). Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(3), 325-329.
- Fujisaki, M., Endo, Y., Fujimoto, K. (2002). Retardation of volatile aldehyde formation in the exhaust of frying oil by heating under low oxygen atmospheres. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(9), 909-914.
- Gardner, D. R., Sanders, R. A., Henry, D. E., Tallmadge, D. H., Wharton, H. W. (1992). Characterization of used frying oils. Part 1: Isolation and identification of compound classes. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69(6), 499-508.
- Gloria, H., Aguilera, J. M. (1998). Assessment of the quality of heated oils by differential scanning calorimetry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(4), 1363-1368.
- Gogus, F., Ozel, M. Z., Kocak, D., Hamilton, J. F., Lewis, A. C. (2011). Analysis of roasted and unroasted Pistacia terebinthus volatiles using direct thermal desorption-GCxGC-TOF/MS. *Food chemistry*, 129(3), 1258-1264.
- Gordon, M. H., Kourkimska, L. (1995). The effects of antioxidants on changes in oils during heating and deep frying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 68(3), 347-353.
- Habib, H. M., Ibrahim, W. H. (2009). Nutritional quality evaluation of eighteen date pit varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup1), 99-111.
- Habib, H. M., Ibrahim, W. H. (2011). Effect of date seeds on oxidative damage and antioxidant status in vivo. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(9), 1674-1679.
- Habib, H. M., Kamal, H., Ibrahim, W. H., Al Dhaheri, A. S. (2013). Carotenoids, fat soluble vitamins and fatty acid profiles of 18 varieties of date seed oil. *Industrial Crops and Products*, 42, 567-572.
- Habib, H. M., Platat, C., Meudec, E., Cheynier, V., Ibrahim, W. H. (2014). Polyphenolic compounds in date fruit seed (*Phoenix dactylifera*): characterisation and quantification by using UPLC-DAD-ESI-MS. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1084-1089.
- Habib, H., Othman, A., Al-Marzooqi, S., Al-Bawardi, A., Pathan, J. Y., Hilary, S., Souka, U., Al-Hammadi, S., Ibrahim, W., Platat, C. (2017). The antioxidant activity of date seed: preliminary results of a preclinical in vivo study. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 822-832.

- Hamada, J. S., Hashim, I. B., Sharif, F. A. (2002). Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods. *Food chemistry*, 76(2), 135-137.
- Hasan, M., Mohieldein, A. (2016). In vivo evaluation of anti diabetic, hypolipidemic, antioxidative activities of Saudi date seed extract on streptozotocin induced diabetic rats. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 10(3), FF06.
- Halliwell, B., Aeschbach, R., Löliger, J., Aruoma, O. I. (1995). The characterization of antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*, 33(7), 601-617.
- Halliwell, B. (1999). Food-derived antioxidants. Evaluating their importance in food and in vivo. *Food science and agricultural chemistry*, 1(2), 67-109.
- Han, S. N., Leka, L. S., Lichtenstein, A. H., Ausman, L. M., Schaefer, E. J., Saad, B., Ling, C. W., Jab, M. S., Lim, B. P., Ali, A. S. M., Wai, W. T., & Saleh, M. I. (2007). Determination of free fatty acids in palm oil samples using non-aqueous flow injection titrimetric method. *Food Chemistry*, 102(4), 1407-1414.
- Hidalgo, F. J., Zamora, R. (2000). The role of lipids in nonenzymatic browning. *Grasas y Aceites*, 51(1-2), 35-49.
- Hilary, S., Tomás-Barberán, F. A., Martínez-Blázquez, J. A., Kizhakkayil, J., Souka, U., Al-Hammadi, S., Platat, C. (2020). Polyphenol characterisation of Phoenix dactylifera L.(date) seeds using HPLC-mass spectrometry and its bioaccessibility using simulated in-vitro digestion/Caco-2 culture model. *Food Chemistry*, 311, 125969.
- Ho, C. T., Chen, C. W., Wanasundara, U. N., Shahidi, F. (1997). Natural antioxidants from tea in natural antioxidants. *Chemistry, Health Effects and Applications, Champaign Illinois*, 213-223.
- Holownia, K. I., Chinnan, M. S., Erickson, M. C., Mallikarjunan, P. (2000). Quality evaluation of edible film-coated chicken strips and frying oils. *Journal of Food Science*, 65(6), 1087-1090.
- Houhoula, D. P., Oreopoulou, V., Tzia, C. (2003). The effect of process time and temperature on the accumulation of polar compounds in cottonseed oil during deep-fat frying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(4), 314-319.
- Iauk, L., Ragusa, S., Rapisarda, A., Franco, S., Nicolosi, V. M. (1996). In vitro antimicrobial activity of Pistacia lentiscus L. extracts: preliminary report. *Journal of chemotherapy*, 8(3), 207-209.
- Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, H., Shirai, T., Tatematsu, M. (1986). Studies on antioxidants: their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology*, 24(10-11), 1071-1082.
- Jiménez, P., García, P., Bustamante, A., Barriga, A., Robert, P. (2017). Thermal stability of oils added with avocado (*Persea americana* cv. Hass) or olive (*Olea*

- europaea cv. Arbequina) leaf extracts during the French potatoes frying. *Food chemistry*, 221, 123-129.
- Kim, I., Choe, E. (2003). Effects of red ginseng extract added to dough on the lipid oxidation of frying oil and fried dough during frying and storage. *Food Science and Biotechnology*, 12(1), 67-71.
- Kim, I. H., Choe, E. O. (2004). Oxidative stability and antioxidant content changes in roasted and bleached sesame oil during heating. *Food Science and Biotechnology*.
- Kim, H. Y., Park, J. Y., Kim, C. T., Chung, S. Y., Sho, Y. S., Lee, J. O., Oh, S. S. (2004). Factors affecting acrylamide formation in french fries. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 36(6), 857-862.
- King, M. F., Boyd, L. C., Sheldon, B. W. (1992). Antioxidant properties of individual phospholipids in a salmon oil model system. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69(6), 545-551.
- Kochhar, S. P. (2000). Stable and healthful frying oil for the 21st century. *Inform*, 11, 642-647.
- Landers, R. E., Rathmann, D. M. (1981). Vegetable oils: effects of processing, storage and use on nutritional values. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58(3), 255.
- Lascaray, L. (1949). Mechanism of fat splitting. *Industrial & Engineering Chemistry*, 41(4), 786-790.
- Lawson, H. W. (1995). *Food oils and fats: technology, utilization and nutrition*. Springer Science & Business Media.
- Lee, J., Kim, M., Park, K., Choe, E. (2003). Lipid oxidation and carotenoids content in frying oil and fried dough containing carrot powder. *Journal of food science*, 68(4), 1248-1253.
- Lin, S., Akoh, C. C., Reynolds, A. E. (1999). Determination of optimal conditions for selected adsorbent combinations to recover used frying oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(6), 739-744.
- Liu, W. H., Inbaraj, B. S., Chen, B. H. (2007). Analysis and formation of trans fatty acids in hydrogenated soybean oil during heating. *Food Chemistry*, 104(4), 1740-1749.
- Magiatis, P., Melliou, E., Skaltsounis, A. L., Chinou, I. B., Mitaku, S. (1999). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of Pistacia lentiscus var. chia. *Planta medica*, 65(08), 749-752.
- Mamat, H., Aini, I. N., Said, M., Jamaludin, R. (2005). Physicochemical characteristics of palm oil and sunflower oil blends fractionated at different temperatures. *Food chemistry*, 91(4), 731-736.

- Mancini-Filho, J., Smith, L. M., Creveling, R. K., Al-Shaikh, H. F. (1986). Effects of selected chemical treatments on quality of fats used for deep frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 63(11), 1452-1456.
- Man, Y. B. C., Jaswir, I. (2000). Effect of rosemary and sage extracts on frying performance of refined, bleached and deodorized (RBD) palm olein during deep-fat frying. *Food Chemistry*, 69(3), 301-307.
- Manson, J. E., Colditz, G. A., Stampfer, M. J., Willett, W. C., Rosner, B., Monson, R. R., Hennekens, C. H. (1990). A prospective study of obesity and risk of coronary heart disease in women. *New England journal of medicine*, 322(13), 882-889.
- Maskan, M., Bağcı, H. İ. Kızartma İşleminde Kullanılan Ayçiçek Yağının Çeşitli Adsorbantlar Yardımıyla Arındırılması.
- Mazza, G., Qi, H. (1992). Effect of after-cooking darkening inhibitors on stability of frying oil and quality of french fries. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69(9), 847-853.
- Maqsood, S., Adiamo, O., Ahmad, M., Mudgil, P. (2020). Bioactive compounds from date fruit and seed as potential nutraceutical and functional food ingredients. *Food chemistry*, 308, 125522.
- McNeill, J., Kakuda, Y., Kamel, B. (1986). Improving the quality of used frying oils by treatment with activated carbon and silica. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 63(12), 1564-1567.
- McCusker, R. R., Goldberger, B. A., Cone, E. J. (2003). Caffeine content of specialty coffees. *Journal of analytical toxicology*, 27(7), 520-522.
- Meydani, S. N. (2002). Effect of hydrogenated and saturated, relative to polyunsaturated, fat on immune and inflammatory responses of adults with moderate hypercholesterolemia. *Journal of lipid research*, 43(3), 445-452.
- Montesano, D., Rocchetti, G., Cossignani, L., Senizza, B., Pollini, L., Lucini, L., Blasi, F. (2019). Untargeted metabolomics to evaluate the stability of extra-virgin olive oil with added *Lycium barbarum* carotenoids during storage. *Foods*, 8(6), 179.
- Morello J. R., Motilva M. J., Tovar M. J., Romero M. P., 2004, Changes in commercial virgin olive oil (cv. Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction, *Food Chemistry*, 85: 357- 364.
- Morrison III, W. H., Robertson, J. A., Burdick, D. (1973). Effect of deep-fat frying on sunflower oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 50(11), 440-442.
- Mounts, T. L., Warner, K., List, G. R., Neff, W. E., Wilson, R. F. (1994). Low-linolenic acid soybean oil—Alternatives to frying oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(5), 495-499.

- Moreira, R. G., Sun, X., Chen, Y. (1997). Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep-fat frying. *Journal of Food Engineering*, 31(4), 485-498.
- Moreira, R. G., Castell-Perez, M. E., Barrufet, M. A. (1999a). Oil absorption in fried foods. *Deep-fat frying; fundamentals and applications. Gaithersburg, Md.: Chapman & Hall Food Science Book. P*, 179-221.
- Moreira, R. G. (1999b). Frying oil characteristics. *Deep-fat Frying*, 3, 33-74.
- Mstat-C, 1989, A microcomputer program for the design, management, and analysis of agronomic research experiments, (Distribution April 1989, After Version I in 1983), Michigan State Univ, USA.
- Nakatani, N. (1997). Antioxidants from spices and herbs. *Natural antioxidants: chemistry, health effects, and applications*, 64-75.
- Naidoo, N., Chen, C., Rebello, S. A., Speer, K., Tai, E. S., Lee, J., van Dam, R. M. (2011). Cholesterol-raising diterpenes in types of coffee commonly consumed in Singapore, Indonesia and India and associations with blood lipids: a survey and cross sectional study. *Nutrition journal*, 10(1), 48.
- Naz, S., Siddiqi, R., Sheikh, H., Sayeed, S. A. (2005). Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep-frying. *Food Research International*, 38(2), 127-134.
- Nawar, W. W. (1969). Thermal degradation of lipids. *Journal of agricultural and food chemistry*, 17(1), 18-21.
- Negishi, H., Nishida, M., Endo, Y., Fujimoto, K. (2003). Effect of a modified deep-fat fryer on chemical and physical characteristics of frying oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(2), 163-166.
- Negrone, M., D'Agostin, A., Arnoldi, A. (2001). Effects of olive, canola, and sunflower oils on the formation of volatiles from the Maillard reaction of lysine with xylose and glucose. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(1), 439-445.
- Nehdi, I., Omri, S., Khalil, M. I., Al-Resayes, S. I. (2010). Characteristics and chemical composition of date palm (*Phoenix canariensis*) seeds and seed oil. *Industrial crops and products*, 32(3), 360-365.
- 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.
- Ohigashi, H., Osawa, T., Terao, J., Watanabe, S., Yoshikawa, T. (Eds.). (2013). *Food factors for cancer prevention*. Springer Science & Business Media.
- Parkash Kochhar, S., Gertz, C. (2004). New theoretical and practical aspects of the frying process. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106(11), 722-727.

- Paul S, Mittal GS. 1997. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil Food frying. *Crit Rev Food Sci Nutr* 37:635–62.
- Pedreschi, F., Moyano, P., Kaack, K., Granby, K. (2005). Color changes and acrylamide formation in fried potato slices. *Food Research International*, 38(1), 1-9.
- Peers, K. E., Swoboda, P. A. (1982). Deterioration of sunflower seed oil under simulated frying conditions and during small-scale frying of potato chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 33(4), 389-395.
- Platat, C., Habib, H., Othman, A., Al-Marzooqi, S., Al-Bawardi, A., Pathan, J. Y., Ibrahim, W. (2015). Safety and protective effect of date (*Phoenix Dactylifera*) seed extract against oxidative damage in rat. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*, 4(4), 21.
- Pokorny, J. (1981). Browning from lipid-protein interactions. *Progress in food and nutrition science*.
- Pokorny, J. (1989). Flavor chemistry of deep fat frying in oil. *Flavor Chemistry of Lipids Foods*, 113-155.
- Prevot, A., Desbordes, S., Morin, O., Mordret, F. (1988). Volatiles and sensory effects from frying oils. *Frying of foods, principles, changes. New Approaches*, Ellis Horwood, Chichester, 155-165.
- Przybylski, R., Eskin, N. A. M. (1988). A comparative study on the effectiveness of nitrogen or carbon dioxide flushing in preventing oxidation during the heating of oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 65(4), 629.
- Reddy, K. K., Subramanian, R., Kawakatsu, T., Nakajima, M. (2001). Decolorization of vegetable oils by membrane processing. *European Food Research and Technology*, 213(3), 212-218.
- Repetto, M. G., Llesuy, S. F. (2002). Antioxidant properties of natural compounds used in popular medicine for gastric ulcers. *Brazilian journal of medical and biological research*, 35(5), 523-534.
- Romero, A., Cuesta, C., Sánchez-Muniz, F. J. (1998). Effect of oil replenishment during deep-fat frying of frozen foods in sunflower oil and high-oleic acid sunflower oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(2), 161-167.
- Rossell, J. B. (Ed.). (2001). *Frying: improving quality* (Vol. 56). Woodhead Publishing.
- Saw, A. K. C., Yam, W. S., Wong, K. C., Lai, C. S. (2015). A comparative study of the volatile constituents of southeast asian coffea arabica, coffea liberica and coffea robusta green beans and their antioxidant activities. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18(1), 64-73.

- Shahidi, F. (Ed.). (1997). *Natural antioxidants: chemistry, health effects, and applications*. The American Oil Chemists Society.
- Shahidi, F., and M. Naczk, Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects and Applications. Technomic Publishing Co., Lancaster, PA, 1995.
- Sherwin, E. R. (1990). Food Additives. Ed. by L. Branen.
- Singh, R. P., Chidambara, K. N., Jayaprakasha, G. K., 2002, Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 81- 87.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R. M., 1999, Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent, *Methods in Enzymology*, 299, 152– 178.
- Sözlü, S., Yılmaz, B., Acar, N. (2017). Kahve Tüketimi ve Bazı Hastalıklarla İlişkisi. *SDU Journal of Health Science Institute/SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (1).
- Shahidi, F. (2000). Antioxidants in food and food antioxidants. *Food/nahrung*, 44(3), 158-163.
- Shiota, M., Konishi, H., Tatsumi, K. (1999). Oxidative stability of fish oil blended with butter. *J Dairy Sci* 82:1877–81.
- Stalmach, A., Mullen, W., Nagai, C., Crozier, A. (2006). On-line HPLC analysis of the antioxidant activity of phenolic compounds in brewed, paper-filtered coffee. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 253-262.
- Steel, R. G. D., Torrie, J. H. (1980). Principle and procedures of statistic: A biometrical approach, New York: McGraw-Hill.
- Stevenson, S. G., Vaisey-Genser, M., Eskin, N. A. M. (1984). Quality control in the use of deep frying oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 61(6), 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.
- Sánchez-Muniz, F. J., Cuesta, C., Garrido-Polonio, C. (1993a). Sunflower oil used for frying: combination of column, gas and high-performance size-exclusion chromatography for its evaluation. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 70(3), 235-240.
- Sánchez-Muniz, F. J., Cuesta, C., López-Varela, S., Garrido-Polonio, M. C., Arroyo, R. (1993b). Evaluation of the thermal oxidation rate of sunflower oil using various

- frying treatments. In *Proceedings of the World Conference on Oilseed Technology and Utilization* (pp. 448-452). AOCS: Champaign, IL.
- Takeoka, G. R., Full, G. H., Dao, L. T. (1997). Effect of heating on the characteristics and chemical composition of selected frying oils and fats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(8), 3244-3249.
- Targan, Ş., Arısoy, K., Abalı, Y., Kaya, E. (2016). Ayçiçek yağının raf ömrünün uzatılmasında sitrik asit ve fosforik asidin antioksidan etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 67-75.
- Tekelioğlu, I., Özçelik, B., Karaali, A. Kızartma işleminin sağlık üzerindeki etkileri ve ilgili yasal düzenlemeler-Hakemli Makale.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(50), 20260-20264.
- Toci, A. T., Farah, A. (2014). Volatile fingerprint of Brazilian defective coffee seeds: corroboration of potential marker compounds and identification of new low quality indicators. *Food chemistry*, 153, 298-314.
- Tompkins, C., Perkins, E. G. (2000). Frying performance of low-linolenic acid soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(3), 223-229.
- Tomris Altuğ, T, Elmacı, Y. (2011). Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sidas Medya Ltd. Şti. İzmir. ISBN:978-9944-5660-8-7.
- Topçu, G., Ay, M., Bilici, A., Sarıkürkcü, C., Öztürk, M., Ulubelen, A. (2007). A new flavone from antioxidant extracts of *Pistacia terebinthus*. *Food Chemistry*, 103(3), 816-822.
- Tseng, Y. C., Moreira, R., Sun, X. (1996). Total frying-use time effects on soybean-oil deterioration and on tortilla chip quality. *International journal of food science & technology*, 31(3), 287-294.
- Tyagi, V. K., Vasishtha, A. K. (1996). Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. *Journal of the American oil chemists' society*, 73(4), 499-506.
- Vayalil, P. K. (2012). Date fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): an emerging medicinal food. *Critical reviews in food science and nutrition*, 52(3), 249-271.
- Vickers, N. J. (2017). Animal Communication: When I'm Calling You, Will You Answer Too?. *Current Biology*, 27(14), R713-R715.
- Wang, D., Dong, Y., Wang, Q., Wang, X., Fan, W. (2020). Limonene, the compound in essential oil of nutmeg displayed antioxidant effect in sunflower oil during the deep-frying of Chinese Maye. *Food Science & Nutrition*, 8(1), 511-520.

- Wang, L., Liu, H. M., Qin, G. Y. (2017). Structure characterization and antioxidant activity of polysaccharides from Chinese quince seed meal. *Food Chemistry*, 234, 314–322.
- Warner, K. (2002). Chemistry of frying oils. In *Food lipids* (pp. 222-239). CRC Press.
- Warner, K., Mounts, T. L. (1993). Frying stability of soybean and canola oils with modified fatty acid compositions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 70(10), 983-988.
- Warner, K., Orr, P., Parrott, L., Glynn, M. (1994). Effects of frying oil composition on potato chip stability. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(10), 1117-1121.
- Warner, K., Nelsen, T. (1996). AOCS collaborative study on sensory and volatile compound analyses of vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73(2), 157-166.
- Warner, K., Knowlton, S. (1997). Frying quality and oxidative stability of high-oleic corn oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(10), 1317-1322.
- Warner, K., Orr, P., Glynn, M. (1997). Effect of fatty acid composition of oils on flavor and stability of fried foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(4), 347-356.
- Willett, W. C., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Colditz, G. A., Rosner, B. A., Speizer, F. E., Hennekens, C. H. (1996). Coffee consumption and coronary heart disease in women: A ten-year follow-up. *Jama*, 275(6), 458-462.
- Wyllie, S. G., Brophy, J. J., Sarafis, V., Hobbs, M. (1990). Volatile components of the fruit of *Pistacia lentiscus*. *Journal of food science*, 55(5), 1325-1326.
- Xu, X. Q., 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.
- Yasuhara, A., Tanaka, Y., Hengel, M., Shibamoto, T. (2003). Gas chromatographic investigation of acrylamide formation in browning model systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(14), 3999-4003.
- Yılmaz, E., Bulut, E. (2012). Frying Oil Refreshing Capacity of a New Adsorbent Mixture. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*.
- Yoon, S. H., Jung, M. Y., 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.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Büşra Nur İstanbul
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : KARATAY 21.07.1994
Telefon : 05077127933
e-mail : bsrnurst@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Selçuklu Mahmut Sami Ramazanoğlu Anadolu İmamhatip Lisesi	2012
Üniversite	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, Merkez, Konya	2018
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Merkez, Konya	HALEN

İŞ DENEYİMLERİ

UZMANLIK ALANI

YAYINLAR