



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KIZARTMA YAĞLARININ STABİLİTESİ
ÜZERİNE BAZI BAHARAT UÇUCU
YAĞLARININ ETKİSİ

Ebru TANRIVERDİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık-2011

KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

~~Ebru DAVUTCU~~ tarafından hazırlanan "~~İsmerne Baş. Bayram Sadet...~~" adlı tez çalışması ~~27/12/2011~~ tarihinde aşağıdaki jüri tarafından ~~oy birliği / oy çokluğu~~ ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ~~Gıda...~~ ~~mühendisliği~~ Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan
Prof.Dr. Aziz TEKİN

Danışman
Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN

Üye
Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Bayram SADE
FBE Müdürü

Bu tez çalışması SÜ-BAP tarafından 10201129 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.

Ebru TANRIVERDİ

27/ 12 /2011

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIZARTMA YAĞLARININ STABİLİTESİ ÜZERİNE BAZI BAHARAT UÇUCU YAĞLARININ ETKİSİ

Ebru TANRIVERDİ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN
2011, 40 sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN

Prof. Dr. Aziz TEKİN

Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

Bu çalışmada zeytin ve yerfıstığı yağında biber ve patates kızartmaları yapılmış ve kızartma yağlarının oksidatif stabilitesini değerlendirmek amacıyla adaçayı, biberiye, kekik uçucu yağlarından % 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 oranlarında ve BHT'den (bütillenmiş hidroksitoluen) de % 0.01 oranında kullanılmıştır. Kızartma sonrası yağlarda kimyasal özellikler (% serbest yağ asitliği, peroksit değeri, DPPH, toplam fenolik madde ve yağ asidi bileşimi) belirlenmiştir. Zeytinyağı ile yapılan biber ve patates kızartma yağlarının % serbest asitlik ve peroksit değeri üzerinde en iyi etkiyi BHT'nin gösterdiği belirlenmiştir. Patates ve biber kızartmalarının serbest asitlik değerleri arasında farklılık olduğu, patates kızartma yağlarının % serbest asitlik değerlerinin biber kızartma yağlarının % serbest asitlik değerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Zeytinyağı ile yapılmış biber ve patates kızartma yağlarında, yağın başlangıç değerine en yakın oleik, linoleik ve linolenik asit içeriği BHT ilaveli numunede belirlenmiştir. BHT ilaveli fıstık yağı ile yapılan biber kızartma yağının ve % 0.3 biberiye uçucu yağı ilaveli patates kızartma yağının oleik, linoleik ve linolenik asit içerikleri yağın başlangıç değerine yakın olarak belirlenmiştir. Biber ve patates kızartma yağlarının yağ asidi kompozisyonlarının birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Ham fıstık yağında toplam fenolik madde miktarını en fazla kekik uçucu yağlarının etkilediği belirlenmiştir. Bu uçucu yağların aynı zamanda da yüksek radikal süpürücü etki gösterdiği tespit edilmiştir. Zeytinyağında biberiye uçucu yağının, kekik uçucu yağına göre daha yüksek radikal süpürücü etkiye ve daha düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu gözlenmiştir. Radikal süpürücü etki ile toplam fenolik madde miktarı arasında tam olarak bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: adaçayı, biberiye, kekik, kızartma, zeytinyağı, fıstık yağı

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECT OF SOME SPICE ESSENTIAL OILS ON THE STABILITY OF FRYING OILS

Ebru TANRIVERDI

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Mehmet Musa OZCAN

2011, 40 Pages

Jury

Prof. Dr. Mehmet Musa OZCAN

Prof. Dr. Aziz TEKIN

Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

In this study, peppers and potatoes were fried in olive and peanut oils. In order to evaluate the oksidative stability of frying oils, essential oils of sage, rosemary, thyme at the concentration of 0.3%, 0.6%, 0.9% and 1.2%, separately and 0.01% BHT (butylated hydroxytoluene) were added into olive and peanut oils. Chemical properties of frying oils (FFA%, peroxide value, DPPH, total phenolic and fatty acid composition) were determined after frying. BHT is showed the best effect on FFA% and peroxide value of olive oils after frying of peppers and patatoes. FFA% values of frying oils of peppers and patatoes showed variation. were determined differences between the FFAs%. FFA% of patatoes frying oils were assessed lower than FFA% of peppers frying oils. The nearest values of oleic, linoleic and linolenic acid contents of frying olive oils of peppers and patatoes were determined with sample addition of BHT. Oleic, linoleic and linolenic acid contents of peanut oil addition of BHT and patato frying oil that addition of 0.3% rosemary essential oil were determined to nearly the initial value of oil. Fatty acid compositions of peppers and potatoes frying oils were determined different from each other. Thyme essential oils were determined are the most effective subject on peanut oil of total phenolic compounds. These essential oils also were determined to show high radical scavenging effect. Rosemary essential oil was determined higher the radical scavenging effect and lower total phenolic compounds than thyme essential oils. There were not exact a relationship between radical scavenging effect and the amount of total phenolic compounds.

Keywords: sage, rosemary, thyme, frying, olive oil, peanut oil

ÖNSÖZ

Günümüzde insanların çalışma süresinin artması, kadınların da iş dünyasında yer alması insanları dış mekânlarda (lokanta, catering ve fast-food) beslenmeye yöneltmiştir. Bu mekânlarda kullanılan kızartma yağlarının günlerce ve değiştirilmeden defalarca kullanılması sonucu, bu yağların yapısındaki doymamış yağ asitleri zamanla okside olmakta, bunun sonucu olarak da yağ ransiditeye uğramaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar da kızartma yağlarının oksidatif stabilitesini artırmaya yönelik olmuştur.

Bu çalışmada da; kızartma yağlarına farklı oranlarda adaçayı, biberiye, kekik uçucu yağı ve BHT ilave edilerek kızartma yağlarının oksidatif stabilitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Konu seçimimde ve çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN'a, laboratuvar çalışmalarımda yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÜNVER'e, Uzm. Gülşah KANBUR'a ve Arş. Gör. Kübra KOYUNCU'ya, çalışmalarım boyunca manevi desteğini esirgemeyen annem Ayşe SANDAL'a, babam Yılmaz SANDAL'a, kardeşlerim Sinan ve Yasemin SANDAL'a ve her zaman maddi ve manevi desteklerini gördüğüm eşim Yrd. Doç. Dr. Hasan TANRIVERDİ'ye teşekkür ederim.

Ebru TANRIVERDİ
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kızartma.....	1
1.2. Antioksidanlar.....	3
1.3. Kızartmalık yağlar	5
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	7
3. MATERYAL VE METOT.....	11
3.1. Materyal	11
3.2. Metot.....	11
3.2.1. Uçucu Yağ Elde Etme.....	11
3.2.2. Kızartma İşlemi.....	11
3.2.3. Kimyasal Analizler	12
3.2.3.1. Serbest yağ asitleri	12
3.2.3.2. Peroksit değeri	12
3.2.3.3. Yağ asidi kompozisyonu.....	12
3.2.3.4. Toplam fenolik madde miktarı	13
3.2.3.5. DPPH serbest radikal tutucu etki	13
3.2.4. İstatistik Analiz	13
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	14
4.1. Serbest Asitlik ve Peroksit Değeri	14
4.2. Yağ Asidi Kompozisyonu.....	18
4.3. DPPH Serbest Radikal Tutucu Etki ve Toplam Fenolik Madde Miktarı	25
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	30
5.1. Sonuçlar	30
5.2. Öneriler	31
KAYNAKLAR	33
ÖZGEÇMİŞ	40

1. GİRİŞ

1.1. Kızartma

Derin yağda kızartma işlemi gıdaların hazırlanmasında kullanılan (Moreira ve ark., 1999), muhtemelen M.Ö. altıncı yüzyıldan kalma oldukça eski bir yöntemdir (Saguy ve Dana, 2003). Yağda kızartmanın orijini bilinmemekle birlikte hemen hemen dünyadaki tüm kültürlerin kullandığı evrensel bir gıda pişirme yöntemidir (Banks, 2002). Bugün; çoğu Avrupa, Asya, Kuzey ve Güney Amerika ülkelerinde derin yağda kızartılmış ürünler tüketilmektedir (Moreira ve ark., 1999).

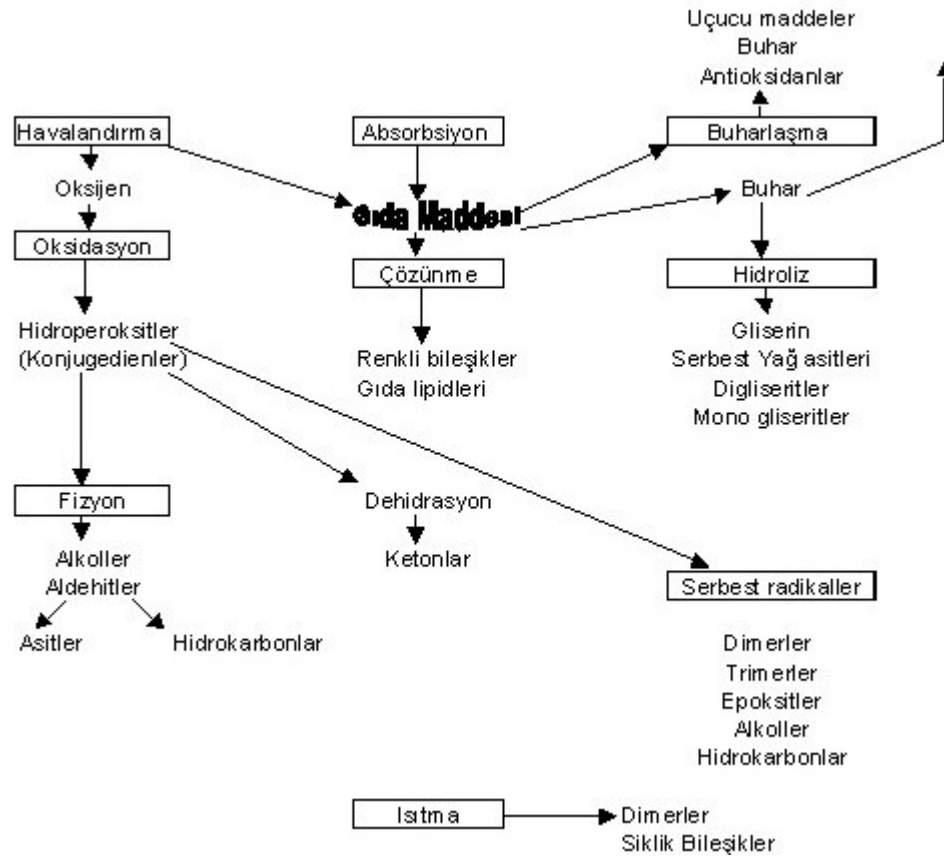
Son zamanlarda ülkemizde de yağda kızartılmış patates, kızartılmış sebzeler ve balık kızartmaları gibi yiyeceklerin kullanımında önemli artışlar olmuştur (Öztürk, 2004; Demiröz ve Ataman, 2009).

Katı/sıvı yağda derin kızartma hem endüstride hem de evde yapılan gıda üretiminde, yaygın olarak kullanılmaktadır (Demiröz ve Ataman, 2009). Tüketiciler, derin yağda kızartılmış gıdalara (patates cipsleri, patates kızartması, kızarmış tavuk vs.) kendine özgü eşsiz tat ve tekstüründen dolayı rağbet etmektedir (Moreira ve ark., 1999).

Kızartma; ucuz, hızlı ve etkili bir pişirme metodudur (Saguy ve Dana, 2003). Derin yağda kızartma, gıda maddelerinin katı ya da sıvı yağın içerisine daldırılıp, kısa bir süre 140°C – 180°C aralığında pişirilmesi işlemidir (Maskan ve ark., 2006; Serjouie ve ark., 2010; Bulut ve Yılmaz, 2010). Zaman içerisinde gıdanın yağı absorbe etmesinden dolayı pişme işlemi gerçekleşir (Bulut ve Yılmaz, 2010). Kızartmadaki amaç hızlı kızartma, eşsiz bir kabuk, renk, lezzet ve tekstür oluşturmaktır (Saguy ve Dana, 2003). Kızartma yağı ısı transfer ortamı olarak etki eder ve kızartılmış gıdanın tekstür ve lezzetinin gelişmesine katkıda bulunur (Bulut ve Yılmaz, 2010). Kızartma sırasında yağ, buharlaşan su ile yer değiştirir. Gıda kızartma sıcaklığına maruz kaldığında su hızlıca buharlaşır, dış yüzeyde kuruma ve kabuk oluşumu meydana gelir. Kızartma süresinin artması ile yağın viskozitesi de önemli derecede artar (Dana ve Saguy, 2006).

Kızartma işlemi sırasında yağda renk değişimi ve otoksidasyon, ısısal polimerleşme, ısısal oksidasyon, izomerizasyon, hidroliz gibi bir çok kompleks reaksiyonlar meydana gelerek yağın yenilebilirliğini ortadan kaldırmakla birlikte kızartılan gıdaya da bir çok toksik madde aktararak kızartılan gıdanın besinsel değerini düşürmektedir (Maskan ve ark., 2006; Serjouie ve ark., 2010).

Derin yağda kızartmada kullanılan kızartma yağları saatlerce ya da günlerce kullanıldığından, kızartma yağlarının bozunması da yoğun olur (Pokorny, 1999). Derin yağda kızartma; yağ, gıda ve havanın eş zamanlı ısı ve kütle transferiyle gerçekleşir (Bulut ve Yılmaz, 2010). Hava ve gıdadaki oksijen, gıdanın nemi ve yüksek sıcaklık nedeniyle yağda; hidroliz, oksidasyon, polimerizasyon ve Maillard reaksiyonları gibi reaksiyonlar gerçekleşmektedir (Anonim, 2010; Bulut ve Yılmaz, 2010). Ana oksidasyon ürünü olan hidroperoksitler derin yağda kızartma sırasında, esterler, aldehitler, alkoller, ketonlar, laktonlar ve hidrokarbonlar gibi ikincil ürünlere parçalanır. Bu ikincil ürünler lezzet, koku, tat, besin değeri ve gıdaların genel kalitesini olumsuz bir şekilde etkiler (Ali, 2010). Yüksek sıcaklıklarda, oksijen varlığı oldukça sınırlı olduğunda ana reaksiyonlar oksidasyondan ziyade polimerizasyona neden olur (Saguy ve Dana, 2003). Oksidasyon normalde ilk aşamada yavaş yavaş ilerler ve sonra oksidasyon hızında ani bir artış meydana gelir (Velasco ve Carmen, 2002). Oksidatif bozunma ürünleri, kızartma gibi termik oksidasyon koşullarında çok daha yoğun ve süratli bir şekilde oluşmaktadır (Kayahan, 2003).



Şekil: Kızartma anında oluşan değişiklikler (Ulusoy, 2008).

Kızartma ortamındaki oksijen yağ ile tepkimeye girer. Oksijen konsantrasyonunun ve serbest radikallerin artması oksidatif bozunma reaksiyonlarını artırır ve yağın toplam kalitesini etkiler (Choe ve Min, 2007; Serjouie ve ark., 2010). Katı ve sıvı yağdaki oksidasyon ürünleri arttığında kızartılmış ürünün sadece duyusal kalitesi bozulmaz aynı zamanda besinsel değeri de azalır (Negishi ve ark., 2003). Kızartma yağlarının atık olarak ayrılmasına karar verilmesi tüketici ve sanayici için ekonomik açıdan önemlidir (Ravelli ve ark, 2010). Atık yağların uzaklaştırılma maliyeti ve katı ve sıvı yağların verimli kullanılması açısından da kızartma sırasında oluşan atık yağları en aza indirmek önemlidir (Negishi ve ark., 2003). Kızartma yağının güvenli bir şekilde daha uzun süreli kullanılabilirliğini arttırmak için genellikle antioksidanlar kullanılmaktadır (Alaca ve Arabacı, 2005).

1.2. Antioksidanlar

Lipid oksidasyonu, yağ asidi hidroperoksitleri ve ikincil bozunma ürünleri (alkanlar, aldehitler, alkenler) gibi oksidasyon ürünlerinin oluşumundan dolayı gıda teknolojisindeki önemli bir sorundur (Dandlen ve ark., 2010). Kızartma sırasında, özellikle de doğal antioksidanlar olmadığında, oksidasyon oranının daha fazla olması beklenir (Pokorny, 1999). Antioksidan, serbest radikallerin neden olduğu oksidasyon reaksiyonlarını durduran ya da yavaşlatan bileşik grubunun genel adıdır (Ekşi ve Bakan, 2009). Bu özelliklerinden dolayı antioksidanlar oksidatif bozulmayı engelleyerek gıda kalitesini koruyabilirler (Cosio ve ark., 2006). Yağ asitlerinden kaynaklanan oksidasyon reaksiyonları, tokoferoller, kükürt bileşikleri, askorbik asit ya da fenolik maddeler gibi yağda ve kızartılmış bitkisel gıda da doğal olarak bulunan ya da baharatlarla hayvansal gıdalara eklenen kızartma materyalindeki antioksidanlar tarafından önlenabilir (Pokorny, 1998; Quaglia ve ark., 1998).

Antioksidanları, yapay (sentetik) ve doğal antioksidanlar olmak üzere iki gruba ayırabiliriz (Alaca ve Arabacı, 2005). Sentetik antioksidanlar, yağların ve yağlı gıdaların üretiminde, ambalajlanmasında ve muhafazasında 50 yıldan fazla bir süredir kullanılmaktadır (Nor ve ark., 2009). BHA (bütillenmiş hidroksianisol), BHT (bütillenmiş hidroksitoluen) ve TBHQ (tersiyer bütihidrokinon) gibi sentetik antioksidanların kullanımı canlı organizmada karsinogenik ve teratojenik etki gösterdiğinden ve güvenlik endişesinden dolayı tavsiye edilmemektedir (Anwar ve ark.,

2009; Çoban ve Patır, 2010). Özellikle de TBH'nin kullanımına bazı ülkelerde (Japonya ve Avrupa Birliği gibi) yasak getirilmiştir (Nor ve ark., 2009).

Tüketiciler genelde doğal antioksidanları, doğal gıda bileşenlerinin sentetik olanlara göre daha iyi ve güvenli olduklarını düşünmeleri nedeniyle tercih etmektedirler (Ulusoy, 2008; Çoban ve Patır, 2010). Doğal antioksidanlara olan ilginin artmasının bir başka nedeni ise bu bileşiklerin pek çoğunun örneğin bitkisel fenoliklerin çoğunlukla antikarsinogenik olması, tümör oluşumunu ve damarlardaki yağ birikimini önleyici olmasından kaynaklanmaktadır (Ulusoy, 2008). Sentetik antioksidanların zararlarından ve tüketicilerin doğal antioksidanları tercih etmesinden dolayı uzun süreden beri, besinlerin koku ve tat gibi özelliklerini artırmak için katkı olarak kullanılan yağlı tohumlar, baharat ve doğal aromatik bitkiler, özellikle de uçucu yağlar giderek önem kazanmıştır (Ali, 2010; Çoban ve Patır, 2010; Mechergui ve ark., 2010).

Baharatların oksidasyonu önlediği ile ilgili ilk çalışmalar 1950'lerde başlamıştır (Ramalho ve Jorge, 2008). Bazı bitkilerin kızartma sırasında, ısıtılmış yağda ve gıda da lipid oksidasyonunu geciktirdiği rapor edilmiştir (Nor ve ark., 2008). Antioksidan etkisi değerlendirilen ilk baharatlar adaçayı, küçük hindistan cevizi ve karabiberdir (Lagouri ve Boskou, 1995). Baharat ve ekstraktlarının fenolik bileşenlerinin fazla ve kaliteli olmasından dolayı birçok çalışma onların güçlü antioksidan etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Özcan ve Akgül, 1994; Hossain ve ark., 2011). Antioksidan olarak davranan fenolik bileşikler, serbest radikalleri yok edici olarak işlev yapabilirler (Nzaramba, 2008).

Biberiye ve adaçayı yüksek antioksidan özelliğe sahip olan baharatlardır (Tateo ve Fellin, 1988; Ramalho ve Jorge, 2008). Bu nedenle de, biberiye ve adaçayı bir çok araştırmacı tarafından en çok üzerinde durulan doğal antioksidan kaynakları olmuştur (Nor ve ark., 2009). Biberiye; BHT ve BHA'dan daha etkili bir antioksidan etkiye sahiptir (Moure ve ark., 2001). Biberiyenin antioksidan etki göstermesinden sorumlu olan başlıca bileşenler, karnosol, karnosik asid, rosmanol, epirosmanol ve isorosmanol gibi fenolik diterpenlerdir (Ramalho ve Jorge, 2008). Kekik de, yoğun şekilde fenolik madde içerdiğinden, serbest radikalleri bağlayarak antioksidan olarak etki eder (Perek, 2009). Thymol ve carvacrol bakımından oldukça zengin olan kekikte yapılan bir çalışmada; kekik uçucu yağının domuz yağında, önemli bir antioksidan etki gösterdiği ve oksidasyonu durduru rol oynadığı ortaya konulmuştur (Alaca ve Arabacı, 2005; Politeo ve ark. 2006).

1.3. Kızartmalık yağlar

Dünyada 20 milyon ton civarında bitkisel ve hayvansal yağ kızartma amacı ile kullanılmaktadır (Negishi ve ark., 2003). Ülkemizde de beslenme alışkanlıklarından biri haline gelen kızartma işlemlerinde yaygın olarak bitkisel sıvı yağlar kullanılmaktadır (Oysun, 1984).

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

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

Yüksek oranda doymuş yağ asidi içeren yağlar kızartma uygulamalarında daha stabildir. Ancak, tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerince zengin yağlarda (bitkisel yağlar) kızartılan gıdalar yağı absorbe ettiklerinden bu yağlar açısından zengin bir gıda haline gelirken; doymamış yağ asidi içeren yağlarda (hayvansal yağlar) kızartılan gıdalar da bu tür yağ asidi açısından zengin bir gıda haline gelecektir. Bu nedenden ötürü doymamış yağ asidi içeren yağlar beslenme ve insan sağlığı açısından tercih edilmemektedir (Fillion ve Henry, 1998; Sanibal ve Mancini- Filho, 2004). Kızartmalarda genelde, düşük serbest asit ve iz metal, yüksek oleik asit ve düşük linoleik/linolenik asit seviyesi, çok düşük peroksit değeri ve nem içeriği, 170°C'nin üzerinde dumanlanma noktası ve yumuşak ve hafif lezzeti olan katı ve sıvı yağlar tercih edilir (Bulut ve Yılmaz, 2010). Bir yağın seçiminde doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri oranı önemlidir, düşük seviyede çoklu doymamış yağ asidi içeren yağlar (zeytinyağı, fıstık yağı v.b) tercih edilmelidir. Böylece kızartma sırasında oluşabilecek olan peroksit ya da hidroperoksit riski azaltılmış olur (Quaglia ve ark., 1998).

Herhangi bir kimyasal işleme tabi tutulmadan tüketilen birkaç yağdan biri olan sızma zeytin yağı, başlıca iki nedenden dolayı oksidatif bozunmaya direnç gösterir; birincisi, yağın yağ asidi kompozisyonu yüksek tekli doymamış-çoklu doymamış yağ asidi oranı ile karakterize edilmiştir ve ikincisi, bu yağ polifenollerde dahil olmak üzere güçlü antioksidan aktiviteli minör bileşenleri içerir. Zeytinyağı tekli doymamış yağ asitleri bakımından zengin, doymuş ve çoklu doymamış yağ asitleri düşük, linolenik asidi çok düşüktür ve hemen hemen hiç trans yağ asidi içermez (Velasco ve Carmen, 2002). Ayçiçeği yağı da yüksek dumanlanma noktası ve yağ asidi kompozisyonundan dolayı kızartma için alternatif bir yağ olabilir (Gharachorloo ve ark., 2010). Palm olein yağı da, performansı ve doğal olarak yüksek oksidasyon stabilitesine sahip olmasından dolayı birçok Avrupa ülkesinde büyük gıda üreticileri tarafından tercih edilmektedir (Marmesat ve ark., 2005).

Bu çalışmanın amacı; kızartma yağı olarak kullanılan zeytin ve yerfıstığı yağlarında farklı konsantrasyonlarda kullanılan adaçayı, biberiye ve kekik uçucu yağlarının kızartma yağlarının stabilitesi üzerine etkisini araştırmaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Cosio ve ark. (2006), elektrokimyasal yöntemle *Labiatae* familyasına (adaçayı, biberiye, kekik, nane, oğulotu, reyhan vs.) ait bitki ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin değerlendirilmesi ile ilgili yaptıkları bir çalışmada; en yüksek antioksidan etkiyi, muhtemelen yüksek miktarda rosmarinik asit, karnosik asit ve türevlerini içerdiğinden, biberiye ve adaçayının gösterdiğini, diğer bitkilerin antioksidan aktivitesinin; kekik> dağ kekiği> nane> defne> fesleğen şeklinde azaldığını belirlemişlerdir.

Doğal antioksidan olarak kullanılan biberiye, adaçayı ve sitrik asit birleşiminin, palm olein kızartma yağlarının yağ asitlerinin bozunmasını geciktirdiği belirlenmiştir (Warner ve Gehring, 2009). 63°C ve 120°C’de, biberiye metanol ekstraktının % 0,02’sinin ayçiçeği yağının oksidatif stabilitesini artırdığı ispatlanmıştır (Mariod ve ark, 2006).

Akgül ve Ayar (1992), yerli baharatların antioksidan etkileri ile ilgili yaptıkları bir çalışma sonucu; biberiyenin en fazla antioksidan etkiyi gösterdiğini, adaçayı, sumak, kekik, mercanköşk ve zahterinde oldukça belirgin antioksidan etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Anwar ve ark. (2009), rezeneden elde edilen çeşitli ekstraktların ve rezene uçucu yağının iyi bir antioksidan etki gösterdiğini ve serbest radikalleri temizleyici bir aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir.

Choe ve Min (2007), derin yağda kızartma yağlarının kimyasını incelemişlerdir. Susam yağındaki Lignan bileşenlerin derin yağda kızartmada antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Okur (2008), kızartma yağlarının % serbest yağ asitliği değerlerinin kızartma sayısının artması ile birlikte sürekli olarak arttığını tespit etmiştir. Derin yağda kızartma işlemi sırasında hidrolizle meydana gelen serbest yağ asidi miktarının gıdanın kalitesini etkilemeyecek kadar az olduğunu, olumsuz etkilerin daha çok oksidasyonla oluşan serbest yağ asitlerine bağlı olarak oluştuğunu bildirmiştir. Kızartma yağında meydana gelen değişikliklerin düzeyinin ve oranının; yağın cinsi, ısıtıldığı sıcaklık derecesi, kızartma süresi, yağ yenilenme oranı, yağın havaya maruz kaldığı yüzey alanı, kızartılan gıdanın cinsi, gıda partiküllerinin yağda birikimi, kızartma kabının modeli vb. gibi çok çeşitli faktörlerin etkileyeceğini de ifade etmiştir.

Özcan ve Akgül (1994), bazı baharat ekstraktlarının ve uçucu yağlarının 70°C’de depolanan ayçiçeği yağı üzerindeki antioksidan etkisini incelemişlerdir. Biberiye, adaçayı, mercanköşk, kekik, sater ve yabani mercanköşk gibi *Labiatae* bitkilerinin ekstraktlarının ve uçucu yağlarının ayçiçeği yağı üzerinde antioksidan etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Özcan ve Akgül (1995), çoğunlukla *Labiatae* familyasından baharat ekstraktları ve uçucu yağlarını, ticari katkıları ile birlikte yemeklik ayçiçeği yağında antioksidan etkilerini incelemişlerdir. En etkili baharat olarak biberiye saptamışlardır.

Politeo ve ark. (2006), on iki tür bitki uçucu yağının kimyasal kompozisyonunu ve antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda antioksidan kapasite sıralamasını, Sarımsak (*Syzygium aromaticum* L.) > Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) > Defne (*Laurus nobilis* L.) > Kişniş (*Coriandrum sativum* L.) > Küçük hindistan cevizi, Muskat (*Myristica fragrans* Houtt.) > Karabiber (*Piper nigrum* L.) > Dalak otu (*Helicrysum italicum* G. (Roth) Don) > Nane (*Mentha piperita* L.) > Mercanköşk (*Marjorana hortensis* Moench.) > Tarçın (*Cinnamomum zeylanicum* Nees) > Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) > Rezene (*Foeniculum vulgare* Muller) şeklinde yapmışlardır.

Quaglia ve ark. (1998), bir yağın seçiminde doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri oranının önemli olduğunu, düşük seviyede çoklu doymamış yağ asidi içeren yağların (zeytinyağı, fıstık yağı v.b) kızartma yağı olarak tercih edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Böylece kızartma sırasında oluşabilecek olan peroksit ya da hidroperoksit riskinin azaltılmış olacağını ifade etmişlerdir. Kızartma amacı ile kullanılacak olan yağın antioksidan aktivitesinin yüksek olması gerektiğini de bildirmişlerdir.

Ramalho ve Jorge (2008), yaptıkları çalışmada soya yağına ilave edilen 400 mg/kg biberiye ekstraktının oksidadif ve termal stabiliteyi artırdığını ve yağın korunmasında alternatif antioksidan olarak biberiye'nin önerilebileceğini belirtmişlerdir.

Diğer bir çalışmada; kızartma amacı ile kullanılan yağların özellikleri ve kızartma prosesi incelenmiştir (Rossell, 1998).

Evde ve restoranlarda kullanılan kızartma yağlarının incelendiği bir çalışmada da kızartma yağının kullanım güvenliğini sağlamanın en iyi yolunun kullanım süresini kısaltmak olduğu belirtilmiştir (Totani ve ark., 2006).

Kuliscic ve ark. (2004), kekik uçucu yağının antioksidan aktivitesini farklı metotlarla belirledikleri bir çalışmada, kekik uçucu yağının radikal süpürücü etki

gösterdiğinin fakat bu etkinin BHT'den daha az olduğunu ve kekik uçucu yağının, içerdiği thymol ve karvakrol'den dolayı antioksidan etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Biberiye ve adaçayıda bulunan oleoresin kızartma koşullarında etkilidir ve hatta kızartma sıcaklığında buharlaşıp ortamdan uzaklaşmazlar. Bu nedenle de; biberiye ve adaçayı antioksidan etki göstererek yağın okside olmasını engeller (Pokorny, 1998).

Erkan ve ark. (2008), biberiye (*Rosmarinus Officinalis* L.) ekstraktı, çörekotu (*Nigella sativa* L.) uçucu yağı, karnosik asit, rosmarinik asit ve sesamolün antioksidan aktivitesini değerlendirdikleri bir çalışmada, çörekotu ve biberiyenin fenolik içeriğini belirlemişler ve biberiye ekstraktının fenolik içeriğinin, çörekotu uçucu yağının fenolik içeriğinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Maskan ve ark. (2006), buhar destilasyonu ile elde edilen kara kekik ekstraktının kızartma işleminde kullanılan mısır özü yağı üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Antioksidan olarak kullanılan kara kekik uçucu yağlarının mısır özü yağının kızartma sırasında bozulma reaksiyonlarını önemli derecede yavaşlaştığını belirtmişlerdir.

Amarowicz ve ark. (2008), *Thymus vulgaris* L., *Origanum vulgare* L. ve *Origanum majorana* L. ethanol ekstraktlarının antioksidan aktivitesi ve serbest radikal süpürme kapasitesi ile ilgili yaptıkları bir çalışmada; ekstraktların antioksidan aktivitelerini, *Origanum majorana* L. > *Origanum vulgare* L. > *Thymus vulgaris* L. (tereyağına % 0,05 ilave) ve *Origanum majorana* L. > *Thymus vulgaris* L. > *Origanum vulgare* L. (% 0,1 ilave) şeklinde belirtmişlerdir.

Lagouri ve Boskou (1995), *Lamiaceae*, *Lauraceae*, *Myristicaceae*, *Umbellifereae*, *Piperaceae* familyalarından elde edilen yirmi dört uçucu yağın ve thymol, carvacrol, eugenol ve BHT'nin antioksidan aktivite katsayısını belirlemişlerdir. Sonuç olarak da, kekik yağının 35°C'de depolanan saf domuz yağını koruduğu ve sergilenen oksidasyon inhibisyonunun yüksek carvacrol + thymol içeriğine bağlı olduğu tespitini yapmışlardır.

Réblová ve ark. (1999), derin yağda kızartma sırasında kızartmanın stabilizasyonu üzerine biberiye ekstraktının etkisini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda; biberiye ekstraktlarının, özellikle de kolza yağında polar maddelerinin, polimerlerin oluşumunu ve çoklu doymamış trigliserollerin bozunmasını önlediğini belirtmişlerdir. Biberiye ekstraktlarının kızartma yağının stabilizasyonu üzerinde olumlu bir etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Chu ve Hsu (1999), fosfolipidler, askorbik palmitat, biberiye, tokoferol ve kateşin de dahil birkaç antioksidanın yer fıstığı yağının stabilitesine etkileri üzerinde

çalışmışlardır. Tokoferol, biberiye, fosfolipitler ve kateşinin ayrı ayrı fıstık yağının stabilitesi üzerinde antioksidan etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu antioksidanlar arasında, fıstık yağının stabilitesi üzerinde en güçlü etkiyi kateşinin gösterdiğini; kateşin ile fosfolipidler ya da biberiye antioksidanları karıştırılarak kullanıldığında ise fıstık yağının stabilitesini kateşinin tek başına kullanılmasından daha fazla artırdığını belirlemişlerdir.

Sanibal ve Mancini-Filho (2004), soya yağı (SBO) ve kısmen hidrojenlenmiş soya yağının (PHSBO) kızartma sonrasında taze SBO ile karşılaştırıldığında 2.95 ve 24.42% azalma ile 18:3n-3 ve 18:2n-6 yağ asitlerinde olduğunu belirtmişlerdir. SBO ve PHSBO'nun palmitik asit, oleik asit ve doymamış yağ asidi (SAFA) oranlarının önemli derece de arttığını; Linoleic (18:2n-6) ve α -linolenic (18:3n-3) asidin kızartma sırasında önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir. Kızartma sırasında SBO ve PHSBO'nun oleik asit (18:1n-9) içeriğinde değişim tespit etmemişlerdir.

Wang ve ark. (2008), *Rosmarinus officinalis* L. uçucu yağının antioksidan etkisini onun bileşenleri (1,8- sineol, α -pinen, β -pinen) ile karşılaştırdıkları bir çalışmada; DPPH test sisteminde; 1,8- sineol, α -pinen, β -pinen radikal tutucu etkisini sırasıyla $42.74\% \pm 2.5\%$, $45.61\% \pm 4.23\%$ ve $46.21\% \pm 2.24\%$ olarak belirlerken, biberiyenin radikal tutucu etkisini $62.45\% \pm 3.42\%$ olarak belirlemişlerdir. Biberiye uçucu yağının IC_{50} değerini BHT'den düşük olarak belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmada kızartma yağı olarak ham yer fıstığı yağı ve sızma zeytinyağı, sebze olarak biber ve patates kullanılmıştır. Doğal antioksidan olarak adaçayı, biberiye ve kekik uçucu yağları ve sentetik antioksidan olarak da BHT kullanılmıştır.

Adaçayı, biberiye ve kekik Konya’da faaliyet gösteren yerel bir aktardan temin edilip, analiz çalışmalarına kadar oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Ham yer fıstığı yağı (10 litrelik PVC bidonda) Osmaniye’de faaliyet gösteren Başpınar Fıstıkçılık Toprak Mah. Ltd. Şti.’den, sızma zeytinyağı (5 litrelik teneke kutuda) ise Hatay’da faaliyet gösteren Şifa Zeytinyağları ve Sabun San. Tic. Ltd. Şti.’den temin edilip, analiz çalışmaları boyunca ambalajında ve oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Kullanılacak olan biber ve patates de Konya’da faaliyet gösteren yerel bir marketten temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Uçucu Yağ Elde Etme

Adaçayı, biberiye ve kekik ayrı ayrı parçalayıcıdan geçirilip, Clevenger-tip distilasyon cihazı kullanılarak 3 saat boyunca hidrodilasyona maruz bırakılmıştır. Elde edilen uçucu yağlar cam şişelere konulup ağzı sıkıca kapatıldıktan sonra, kullanılıncaya kadar buzdolabında (+4°C) muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Kızartma İşlemi

Kızartma işleminden önce biberler yıkanıp, kurulanıp ve tohumlarından temizlenip olabildiğince eşit boyutlarda doğranmıştır. Patates de yıkanıp, kurulanıp olabildiğince eşit boyutlarda doğranmıştır.

Doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılan adaçayı, biberiye ve kekik uçucu yağları % 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 oranlarında, sentetik antioksidan olarak kullanılan BHT ise % 0.01 oranında kullanılmıştır. Her bir kızartma işlemi, 100 mL yağda biberler için

4–5 dakikada, patatesler için 5–6 dakikada gerçekleştirilmiştir. Kızartma işlemi için 19x3,5 cm boyutunda ağzı açık tava ve ısıtıcı olarak da 34x9x19 cm boyutlarında elektrikli ısıtıcı kullanılmıştır. Her bir kızartma işlemi iki tekerrür olarak yapılmış ve her yeni kızartma için taze yağ kullanılmıştır.

Kızartma işleminin hemen ardından kızartma yağı filtre kağıdından süzölmüştür. Oda sıcaklığına gelen yağın peroksit değeri ve serbest asitlik analizleri yapılmıştır. Toplam fenol, DPPH (2,2.-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ve yağ bileşimi analizleri için de her bir yağ örneğı cam kavanozlara konulmuş ve ağzı sıkıca kapatılarak buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Serbest yağ asitleri

Yağda bulunan serbest yağ asitlerinin % ifadeleridir ve sonuçlar % oleik asit cinsinden verilmiştir (AOCS, 1989).

3.2.3.2. Peroksit değeri

Peroksit değeri (PV) yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan oksijenin miliekivalangram olarak miktarı esasına göre hesaplanmıştır (AOCS, 1992).

3.2.3.3. Yağ asidi kompozisyonu

Yağ asiti metil esterleri Uluslararası Zeytinyağı Konseyi analiz metotlarına göre yapılmıştır (Anonymous, 2001). Yağ asitlerinin metil esterleri (1 µL) gaz kromatografi cihazında (Shimadzu GC-2010) alev iyonizasyon dedektörü (FID) kullanılarak analiz edilmiştir.

Cihazın çalışma şartları :

Enjeksiyon bloğı : 260 °C

Dedektör : 260 °C

Mobil faz : Azot

Toplam akış hızı (mL/dak.) : 80

Azotun akış hızı (mL/dak.) : 1.51

Split oranı (mL/dak.) : 1/40

Kullanılan kolon : Fused silika kpiler kolon (Teknokroma TR-CN100, Barcelona, Spain, 60mx0.25mm i.d.; film kalınlığı 0,20 µm)

Sıcaklık programı : 90 °C’de 7 dakika tut, dakikada 5 °C/dakida artarak 240 °C’ye yüksel, bu sıcaklıkta 15 dakika bekle şeklindedir.

Yağ numunelerinin esterleri, yukarıdaki şartlar altında kromatografiye enjekte edilmiştir. Başlıca yağ asitlerinin nitel teşhisleri göreceli alıkonma zamanları kıyaslanarak yapılmış ve yüzde miktarları entegratör çıktılarının düzeltilmiş verilerinden elde edilmiştir (Anonymous, 1990).

3.2.3.4. Toplam fenolik madde miktarı

Yağ numunelerinin fenolik ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteu kolorimetrik analiz metoduna göre belirlenmiştir. Spektrofotometrede (Shimadzu UV-vis mini spectrophotometer 1240) 760 nm’de okuma yapılmış (slinkard ve Singleton 1977) ve sonuçlar gallik asitin belli konsantrasyonlarının okunmasıyla oluşturulan kalibrasyon eğrisinden faydalanarak hesaplanmıştır (Vázquez Roncero ve ark., 1973).

3.2.3.5. DPPH serbest radikal tutucu etki

Örneklerin absorbanlarındaki değişim spektrofotometrede 517 nm’de okunmuştur. Sonuçlar DPPH’nin % 50’sinin inhibe olduğu (IC₅₀) konsantrasyon üzerinden µg/mL olarak bildirilmiştir (Gyamfi ve ark., 1999).

3.2.3. İstatistik Analiz

Araştırma sonuçları, varyans analizi yoluyla istatistikî öneme göre analiz edilmiştir (Püskülcü ve İkiz, 1989). Bu araştırmada bir numune için üç tekrar yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Serbest Asitlik ve Peroksit Değeri

Zeytin ve yerfıstığı yağlarına % 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 konsantrasyonlarında adaçayı, biberiye ve kekik uçucu yağları ve % 0.01 BHT ilave edilerek yapılmış olan biber ve patates kızartma yağlarının serbest asitlik ve peroksit değerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Sızma zeytinyağı ile yapılmış biber kızartma yağları incelendiğinde; % 0.3 adaçayı ve % 1.2 biberiye uçucu yağı ilave edilen kızartma yağlarının peroksit değerinin sırası ile 16.51 ve 17.25 meq O₂/kg olduğu görülmektedir. Patates kızartma yağları incelendiğinde; BHT, % 0.3, 0.6 ve 1.2 biberiye uçucu yağı ilave edilmiş yağların peroksit değerlerinin ise sırasıyla 17.73, 18.53, 18.67 ve 18.69 meq O₂/kg olduğu görülmektedir.

Biber kızartma yağlarının serbest asitlik değeri üzerinde, adaçayı uçucu yağının % 0.6 ve 0.9 konsantrasyonlarda ve kekik uçucu yağının % 1.2 konsantrasyonda ilavesi düşük bir etki gösterirken, biberiye uçucu yağlarının tüm konsantrasyondaki ilavesinin serbest asitlik değerini oldukça düşürdüğü görülmektedir. Patates kızartma yağlarının serbest asitlik değerini, adaçayı ve kekik uçucu yağları düşürürken, en fazla düşüşe biberiye uçucu yağı ilavesinin neden olduğu belirlenmiştir. % 0.3 adaçayı ilavesinin biber kızartma yağlarının peroksit ve serbest asitlik değerleri, 16.51 meq O₂/kg ve % 1.47 olarak belirlenirken, BHT ilave edilen yağın peroksit ve serbest asitlik değerleri 18.26 meq O₂/kg ve % 1.50 olarak belirlenmiştir. % 0.3 adaçayı ilavesinin biber kızartma yağlarının peroksit ve serbest asitlik değerlerini BHT ilavesinden daha fazla düşürdüğü fakat patates kızartma yağları üzerinde aynı etkiyi göstermediği görülmektedir. Biberiye uçucu yağlarının hemen hemen tüm konsantrasyonlarının (% 0.9 konsantrasyon hariç) biber ve patates kızartma yağlarının serbest asitlik ve peroksit değeri üzerinde etkili olduğu ancak bu etkinin BHT’den daha az olduğu belirlenmiştir. Kekik uçucu yağ ilavesi biber kızartma yağlarının serbest asitlik ve peroksit değeri üzerinde etkili olurken, patates kızartma yağlarında etkili olmadığı, aynı durumun adaçayı uçucu yağ ilavesi için de geçerli olduğu belirlenmiştir. Biberiye’nin kızartma yağları üzerindeki etkisi Che Man ve Jaswir (2000)’in çalışması ile uyumlu bulunurken, adaçayının etkisi aynı çalışmadan farklı olarak belirlenmiştir. BHT’nin etkisi Nacaroğlu (2006)’nın çalışması ile uyumlu bulunurken, kekiğin etkisi aynı çalışmadan farklıdır.

Patates ve biber kızartmalarının serbest asitlik değerleri arasında farklılık olduğu, patates kızartma yağlarının serbest asitlik değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun, patates nişastasının serbest yağ asitlerini absorbe etmesi ile açıklanabileceği belirtilmiştir (Krygier ve ark., 1981).

Elde edilen sonuçlara göre; biberiye uçucu yağının fenolik bileşenlerinin adaçayı ve kekik uçucu yağlarından daha fazla antioksidatif etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.1. Sızma zeytinyağı ile yapılmış biber ve patates kızartma yağlarının serbest asitlik ve peroksit değeri üzerine etkisi

Biber Kızartma			Patates Kızartma		
	Serbest Asitlik (% oleik asit)	Peroksit Değeri (meq O ₂ /kg)	Serbest Asitlik (% oleik asit)	Peroksit Değeri (meq O ₂ /kg)	
Kızartma öncesi	1.45± 0.007	15.37± 0.23	1.45± 0.007	15.37± 0.23	
Kontrol	1.47± 0.13	20.61± 1.99	1.41± 0.12	19.71± 0.86	
% 0.01 BHT	1.50± 0.05	18.26± 0.81	1.43± 0.10	17.73± 0.25	
Adaçayı (%)	0.3	1.47± 0.07	16.51± 0.60	1.43± 0.05	20.56± 1.79
	0.6	1.41± 0.06	21.56± 0.23	1.42± 0.11	21.67± 0.47
	0.9	1.44± 0.01	20.42± 0.63	1.34± 0.06	22.60± 0.84
	1.2	1.50± 0.05	20.24± 1.08	1.32± 0.05	21.63± 0.68
Biberiye (%)	0.3	1.38± 0.34	19.68± 0.52	1.27± 0.04	18.53± 0.40
	0.6	1.22± 0.08	18.40± 0.72	1.34± 0.09	18.67± 0.27
	0.9	1.36± 0.04	22.90± 0.88	1.34± 0.005	22.82± 0.29
	1.2	1.30± 0.06	17.25± 1.08	1.40± 0.05	18.69± 0.19
Kekik (%)	0.3	1.45± 0.09	19.15± 0.30	1.45± 0	20.80± 0.71
	0.6	1.46± 0.05	19.67± 1.11	1.49± 0.06	21.43± 0.38
	0.9	1.47± 0.05	19.65± 0.13	1.39± 0.16	24.16± 1,50
	1.2	1.40± 0.05	20.64± 0.82	1.33± 0.09	23.66± 0.75

Andrikopoulos ve ark. (2002), derin yağda ve tavada, sızma zeytinyağı ve bitkisel yağ kullanarak, 170 ± 10°C’de, 2.0 L yağda yaklaşık 500 g patatesi 12 dakika boyunca kızartmışlardır. Kızartma işlemi uygulanmayan sızma zeytin yağının peroksit

değerini 2.8 meq O₂/kg, derin yağda kızartma uyguladıkları sızma zeytin yağının peroksit değerini 26.0 meq O₂/kg olarak belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda, sızma zeytinyağının kızartma uygulanmadan önceki peroksit değeri 15.37 meq O₂/kg, kızartma uygulandıktan sonraki peroksit değeri ise 19.71 meq O₂/kg olarak elde edilmiştir. Daha önce yapılmış çalışmada kullanılan yağın peroksit değeri ile bizim kullandığımız yağın peroksit değeri arasındaki farklılık, zeytinyağının kalitesinin; meyve çeşidine, meyvenin olgunluk derecesine, çevre koşullarına, gelişme bölgesine, işleme ve depolama tekniklerine vs. bağlı olmasından kaynaklanmaktadır (Arslan, 2010).

Nacaroğlu (2006), *Thymbra spicata* (kara kekik) ve BHT'nin kullanımının kızartma sırasında yağın oksidasyonunu önemli derecede düşürdüğünü belirtmiştir.

Che Man ve Jaswir (2000), yaptıkları bir çalışmada, kızartma sırasında; rafine edilmiş, ağartılmış, kokusu giderilmiş palm oleinin fiziko-kimyasal değişimi üzerine biberiye ve adaçayı ekstraktlarının etkisini araştırmışlardır. Biberiye (% 0.4) ve adaçayı (% 0.4) ekstrakt ilavesinin peroksit değerini düşürdüğünü ve kızartma yağlarının serbest yağ asidi içeriğini önemli derecede azalttığını gözlemlemişlerdir. Her iki ekstraktında kızartma sırasında yağın oksidasyon hızını düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Houhoula ve ark. (2003), pamuk yağına ilave etkileri kekik ekstraktının patates cipslerinin kızartılması ve muhafazası sırasında peroksit oluşumunu baskıladığını gözlemlemişlerdir. Kekiğin kızartma sırasında özellikle polimerler ve dimerler gibi polar bileşenlerin azalmasında oldukça etkili olduğunu belirtmişlerdir. Lalas ve Dourtoglou (2003), patates cipslerini kızartmak amacı ile kullandıkları yağın stabilitesi üzerine biberiye ekstraktının etkisini değerlendirmişlerdir. Dilimlenmiş patatesleri aralıklı olarak doğal biberiye ekstraktı içeren soya yağında kızartmışlar ve ekstrakt içeren yağın önemli bir antioksidatif etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Naz ve ark. (2005), zeytin, mısır ve soya yağının; hava, ışık, ısı ve kızartma nedeniyle bozulmasını incelemişlerdir. Çeşitli antioksidan ilavelerinin kızartma işleminde yağların peroksit değeri üzerinde oldukça etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Maestri ve ark. (1996), fıstık yağının oksidatif stabilitesi üzerine bazı uçucu yağların etkisini inceledikleri bir çalışmada, fıstık yağına ilave ettikleri *Origanum majorana*, *Rosmarinus officinalis*, *Myrcianthes cisplatensis*, *Acantholippia seriphioides*, *Eucalyptus cinerea* ve *Tagetes filifolia* uçucu yağlarını fıstık yağına ilave ederek 60°C'de muhafaza etmişlerdir. Çalışma sonunda her bir fıstık yağının peroksit değerini belirleyerek uçucu yağların oksidasyon üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir.

Muhafazanın 12. gününden sonra kontrol yağın peroksit değerinin uçucu yağ ilave edilen yağların peroksit değerinden çok daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Fenolik bileşenlerce zengin *Origanum majorana* ve *A. seriphoides* uçucu yağlarının % 0.02 konsantrasyonlarda yağı önemli derecede koruduğunu belirtmişlerdir. *R. officinalis*, *M. cipslatensis* ve *E. cinerea* uçucu yağlarının en baskın bileşeninin 1.8 cineole (sırasıyla, % 57.0, 43.0 ve 70.0) olduğunu, fıstık yağına % 0.02 konsantrasyonda ilave edilen bu uçucu yağların kullanılan koşullar altında koruyucu etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.2. Ham yer fıstığı yağı ile yapılmış biber ve patates kızartma yağlarının serbest asitlik ve peroksit değeri üzerine etkisi

Biber Kızartma			Patates Kızartma	
	Serbest Asitlik (% oleik asit)	Peroksit Değeri (meq O ₂ /kg)	Serbest Asitlik (% oleik asit)	Peroksit Değeri (meq O ₂ /kg)
Kızartma öncesi	16.67 ±0.007	9.41± 0.97	16.67±0.007	9.41± 0.97
Kontrol	17.09± 0.91	4.69± 0.94	28.53± 0.35	8.24± 0.80
% 0.01 BHT	16.42± 0.15	9.84± 0.48	29.79± 0.09	8.09± 0.41
Adacayı (%)	0.3	16.26± 0.63	5.54± 1.12	16.67± 0.08
	0.6	16.70± 0.32	5.89± 0.40	16.83± 0.18
	0.9	16.97± 0.15	5.78± 0.76	16.86± 0.12
	1.2	30.77± 0.83	9.85± 0.14	28.71± 0.52
Biberiye (%)	0.3	16.28± 0.12	6.0± 0.87	16.43± 0.16
	0.6	16.24± 0.13	9.55± 0.52	16.62± 0.13
	0.9	16.49± 0.23	10.08± 1.09	16.65± 0.18
	1.2	29.94± 0.24	11.32± 0.68	28.56± 0.44
Kekik (%)	0.3	16.40± 0.61	5.19± 0.3	16.74± 0.04
	0.6	16.67± 0.51	5.56± 0.59	29.37± 0.08
	0.9	16.04± 0.26	6.08± 0.44	28.76± 0.46
	1.2	29.96± 0.38	11.55± 1.22	29.83± 0.66

Bu çalışmada fıstık yağının peroksit ve serbest asitlik değerleri oldukça değişken olduğundan değerlendirilememiştir. Bu durum da fıstık yağının stabilitesinin düşük olması ile açıklanmıştır (Chu ve Hsu, 1999). Bu durum muhtemelen, fıstıkyağının

zeytinyağına göre daha fazla safsızlık içermesinden ve bu safsızlıkların yüksek sıcaklıkta yağın serbest yağ asiti içeriğinin artmasına neden olmuş olabilir.

4.2. Yağ Asidi Kompozisyonu

Biber ve patates kızartma yağlarına (zeytin ve yer fıstığı yağı) % 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 konsantrasyonlarında ilave edilen adaçayı, biberiye ve kekik uçucu yağlarının ve % 0.01 konsantrasyonunda ilave edilen BHT'nin yağ asidi kompozisyonuna etkisi incelenmiş ve kızartma yağlarının yağ asidi kompozisyonundaki değişim Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4 incelendiğinde; kızartma öncesinde zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C18:2 ve C18:3 sırasıyla, % 6.02, 0.12, 1.89, 78.55, 11.97, 0.54 olarak belirlenirken; yer fıstığı yağının yağ asidi kompozisyonu C16:0, C18:0, C18:1, C18:2 ve C18:3 sırasıyla, % 8.92, 2.98, 59.37, 25.42 ve 2.48 olarak belirlenmiştir.

Oksidasyonun; özellikle oleik, linoleik ve linolenik asitlerle ilgili olduğu belirtilmiştir (Hamilton, 1999). Bu nedenle; bu çalışmada oleik, linoleik ve linolenik asit göz önüne alınarak değerlendirme yapılmıştır. Bir yağın derin yağda kızartma işleminde nasıl bir performans göstereceğinin başlangıç yağ asidi kompozisyonlarından tahmin edilebileceği ifade edilmiştir (Okur, 2008).

Kızartma öncesi zeytinyağının oleik asit miktarı % 78.55, linoleik asit miktarı % 11.97 ve linolenik asit miktarı % 0.54 olarak belirlenirken; biber kızartma işlemi sonrası kontrol zeytinyağında oleik asit miktarının % 78.45'e düştüğü, linoleik asit miktarının % 13.00'e ve linolenik asit miktarının ise % 0.86'ya yükseldiği görülmektedir. BHT ilaveli yağın oleik, linoleik ve linolenik asit miktarları sırasıyla; % 78.47, 12.76 ve 0.86 olarak belirlenmiştir. Adaçayı ilave edilmiş zeytinyağının tüm konsantrasyonlarının oleik asit miktarının yağın kızartma öncesi oleik asit miktarına göre azaldığı görülmektedir. % 1.2 adaçayı ilave edilmiş yağın linoleik asit miktarının % 10.95'e düştüğü, diğer konsantrasyonların (% 0.3, 0.6 ve 0.9) ise sırasıyla; % 12.67, 12.96 ve 12.28'e yükseldiği görülmektedir. Linolenik asit miktarının da yağın kızartma öncesi miktarına göre artış göstererek % 0.70'e yükseldiği görülmektedir.

Çizelge 4.3. Sızma zeytinyağı ile yapılmış biber kızartma yağlarının yağ asidi kompozisyonundaki değişim (%)

ÖRNEK ADI	Palmitik Asit	Palmitioleik Asit	Oleik Asit	Linoleik Asit	Araşidik Asit	Linolenik Asit	Stearik Asit	
Kızartma öncesi	6.02	0.12	78.55	11.97	0.85	0.54	1.89	
Kontrol	5.47	0.09	78.45	13.00	-	0.86	1.87	
% 0.01 BHT	5.70	0.10	78.47	12.76	-	0.86	1.85	
Adaçayı (%)	0.3	6.79	0.10	77.73	12.67	-	0.85	1.82
	0.6	6.69	0.12	77.64	12.96	-	0.83	1.74
	0.9	8.14	0.10	76.57	12.28	-	0.86	1.84
	1.2	9.4	-	76.51	10.95	0.66	0.70	1.76
Biberiye (%)	0.3	4.59	-	79.35	13.42	-	0.84	1.79
	0.6	9.42	-	76.86	10.39	0.80	0.68	1.84
	0.9	2.96	-	80.18	13.58	-	0.82	1.77
	1.2	9.08	-	75.57	12.06	0.88	0.65	1.74
Kekik (%)	0.3	4.01	-	79.69	13.25	-	0.82	1.76
	0.6	3.16	-	80.06	13.61	-	1.36	1.79
	0.9	3.95	-	79.51	13.38	-	0.83	1.85
	1.2	4.97	-	78.33	13.16	-	1.06	1.70

Kontrol yağın oleik ve linoleik asit miktarı % 78.45 ve 13.00 olarak, BHT ilaveli yağın oleik ve linoleik asit miktarı % 78.47 ve 12.76 olarak belirlenirken, % 0.3 ve 0.9 biberiye uçucu yağı ilaveli yağın oleik ve linoleik asit miktarlarının sırasıyla; % 79.35, 13.42 ve 80.18, 13.58'e yükseldiği görülmektedir. % 0.6 ve 1.2 biberiye uçucu yağı ilavesinin de linoleik ve linolenik asit miktarını kontrol ve BHT'ye göre azalttığı belirlenmiştir. Kekik uçucu yağı ilavesinin hemen hemen tüm konsantrasyonları için de oleik, linoleik ve linolenik asit miktarının BHT ve kontrol numuneye göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Tüm yağ numuneleri içinde en yüksek oleik, linoleik ve linolenik asit miktarı, kekik uçucu yağı ilaveli numunelerde belirlenirken, yağın

kızartma öncesi değerine en yakın oleik, linoleik asit içeriği % 78.47 ve 12.76 ile BHT ilaveli numunede belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Sızma zeytinyağı ile yapılmış patates kızartma yağlarının yağ asidi kompozisyonundaki değişim (%)

ÖRNEK ADI	Palmitik Asit	Palmitioleik Asit	Oleik Asit	Linoleik Asit	Araşidik Asit	Linolenik Asit	Stearik Asit	
Kızartma öncesi	6.02	0.12	78.55	11.97	0.85	0.54	1.89	
Kontrol	6.83	0.10	77.40	12.75	-	1.07	1.81	
% 0.01 BHT	6.57	-	79.80	13.01	-	0.85	1.74	
Adaçayı (%)	0.3	5.63	0.11	78.87	12.76	-	0.85	1.75
	0.6	7.27	0.09	77.02	12.51	-	1.08	1.72
	0.9	7.67	-	77.27	12.33	-	0.87	1.84
	1.2	7.50	-	68.70	14.69	2.37	1.74	1.80
Biberiye (%)	0.3	4.33	-	78.50	13.16	-	1.18	1.77
	0.6	9.0	-	74.82	10.56	0.49	0.63	1.82
	0.9	4.22	-	78.83	13.34	-	1.07	1.84
	1.2	3.73	-	77.38	14.38	-	0.66	1.44
Kekik (%)	0.3	5.02	-	79.27	13.08	-	0.85	1.75
	0.6	4.23	-	77.78	12.83	-	1.35	1.73
	0.9	14.29	-	71.70	13.46	0.79	0.53	1.76
	1.2	13.93	-	71.07	13.41	1.08	0.48	1.75

Patates kızartma işlemi sonrası, kızartma öncesi yağa kıyasla, BHT ilavesinin yağın oleik ve linoleik asit miktarını % 79.80 ve 13.01'e artırdığı, adaçayı ilavesinin ise oleik asit miktarını % 0.3 konsantrasyonda % 78.87'ye artırdığı, diğer konsantrasyonlarda ise azalttığı görülmektedir. % 1.2 adaçayı ilavesinin yağın linoleik (% 14.69) ve linolenik asit (% 1.74) miktarını diğer konsantrasyonlara göre en fazla artırdığı belirlenmiştir. Biberiye uçucu yağı ilaveli kızartma yağlarının genel olarak oleik asit miktarını kontrol yağa göre artırdığı, BHT'ye göre ise azalttığı görülmektedir.

Biberiye uçucu yağının % 0.6 ve 1.2 ilavesinin linolenik asit miktarını kontrol ve BHT'ye kıyasla önemli derecede azalttığı görülmektedir. Çizelge 4.4 incelendiğinde %

0.6, 1.2 biberiye uçucu yağı, BHT ve kontrol yağın linolenik asit miktarı sırası ile; % 0.63, 0.66, 0.85 ve 1.07 olarak belirlenmiştir. % 0.3 kekik uçucu yağı ilaveli numunenin oleik ve linoleik asit miktarı % 79.27 ve 13.08 olarak belirlenlenmiştir. % 0.3 kekik uçucu yağı ilaveli numunenin oleik ve linoleik asit miktarının BHT ve kontrol yağın oleik ve linoleik asit miktarına göre arttığı, diğer konsantrasyonların oleik asit miktarlarının ise BHT'ye göre azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.5. Ham yer fıstığı yağı ile yapılmış biber kızartma yağlarının yağ asidi kompozisyonundaki değişim (%)

ÖRNEK ADI	Palmitik Asit	Oleik Asit	Linoleik Asit	Araşidik Asit	Linolenik Asit	Stearik Asit
Kızartma öncesi	8.92	59.37	25.42	0.81	2.48	2.98
Kontrol	9.27	52.57	31.36	0.92	2.69	3.17
% 0.01 BHT	9.06	59.12	25.30	0.90	2.57	3.03
Adaçayı (%)	0.3	9.00	58.87	25.69	0.80	2.52
	0.6	9.02	59.24	25.36	0.81	2.48
	0.9	12.15	61.75	21.22	2.27	0.08
	1.2	9.37	52.48	31.15	1.02	2.68
Biberiye (%)	0.3	8.94	59.21	25.32	0.87	2.52
	0.6	8.94	59.34	25.34	0.79	2.47
	0.9	9.20	60.00	24.87	2.54	0.09
	1.2	9.52	51.93	31.62	1.01	2.62
Kekik (%)	0.3	9.11	53.91	31.10	2.65	-
	0.6	9.28	59.67	25.23	2.53	0.07
	0.9	8.53	58.78	25.27	2.54	2.03
	1.2	10.50	48.90	28.77	2.29	0.84

Biber kızartma işlemi sonrası Çizelge 4.5’de kontrol yer fıstığı yağının kızartma öncesi yağa göre; oleik asit miktarının % 52.57’ye düştüğü, linoleik asit ve linolenik asit miktarının ise sırasıyla % 32.36 ve 2.69’a yükseldiği görülmektedir. BHT ilaveli yağın oleik, linoleik ve linolenik asit miktarı % 59.12, 25.30 ve 2.57 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin yağın kızartma öncesi oleik, linoleik ve linolenik asit miktarlarına yakın

olduğu görülmüştür. % 0.9 adaçayı uçucu yağı ilave edilmiş fıstık yağında oleik asit miktarı (% 61.75) diğer konsantrasyonlar içinde ve BHT ve kontrol yağa göre en fazla iken, % 1.2 adaçayı uçucu yağı ilaveli yağın linoleik asit miktarı (% 31.15) en fazla olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde; % 0.9 biberiye uçucu yağı ilaveli yağın oleik asit (% 60.00) ve linolenik asit (% 2.54) miktarı diğer konsantrasyonlar içinde ve BHT ve kontrol yağa göre en fazla iken, % 1.2 biberiye uçucu yağı ilaveli yağın linoleik asit miktarı (% 31.62) en fazla olarak belirlenmiştir. % 0.6 kekik uçucu yağı ilaveli yağın oleik asit miktarı % 59.67 olarak belirlenirken, diğer konsantrasyonlar için oleik asit miktarının BHT ve kontrol yağa göre düşük bir oleik asit miktarına sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.6. Ham yer fıstığı yağı ile yapılmış patates kızartma yağlarının yağ asidi kompozisyonundaki değişim (%)

ÖRNEK ADI	Palmitik Asit	Oleik Asit	Linoleik Asit	Araşidik Asit	Linolenik Asit	Stearik Asit
Kızartma öncesi	8.92	59.37	25.42	0.81	2.48	2.98
Kontrol	8.63	60.23	23.18	-	0.03	3.12
% 0.01 BHT	9.54	52.86	31.51	2.78	-	3.28
Adaçayı (%)	0.3	9.13	59.32	24.27	2.61	0.07
	0.6	9.52	58.30	26.86	2.42	0.09
	0.9	9.00	58.80	24.78	0.84	2.52
	1.2	9.44	52.64	31.20	2.65	1.18
Biberiye (%)	0.3	9.08	59.00	25.25	0.93	2.60
	0.6	9.25	60.04	24.92	2.59	-
	0.9	9.27	60.81	24.09	2.59	0.05
	1.2	9.24	52.82	31.12	0.81	2.72
Kekik (%)	0.3	9.18	59.95	24.75	2.70	0.09
	0.6	10.00	53.07	31.26	0.82	2.24
	0.9	17.82	64.26	17.90	0.20	-
	1.2	8.92	52.45	32.01	0.84	2.67

Yer fıstığı yağının kızartma öncesi oleik, linoleik ve linolenik asit miktarı % 59.37, 25.42 ve 0.81 olarak belirlenirken, patates kızartma işlemi sonrası kontrol fıstık yağının linoleik ve linolenik asit miktarının % 23.18 ve 0.03'e düştüğü, oleik asit miktarının ise % 60.23'e yükseldiği görülmektedir. Bu durum da, kızartma sırasında hızlanan otooksidasyonun bir sonucu olarak doymamış yağ asitlerindeki çift bağların bozunması ve doymuş yağ asitleri ya da tekli doymamış yağ asitlerinin oluşumuyla açıklanmaktadır (Okur, 2008). BHT ilaveli numunenin linoleik asit miktarı % 31.51'e yükselirken, oleik asit miktarının % 52.86'ya düştüğü ve linolenik asit miktarının ise belirlenemediği görülmektedir. Adaçayı uçucu yağının tüm konsantrasyonları içinde yağların oleik asit miktarı kızartma öncesi ve kontrol numunenin oleik asit miktarlarına göre azalırken, BHT'ye göre arttığı belirlenmiştir. Linolenik asit miktarlarında da genel olarak azalma olduğu kaydedilmiştir. % 0.6 ve 0.9 biberiye uçucu yağı ilaveli numunelerin linolenik asit miktarında yağın kızartma öncesi linolenik asit miktarına kıyasla azalma belirlenirken, oleik asit miktarında artış belirlenmiştir. % 0.9 kekik uçucu yağı ilaveli numunenin oleik asit miktarı % 64.26 olarak belirlenmiş ve tüm yağ numuneleri içinde en yüksek oleik asit miktarına sahip olduğu görülmüştür. Linolenik asit miktarı ise belirlenememiştir.

Biber ve patates kızartma yağları arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu farklılıklar, biberin α -phellandrene, α -pinen, α -terpineol, β -pinen, kamfen, kapsaisin, karyofilin, sitrik asit, δ -3-karen, öjenol, γ - terpinen, hexanal, heksanoik asit, limonen, mirsen, oktanik asit, oleik asit, *p*- simen, palmitik asit, piperidin, pülegon, stearik asit, terpinolen, treonin, valin (Baiano ve ark., 2010) gibi bileşenler içermesi ve patateslerin kızartma işlemi sırasında yağ asitleri üzerinde koruyucu etkisinin olması ile açıklanabilir (Réblová ve ark., 1999).

Gerde ve ark. (2007), soya yağlarının kızartma sonunda oleik asit miktarlarının arttığını ifade etmişlerdir. Bir başka çalışmada da; bu artış oksidasyon sonucunda çoklu doymamış yağ asitlerinin kendilerine göre daha stabil olan oleik aside dönüşmesi ile açıklanırken (Okur, 2008); Okur (2008); rafine findık ve riviera zeytinyağında ağırlıklı olarak tekli doymamış yapıdaki *cis* oleik (C_{18:1}) asidinin yer alması nedeniyle oksidasyonun daha çok oleik asit üzerinden gerçekleştiğini ve oleik asit oranlarında bir azalma olduğunu belirlemiştir. Benzer şekilde Houhoula ve ark. (2002), pamuk yağında yaptıkları patates kızartması sonrası, kızartma yağının oleik asit içeriğinin azda olsa azaldığını belirtmişlerdir. Yüksek linoleik asit içeriğine sahip olan yağın daha çabuk bozunacağı ve bir yağın linoleik asit miktarının düşürülmesinin kızartma yağının

oksidatif stabilitesini artıracakı bildirilmiştir (Daniel ve ark., 2005). Bu durum, zeytinyağı ile yapılmış kızartma yağlarının oleik asit miktarlarındaki düşüşü destekler niteliktedir. Fıstık yağının oleik (% 59.37) ve linoleik asit (% 25.42) içeriği yüksek olduğu için oksidasyon daha çok bu iki yağ asidi üzerinden gerçekleşmiştir.

Che Man ve Jaswir (2000), hiçbir şey ilave edilmemiş ve antioksidan olarak adaçayı ve biberiye ilave edilmiş palm olein yağlarının C18:2/ C16:0 oranları arasında önemli bir farklılık olduğunu bildirmiştir. 6 günlük bir kızartma işleminde, yağın başlangıç C18:2/ C16:0 oranını 0.29 olarak belirlediği bir çalışmada, 6. gün sonunda Kontrol yağın ve adaçayı ve biberiye ilave edilmiş yağların C18:2/ C16:0 oranını sırasıyla; 0.17, 0.20 ve 0.21 olarak belirlemişlerdir.

Yu (2010), fırın ürünlerinin lipid oksidasyonu üzerine kekiğin antioksidan etkisini değerlendirdiği bir çalışmada, 45°C'de 36 gün boyunca muhafaza edilen çöreklerin yağ asiti kompozisyonunu değerlendirmiştir. 36. günün sonunda antioksidansız çöreklerin yağ asitlerinin toplam yağ asidi konsantrasyonunun; % 23.29, kekik ilaveli çöreklerde % 19.04, BHT ilaveli çöreklerde ise % 17.99 azaldığını belirtmiştir. Linoleik asit kaybının en fazla olduğunu, onu oleik asit kaybının takip ettiğini; bu durumun da; doymamış yağ asitlerinin bağ koparma enerjisinin çift bağlıların bağ koparma enerjisinden çok daha düşük olmasından kaynaklandığını belirtmiştir.

Andrikopoulos ve ark. (2002), derin kızartma ve tavada, sızma zeytinyağı ve karışık bitkisel yağda patates kızartma işlemi gerçekleştirerek bu yağların performansını değerlendirmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda, sızma zeytinyağı ve karışık bitkisel yağ numunelerinin, kızartma sırasında yağ asidi kompozisyonlarının hemen hemen değişmeden kaldığını; en karakteristik değişikliklerin linoleik asit seviyesindeki azalma olduğunu belirtmişlerdir. Kızartma sırasında oleik asit miktarında önemli bir azalma olmadığını belirtmişlerdir.

Daha önce yapılan bir çalışmada fıstık yağının kızartma öncesi ve kızartma sonrası yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Fıstık yağının kızartma öncesi elde edilen C16:0, C18:0, C18:1, C18:2, C20:0 ve C22:0 değerleri sırasıyla; % 11.5, 3.5, 48.5, 29.4, 1.5 ve 2.8; kızartma sonrası elde edilen C16:0, C18:0, C18:1, C18:2, C20:0 ve C22:0 değerler ise; % 11.3, 3.6, 48.8, 29.1, 1.5 ve 2.8 olarak belirlenmiştir (Fillion ve Henry, 1998).

4.3. DPPH Serbest Radikal Tutucu Etki ve Toplam Fenolik Madde Miktarı

Zeytin ve yer fıstığı yağlarına % 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 konsantrasyonlarında adaçayı, biberiye ve kekik uçucu yağları ve % 0.01 BHT ilave edilerek yapılmış olan biber ve patates kızartma yağlarının DPPH-radikal tutucu etki ve toplam fenolik madde miktarı analiz sonuçları Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Sızma zeytinyağı ile yapılmış biber ve patates kızartma yağlarının toplam fenolik madde ve DPPH-serbest radikal tutucu etki (RTE, IC₅₀) analiz sonuçları

Biber Kızartma			Patates Kızartma		
	RTE (IC ₅₀) Ekstraktın % inhibisyonu	Toplam fenolik madde mg/kg Ekstrakt	RTE (IC ₅₀) Ekstraktın % inhibisyonu	Toplam fenolik madde mg/kg Ekstrakt	
Kızartma öncesi	63.63	238	63.63	238	
Kontrol	36.50	230	53.81	213	
% 0.01 BHT	36.75	247	36.50	243	
Adaçayı (%)	0.3	35.63	242	36.31	219
	0.6	34.13	236	38.38	217
	0.9	36.12	181	34.19	261
	1.2	40.50	217	36.38	228
Biberiye (%)	0.3	58.25	245	55.13	209
	0.6	61.44	241	56.75	237
	0.9	59.69	244	56.69	211
	1.2	63.13	246	58.00	187
Kekik (%)	0.3	48.88	367	40.69	289
	0.6	52.25	445	44.88	330
	0.9	55.69	511	51.00	529
	1.2	60.00	703	53.88	456

Sızma zeytinyağı ile yapılmış biber kızartma yağları incelendiğinde; radikal tutucu etki (RTE) değeri en fazla olan biberiye uçucu yağı ilave edilerek (tüm konsantrasyonları) yapılmış olan kızartma yağları olduğu belirlenmiştir. % 1.2 biberiye

uçucu yağı ilavesi ile yapılmış olan biber kızartma yağının radikal tutucu etkisi % 63.13 olarak belirlenirken, bu değerin yağın kızartma öncesi radikal tutucu etkisi olan % 63.63'e en yakın değer olduğu görülmektedir. % 0.9 ve 1.2 kekik uçucu yağı ilave edilen numunelerin radikal tutucu etki değeri sırasıyla; % 55.69 ve 60.00 olarak belirlenmiş ve biberiye kadar olmamakla birlikte serbest radikal tutucu etkiyi artırdığı görülmüştür. BHT'nin radikal tutucu etkisi % 36.75 olarak belirlenirken; biberiye ve kekik uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarının, adaçayı uçucu yağının ise sadece % 1.2 konsantrasyonunun kızartma yağının radikal tutucu etki değeri üzerinde BHT'den daha fazla etkili olduğu görülmektedir.

Sızma zeytinyağı ile yapılmış patates kızartma yağları incelendiğinde; biberiye uçucu yağının tüm konsantrasyonlarının, kekik uçucu yağının ise % 0.9 ve 1.2 konsantrasyonlarının kızartma yağının radikal tutucu etkisini artırdığı belirlenmiştir. Patates kızartma yağlarında BHT'nin radikal tutucu etkisi % 36.50 olarak belirlenirken; patates kızartma yağlarının radikal tutucu etkisi üzerinde biberiye ve kekik uçucu yağlarının BHT'den daha etkili olduğu görülmüştür.

Sızma zeytinyağında yapılan biber kızartma yağlarının toplam fenolik madde içeriğinin; adaçayı, biberiye ve kekik ekstraktlarının konsantrasyonlarına bağlı olarak 181 -703 mg/ kg arasında değiştiği görülmüştür. Sızma zeytinyağında yapılan patates kızartma yağlarının toplam fenolik madde içeriğinin de; adaçayı, biberiye ve kekik ekstraktlarının konsantrasyonlarına bağlı olarak 187-529 mg/ kg arasında değiştiği görülmüştür.

Ham fıstık yağı ile yapılmış biber kızartma yağları incelendiğinde; % 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 kekik uçucu yağı ilave edilmiş kızartma yağlarının radikal tutucu etkisi sırasıyla; % 59.75, 66.81, 68.50 ve 70.56 olarak belirlenirken; kekik uçucu yağlarının BHT, adaçayı ve biberiye uçucu yağı ilavesinden daha fazla etkili olduğu görülmüştür. Biberiye ve adaçayı uçucu yağ ilavelerinin de kekik uçucu yağı kadar olmamakla birlikte kızartma yağının radikal tutucu etkisini yükselttiği görülmektedir.

Ham fıstık yağı kullanılarak yapılan patates kızartma yağlarında % 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 kekik uçucu yağı ilaveli numunelerin radikal tutucu etkisi sırasıyla; % 58.25, 64.81, 67.67 ve 67.67 olarak belirlenmiştir. Kekik uçucu yağı ilavesinin biber kızartma yağlarında olduğu gibi, patates kızartma yağlarının da radikal tutucu etkisini artırdığı, biberiye ve adaçayının da kekik uçucu yağına göre daha az olmakla birlikte artışa neden olduğu görülmektedir. Özellikle de; kekik ve biberiye uçucu yağlarının, biber ve patates kızartma yağlarının radikal tutucu etkisini BHT'den daha fazla artırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Ham yer fıstığı yağı ile yapılmış biber ve patates kızartma yağlarının toplam fenolik madde ve DPPH-serbest radikal tutucu etki (RTE) analiz sonuçları

Biber Kızartma			Patates Kızartma		
	RTE (IC ₅₀) Ekstraktın % inhibisyonu	Toplam fenolik madde mg/kg Ekstrakt	RTE (IC ₅₀) Ekstraktın % inhibisyonu	Toplam fenolik madde mg/kg Ekstrakt	
Kızartma öncesi Kontrol	58.06	257	58.06	257	
	49.25	198	49.38	232	
	% 0.01 BHT	50.44	213	48.63	198
Adaçayı (%)	0.3	55.87	282	54.25	237
	0.6	56.63	224	53.88	205
	0.9	56.63	293	31.25	345
	1.2	49.38	286	46.88	190
Biberiye (%)	0.3	56.88	227	55.00	237
	0.6	54.31	207	54.19	251
	0.9	55.44	230	52.81	256
	1.2	50.25	215	48.94	215
Kekik (%)	0.3	59.75	408	58.25	435
	0.6	66.81	516	64.81	387
	0.9	68.50	562	67.67	554
	1.2	70.56	723	67.67	584

Ham yer fıstığı yağında yapılan biber kızartma yağlarının toplam fenolik madde içeriğinin; adaçayı, biberiye ve kekik ekstraktlarının konsantrasyonlarına bağlı olarak 207-723 mg/kg arasında değiştiği; ham yer fıstığı yağında yapılan patates kızartma yağlarının toplam fenolik madde içeriğinin ise; adaçayı, biberiye ve kekik ekstraktlarının konsantrasyonlarına bağlı olarak 190-584 mg/kg arasında değiştiği görülmektedir.

Biber ve patates kızartma yağlarının radikal tutucu etki değerleri arasındaki farklılık biberin içerdiği fenolik maddelerin fazla olması ile açıklanabilir. Sızma zeytinyağının radikal tutucu etkisi, ham fıstık yağından yüksektir. Bu durum,

muhtemelen zeytinyağlarının içerdiği fenolik maddelerin kızartma sırasında ham fıstık yağının fenolik maddelerinden daha kararlı olması ile ilgilidir.

Zeytinyağında biberiye uçucu yağı ilave edilerek yapılan kızartma yağlarının radikal tutucu etkisi, adaçayı ve kekik uçucu yağları ile karşılaştırıldığında daha yüksek olarak bulunurken, ham fıstık yağında kekik uçucu yağı ilave edilerek yapılan kızartma yağlarının radikal tutucu etkisi daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Sızma zeytin yağı ile yapılmış olan biber ve patates kızartma yağlarının toplam fenolik madde miktarı incelendiğinde; kekik uçucu yağı ilavesi ile yapılmış olan tüm kızartma yağlarının toplam fenolik madde miktarının adaçayı, biberiye ve BHT'den daha yüksek olduğu görülmektedir. Biberiye uçucu yağı ilavesi ile yapılmış olan kızartma yağlarının toplam fenolik madde miktarının hemen hemen BHT ile aynı değerde olduğu, adaçayı uçucu yağı ilavesi ile yapılmış kızartma yağlarının ise düşük fenolik madde miktarına sahip olduğu görülmektedir.

Ham fıstık yağı ile yapılmış olan biber ve patates kızartma yağlarının toplam fenolik madde miktarı incelendiğinde de, kekik uçucu yağı ilavesi ile yapılmış olan kızartma yağlarının toplam fenolik madde miktarının daha yüksek olduğu; adaçayı ve biberiye uçucu yağı ilave edilerek yapılmış olan kızartma yağlarının toplam fenolik madde miktarının ise kekik uçucu yağına göre düşük olduğu görülmektedir. BHT ilavesinin ham fıstık yağı ile yapılmış olan kızartma yağlarının fenolik madde miktarını çok fazla etkilemediği belirlenmiştir (Kızartma öncesi: 198 mg/kg, BHT: 213-198 mg/kg).

Ham fıstık yağında toplam fenolik madde miktarını en fazla etkileyen kekik uçucu yağlarının aynı zamanda yüksek radikal süpürücü etki de gösterdiği belirlenirken; zeytinyağında biberiye uçucu yağının, kekik uçucu yağına göre daha yüksek radikal süpürücü etkiye ve daha düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Silva ve ark. (2010), Zeytinyağı, fıstık yağı ve birkaç sebze yağı içine et ve patatesleri ilave edip 180°C'de fırına verip, yaklaşık 60 dakika boyunca muamele ettikleri bir çalışmada, zeytinyağlarının radikal süpürücü etkisinin diğer sebze yağlarından daha yüksek olduğunu ve bu durumunda muhtemelen zeytinyağının içerdiği fenolik maddelerle açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Bu durum bizim çalışmamızı da destekler niteliktedir.

Yağcı (2005), *Thymbra spicata* uçucu yağlarının hurma ve mısır yağları üzerindeki antioksidan etkisini araştırdığı bir çalışmada, *Thymbra spicata* DPPH-serbest

radikal süpürücü etkisi olduğunu; *Thymbra spicata* ve BHT'nin radikal süpürücü etkisinin sırasıyla % 75.65 ve 73.7 olduğunu bildirmiştir.

Amarowicz ve ark. (2008), *Origanum vulgare* L., *Thymus vulgaris* L. ve *Origanum majorana* L. ekstraktlarının DPPH-radikal tutucu kapasitesini; *Origanum vulgare* L.> *Thymus vulgaris* L.> *Origanum majorana* L. şeklinde belirlemişlerdir.

Pérez ve ark. (2011), Arjantin adaçayı ve kekiğinin gama ışını ile ışılandıktan sonra antioksidan aktivesini değerlendirdikleri bir çalışmanın sonucu olarak adaçayı ve kekik ekstraktlarının radikal süpürücü etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Türkiye'de yetiştirilen 31 çeşit aromatik bitkinin antioksidan etkisinin ayçiçeği yağında incelendiği bir çalışmada da en güçlü antioksidan etkiye sahip biberiye bitkisinin olduğu, bunu sırasıyla adaçayı, sumak ve kekik gibi bitkilerin izlediği belirtilmiştir (Çoban ve Patır, 2010).

Pérez ve ark. (2011), adaçayı ve kekiğin antioksidan aktivitesi ile fenolik içerikleri arasında iyi bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada, ham fıstık yağı ve sızma zeytinyağına, adaçayı, biberiye ve kekik uçucu yağları ilave edilerek yapılan patates ve biber kızartma yağlarının radikal süpürücü etkileri ile toplam fenolik madde miktarları arasında tam olarak bir ilişki olmadığı görülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Zeytinyağına ilave edilen biberiye uçucu yağlarının hemen hemen tüm konsantrasyonlarının (% 0.9 konsantrasyon hariç) biber ve patates kızartma yağlarının % serbest asitlik ve peroksit değeri üzerinde etkili olduğu ancak bu etkinin BHT'den daha az olduğu belirlenmiştir. % 1.2 biberiye uçucu yağının biber kızartma yağlarının peroksit değeri ve % serbest asitlik sayısını BHT'den daha fazla düşürdüğü belirlenmiştir. Zeytinyağı ile yapılan biber ve patates kızartma yağlarının % serbest asitlik ve peroksit değeri üzerinde en iyi etkiyi BHT'nin gösterdiği belirlenmiştir. Fıstık yağının peroksit ve serbest asitlik değerleri oldukça değişken bulunmuştur. Bu durum da fıstık yağının düşük stabiliteye sahip olması ile açıklanabilir. Patates ve biber kızartmalarının serbest asitlik değerleri arasında farklılık olduğu, patates kızartma yağlarının % serbest asitlik değerlerinin biber kızartma yağlarının % serbest asitlik değerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum da, patates nişastasının serbest yağ asitlerini absorbe etmesi ile açıklanmıştır (Krygier ve ark., 1981).

Zeytinyağında yapılan biber kızartma yağlarının tüm numuneleri içinde en yüksek oleik, linoleik ve linolenik asit içeriğine, kekik uçucu yağı ilaveli numunelerde belirlenmiştir. Yağın başlangıç değerine en yakın oleik, linoleik ve linolenik asit içeriği ise BHT ilaveli numunede belirlenmiştir. Patates kızartma yağlarında ise % 0.01 BHT ilaveli numunelerin en yüksek oleik ve linoleik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

BHT ilaveli fıstık yağı ile yapılan biber kızartma yağının oleik, linoleik ve linolenik asit miktarı yağın başlangıç değerine yakın bulunmuştur. Aynı şekilde, % 0.6 adaçayı, % 0.3 ve 0.6 biberiye uçucu yağı ilaveli kızartma yağlarının da oleik, linoleik ve linolenik asit miktarı yağın başlangıç değerine yakındır. Patates kızartma yağları incelendiğinde % 0.3 biberiye uçucu yağı ilavesinin oleik, linoleik ve linolenik içeriği yağın başlangıç değerine en yakın olarak belirlenmiştir.

Yüksek linoleik asit içeriğine sahip olan yağın daha çabuk bozunacağı ve bir yağın linoleik asit miktarının düşürülmesinin kızartma yağının oksidatif stabilitesini artıracak bildirilmiştir. Bu durum, zeytinyağı ile yapılmış kızartma yağlarının oleik asit miktarlarındaki düşüşü destekler niteliktedir. Fıstık yağının oleik ve linoleik asit içeriği yüksek olduğu için oksidasyonun daha çok bu iki yağ asidi üzerinden gerçekleşmiştir.

Biber ve patates kızartma yağlarının yağ asidi kompozisyonları birbirinden farklıdır. Bu durum da biber ve patatesin farklı bileşenlere sahip olması ve kızartma yağı üzerinde farklı etkileri olması ile açıklanmıştır.

Sızma zeytinyağı ile yapılmış biber ve patates kızartma yağları incelendiğinde; radikal tutucu etki değeri en fazla olan örnekler, biberiye uçucu yağı ilave edilmiş (tüm konsantrasyonları) kızartma yağlarıdır. % 1.2 biberiye uçucu yağı ilavesi ile yapılmış olan biber kızartma yağının radikal tutucu etkisinin yağın başlangıç değerine yakın olduğu tespit edilmiştir. Patates kızartma yağlarının radikal tutucu etkisi üzerinde; biberiye ve kekik uçucu yağlarının BHT'den daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Ham fıstık yağı ile yapılmış biber kızartma yağları incelendiğinde; kekik uçucu yağı (tüm konsantrasyonları için) ilave edilmiş kızartma yağlarının radikal tutucu etkisinin en fazla olduğu belirlenmiştir. Kekik uçucu yağı ilavesinin benzer şekilde; ham fıstık yağı kullanılarak yapılan patates kızartma yağlarının radikal tutucu etkisini artırdığı tespit edilmiştir. Kekik ve biberiye uçucu yağlarının, biber ve patates kızartma yağlarının radikal tutucu etkisini BHT'den daha fazla artırdığı belirlenmiştir.

Biber ve patates kızartma yağlarının radikal tutucu etki değerleri arasındaki farklılık biberin içerdiği fenolik maddelerin fazla olması ile sızma zeytinyağının radikal tutucu etkisinin ham fıstık yağından fazla olması ise muhtemelen zeytinyağlarının içerdiği fenolik maddelerin kızartma sırasında ham fıstık yağının fenolik maddelerinden daha kararlı olması ile açıklanmıştır.

Ham fıstık yağında toplam fenolik madde miktarını en fazla etkileyen kekik uçucu yağlarının aynı zamanda yüksek radikal süpürücü etki de gösterdiği belirlenirken; zeytinyağında biberiye uçucu yağının, kekik uçucu yağına göre daha yüksek radikal süpürücü etkiye ve daha düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu belirlenmiş ve radikal süpürücü etki ile toplam fenolik madde miktarı arasında tam olarak bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

5.2. Öneriler

Kızartma yağlarının stabilitesinin, kızartma yağının ve kızartılan ürünün çeşidine göre farklılık gösterdiği belirtilebilir. Kızartma yağına ilave edilen adaçayı, biberiye ve kekik uçucu yağlarının da kızartma yağının stabilitesi üzerindeki etkisinin, antioksidanın konsantrasyonuna, yağın ve kızartılacak ürünün çeşidine göre değiştiği söylenebilir. Bu çalışmaya göre; kızartma yağının stabilitesini artırmak için kullanılacak

olan antioksidanın kızartma yağının ve ürünün çeşidine ve antioksidanın konsantrasyonuna göre değerlendirilmesi ve ona göre kullanılması gerektiği belirtilebilir.

KAYNAKLAR

- Akgül, A. ve Ayar, A., 1992 Yerli baharatların antioksidan etkileri. *S.Ü. Araştırma Fonu Projesi*, No: ZF-91/067, 1-8.
- Alaca, F. G. ve Arabacı, O., 2005, Bazı tıbbi bitkilerdeki doğal antioksidanlar ve önemi, *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, Antalya, 465-470.
- Ali, R. F .M., 2010, Improvement the stability of fried sunflower oil by using different levels of pomposia (*Syzygium cumini*), *Elektronik Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 9 (2), 396-403.
- Amarowicz, R., Żegarska, Z., Rafalowski, R., Pegg, R. B., Karamać, M. and Kosińska, A., 2008, Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of ethanolic extracts of thyme, oregano and marjoram, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 1111-1117.
- Andrikopoulos, N. K., Kalogeropoulos, N., Falirea, A. and Barbagianni, M.N., 2002, Performance of virgin olive oil and vegetable shortening during domestic deep-frying and pan-frying of potatoes, *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 177-190.
- Anonim, 2010, Bitkisel atık yağların yönetimi, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 1-99.
- Anonymous, 1989, AOCS, Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. 4th edn., American Oil Chemists' Society, Champaign, method Ac 5-41.
- Anonymous, 1990, Approved methods of the American association of the cereal chemists, No: 2/52, St. Paul, MN, USA.
- Anonymous, 1992, AOCS, Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. 4th edn., American Oil Chemists' Society, Champaign, method Cd 8-53.
- Anonymous, 2001, IOOC, International Olive Oil Council.
- Anwar, F., Ali, M., Hussain, A. I. and Shahid, M., 2009, Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Pakistan, *Flavour and Fragrance Journal*, 24, 170-176.
- Arslan, D., 2010, Güney Anadolu'da yetişen bazı yağlık zeytin çeşitlerinin ve yağlarının fiziksel ve biyokimyasal özellikleri üzerine lokasyon ve hasat zamanının etkisi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-249.
- Baiano, A., Gambacorta, G. and La Notte, E., 2010, Aromatization of olive oil, *Transworld Research Network*, 37/661 (2), 1-29.

- Banks, D. E. and Lusas, E. W., 2002, Oils and industrial frying: snack foods processing, Lusas, E.W., and Rooney, L. W., *CRC Press*, USA.
- Bulut, E. ve Yılmaz, E., 2010, Comparison of the frying stability of sunflower and refined olive pomace oils with/without adsorbent treatment, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87, 1145–1153.
- Che Man, Y. B. and 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, 301-307.
- Choe, E. and Min, D. B., 2007, Chemistry of deep-fat frying oils, *Journal of Food Science*, 72 (5), 77-84.
- Chu, Y. H. and Hsu, H. F., 1999, effects of antioxidants on peanut oil stability, *Food Chemistry*, 66, 29-34.
- Cosio, M. S., Buratti, S., Mannino, S. and Benedetti, S., 2006, Use of an electrochemical method to evaluate the antioxidant activity of herb extracts from the Labiatae family, *Food Chemistry*, 97, 725–731.
- Çoban, Ö. E. ve Patır, B., 2010, Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2) 7-19.
- Dana, D. and Saguy, I. S., 2006, Review: Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth, *Advances in Colloid and Interface Science*, 128-130, 267-272.
- Dandlen, S. A., Lima, A. S., Mendes, M. D., Miguel, M. G., Faleiro, M. L., Sousa, M. J., Pedro, L. G., Barroso, J. G. and Figueiredo, A. C., 2010, Antioxidant activity of six Portuguese thyme species essential oils, *Flavour and Fragrance Journal*, 25, 150-155.
- Daniel, D.R., Thompson, L.D., Shriver, B.J., Wu, C.K. and Hoover, L.C., 2005, Nonhydrogenated cottonseed oil can be used as a deep fat frying medium to reduce *trans*-fatty acid content in french fries, *Journal American Dietetic Association*, 105, 1927-1932.
- Demiröz, B. ve Ataman, P., 2009, Kızartma yağlarında magnezyum silikat kullanımı, *Gıda Dergisi*, 02, 58-60.
- Ekşi, A. ve Bakan, A., 2009, Gıdaların antioksidan kapasitesini belirleme yöntemleri, *Gıda Dergisi*, 09, 76-82.
- Erkan, N., Ayrancı, G. and Ayrancı, E., 2008, Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol, *Food Chemistry*, 110, 76–82.
- Fillion, L. and Henry, C.J.K., 1998, Nutrient losses and gains during frying: a review, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 49, 157-168.

- Gerde, J., Hardy, C., Fehr, W. and White, P.J., 2007, Frying performance of no-trans, low-linolenic acid soybean oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84, 557-563.
- Gharachorloo, M., Ghavami, M., Mahdiani, M. and Azizinezhad, R., 2010, The effects of microwave frying on physicochemical properties of frying and sunflower oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87, 355-360.
- Gyamfi, M.A., Yonamine, M. and Aniya, Y., 1999, Free radical scavenging action of medical herbs from Ghane: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries, *General Pharma*, 32(6), 661-667.
- Hamilton, R.J., 1999, The Chemistry of Rancidity in Foods, Hamilton, R.J. and Allen, J.C., *An Aspen Publication*, USA, 1-21.
- Hossain, M.B., Barry-Ryan, C., Martin-Diana, A.B. and Brunton, N.P., 2011, Optimisation of accelerated solvent extraction of antioxidant compounds from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), marjoram (*Origanum majorana* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) using response surface methodology, *Food Chemistry*, 126, 339–346.
- Houhoula, D. P., Oreopoulou, V. and Tzia, C., 2002, A kinetic study of oil deterioration during frying and a comparison with heating, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 133-137.
- Houhoula, D. P., Oreopoulou, V. and Tzia, C., 2003, Antioxidant efficiency of oregano during frying and storage of potato chips, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 1499-1503.
- Kayahan, M., 2003, Yağ kimyası, *ODTÜ Yayıncılık*, Ankara, 1-220.
- Krygier K., Rutkowski A. and Szewczyk M. 1981, Simple tests for determination of acid value in oils, *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, LVIII, 401- 403.
- Kuliscic, T., Radonic, A., Katalinic, V. and Milos, M., 2004, Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil, *Food Chemistry*, 85, 633-640.
- Lagouri, V. and Boskou, D., 1995, Screening for antioxidant activity of essential oils obtained from spices, *Developments in Food Science*, 37, 869-879.
- Lalas, S. and Dourtoglou, V., 2003, Use of rosemary extract in preventing oxidation during deep-fat frying of potato chips, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80 (6), 579-583.
- Maestri, D. M., Zygadlo, J. A., Lamarque, A. L., Labuckas, D. O. and Guzmán, C. A., 1996, Effect of some essential oils on oxidative stability of peanut oil, *Grasas y Aceites*, 47 (6), 397-400.

- Mariod, A. A., Matthäus, B., Eichner K. and Hussein, I. H., 2006, Antioxidant activity of extracts from *Sclerocarya birrea* kernel oil cake, *Grasas Y Aceites*, 57 (4), 361-366.
- Marmesat, S., Mancha, M., Ruiz-Méndez, M.V. and Dobarganes, M.C., 2005, Performance of Sunflower Oil with High Levels of Oleic and Palmitic Acids During Industrial Frying of Almonds, Peanuts, and Sunflower Seeds, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82 (7), 505–510.
- Maskan, M., Nacaroglu, S. ve Göğüş, F., 2006, Kara kekik (*Thymbra spicata*) uçucu yağının kızartma işleminde kullanılan mısır özü yağının kalite değerleri üzerine etkisi, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, 365-368.
- Mechergui, K., Coelho, J. A., Serra, M. C., Lamine, S. B., Boukhchina, S. and Khouja, M. L., 2010, Essential oils of *Origanum vulgare* L. subsp. *glandulosum* (Desf.) Ietswaart from Tunisia: chemical composition and antioxidant activity, *J Sci Food Agric*, 90, 1745–1749.
- Moreira, R. G., Castell-Perez, M. E. and Barrufet, M. A., 1999, Deep-fat frying; fundamentals and applications, *An Aspen Puplicaton*, United states of America, 33-48.
- Moure, A., Cruz, J.M., Franco, D., Domínguez, J.M., Sineiro, J., Domínguez, H., Núñez, M.J. and Parajó, J.S., 2001, Natural antioxidants from residual sources, *Food Chemistry*, 72, 145-171.
- Nacaroglu, S., 2006, Effect of butylated hydroxytoluene and essential oils of *Thymbra spicata* on stability of corn and palm oils during deep-fat frying, Master's thesis, *Institute of Science of Gaziantep University*, Gaziantep, 1-64.
- Naz, S., Siddiqi, R., Sheikh, H. and Sayeed, S. A., 2005, Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and depp-frying, *Food Research International*, 38, 127-134.
- Negishi, H., Nishida, M., Endo, Y. and 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.
- Nor F. M., Suhaila M., Aini I. N. and Razali I., 2008, Antioxidative properties of *Pandanus amaryllifolius* leaf extracts in accelerated oxidation and deep frying studies, *Food Chemistry*, 110, 319–327.
- Nor F. M., Suhaila M., Aini I. N. and Razali I., 2009, Antioxidative properties of *Murraya koenigii* leaf extracts in accelerated oxidation and deep-frying studies, *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 60 (S2):1-11.
- Nzaramba, M. N., 2008, Relationships among antioxidants, phenolics, and specific gravity in potato cultivars, and evaluation of wild potato species for antioxidants, glycoalkaloids, and anti-cancer activity on human prostate and

- colon cancer cells *in vitro*, Doctor of Philosophy, *Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University*, College Station- Texas, 1-147.
- Okur, A., 2008, Derin yağda kızartma işleminin bazı bitkisel sıvı yağların yağ asidi bileşimleri ile oksidatif stabiliteleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, 1-104.
- Quaglia, G., Comendador, J. and Finotti, E., 1998, Optimization of frying process in food safety, *Grasas y Aceites*, 49 (3-4), 275-281.
- Oysun, G., 1984, Kızartma işleminin yağın asit ve peroksit sayısına etkisi, *Gıda*, 9 (5), 295-299.
- Özcan, M. ve Akgül, A., 1994, Yerli baharatlardan elde edilen uçucu yağlar ve ekstraktların ayçiçeği yağında antioksidan etkileri, *S.Ü. Araştırma Fonu Projesi*, No: ZF-93/10, 1-8.
- Özcan, M. ve Akgül, A., 1995, Yerli baharatlardan elde edilen ekstraktlar ve uçucu yağların yemeklik bitkisel yağlardaki antioksidan etkilerinin ticari katkılarla birlikte denemesi, *S.Ü. Araştırma Fonu Projesi*, No: ZF-94/019, 1-9.
- Öztürk, M., 2004, Kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağlar, *Çevre ve Orman Bakanlığı*, 1-10.
- Perek, S., 2009, Kekik, *Gıda Dergisi*, 08, 74-75.
- Pérez, M. B., Banek, S. A. and Croci, C.A., 2011, Retention of antioxidant activity in gamma irradiated argentinian sage and oregano, *Food Chemistry*, 126, 121-126.
- Pokorny, J., 1998, Substrate influence on the frying process, *Grasas y Aceites*, 49 (3-4), 265-270.
- Pokorny, J., 1999, Changes of nutrients at frying temperatures: frying of food, oxidation, nutrient and non-nutrient antioxidants, biologically active compounds and high temperatures , Boskou, D. and Elmadfa, İ., *CRC Press*, USA, 82-84.
- Püskülcü, H. and İkiz, F., 1989, İstatistiğe Giriş, *Bilgehan Basımevi*, İzmir, 33.
- Politeo, O., Jukić, M. and Miloš, M., 2006, Chemical composition and antioxidant activity of essential oils of twelve spice plants, *Croatia Chemical Acta Ccacia*, 79 (4), 545-552.
- Ramalho, V. C. and Jorge, N., 2008, Antioxidant action of rosemary extract in soybean oil submitted to thermoxidation, *Grasas y Aceites*, 59 (2), 128-131.
- Ravelli, D., Matsuoka, C. R. and Modesta, R. C. D., 2010, Determination of deep frying soybean oil disposal point by a sensory method, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87, 515-520.

- Réblová, Z., Kudrnová, J., Trojáková, L. and Pokorný, J., 1999, Effect of rosemary extracts on the stabilization of frying oil during deep fat frying, *Journal of Food Lipids*, 6, 13-23.
- Rossell, J., B., 1998, Industrial frying process, *Grasas y Aceites*, 49 (3-4), 282-295.
- Saguy, I. S. and Dana D., 2003, Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects, *Journal of Food Engineering*, 56, 143–152.
- Sanibal, E.A.A. and Mancini-Filho, J., 2004, Frying Oil and Fat Quality Measured by Chemical, Physical, and Test Kit Analyses, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81 (9), 847–852.
- Serjouie, A., Tan, C.P., Mirhosseini, H. and Che Man, Y. B., 2010, Effect of vegetable-based oil blends on physicochemical properties of oils during deep-fat frying, *American Journal of food Technology*, 5 (5), 310-323.
- Silva, L., Pinto, J., Carrola, J. and Paiva-Martins, F., 2010, Oxidative stability of olive oil after food processing and comparison with other vegetable oils, *Food Chemistry*, 121, 1177-1187.
- Slinkard, K. And Singleton, V.L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *Am. J. Enol. Vitic*, 28, 49-55.
- Tateo, F. and Fellin, M., 1988, *Rosmarinus officinalis* L. extract production antioxidant and antimutagenic activity, *Perfumer & Flavorist*, 13, 48-54.
- Totani, N., Ohno, C. and Yamaguchi, A., 2006, Is the frying oil in deep- fried foods safe?, *Journal of Oleo Science*, 55 (9), 449-456.
- Ulusoy, B.Ö., 2008, Oleik asidin terpenol esterlerinin üretilmesi ve kızartma yağlarında antioksidan olarak kullanılması, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-106.
- Vázquez Roncero, A., Janer Del Vale, C. and Janer Del Vale, M.L., 1973, Determinacion de los polifenoles totales del aceite de oliva, *Grasas Aceites*, 54, 71-76.
- Velasco, J. and Carmen, D., 2002, Oxidative stability of virgin olive oil, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104, 661–676.
- Warner, K. and Gehring, M.M., 2009, High-temperature natural antioxidant improves soy oil for frying, *Journal of food science*, 74 (6), 500-505.
- Wang, W., Wu, N., Zu, Y.G. and Fu, Y.J., 2008, Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components, *Food Chemistry*, 108, 1019–1022.

- Yağcı, E., 2005, Antioxidative effect of essential oils of *Thymbra spicata* on palm and corn oils, Master of Science, *Gaziantep University Graduate School of Natural & Applied Sciences*, Gaziantep, 1-74.
- Yu, Y., 2010, The evaluation of antioxidant effect of oregano on lipid oxidation of a bakery product, Master of Science, *Department of Family and Consumer Sciences of the University of Wyoming*, Laramie, 1-57.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ebru TANRIVERDİ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Giresun/1983

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Bayrampaşa Tuna Lisesi, Bayrampaşa, İstanbul	2001
Üniversite	: Mersin Üniversitesi, Yenişehir, Mersin	2006
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	-
Doktora	: -	-