

**DOĞAL BİTKİ EKSTRAKLARININ KIZARTMA YAĞLARININ  
OKSİDATİF STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Yunus SARICA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Yrd. Doç. Dr. Ayhan BAŞTÜRİK**

**2015**

**Her Hakkı Saklıdır**

**T.C.  
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DOĞAL BİTKİ EKSTRAKLARININ KIZARTMA  
YAĞLARININ OKSİDATİF STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Yunus SARICA**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**IĞDIR  
2015  
Her Hakkı Saklıdır**

**Yrd. Doç. Dr Ayhan BAŞTÜRK** danışmanlığında **Yunus SARICA** tarafından hazırlanan bu çalışma 04/ 06/ 2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: ..... İmza:

Üye: ..... İmza:

Üye: ..... İmza

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim kurulunun ..... / ..... /2015 tarih ve 2015/ ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(İmza)

.....

Doç. Dr. Bünyamin YILDIRIM  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

### DOĞAL BİTKİ EKSTRAKLARININ KIZARTMA YAĞLARININ OKSİDATİF STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

SARICA, Yunus

Yüksek Lisans Tezi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr Ayhan BAŞTÜRK

Haziran 2015, 64 Sayfa

Oksidasyon işlemi, yağların bozulmasına neden olan temel etmenlerden biridir. Bu doğrultuda lipit oksidasyonu, gıdaların kalitesini olumsuz yönde etkileyen bir reaksiyondur. Doğada bulunan en yaygın antioksidan olan tokoferoller bitkisel yağlardaki en önemli antioksidanlardır. Ancak yapılan kimyasal işlemler sonucunda kızartma için kullanılan bu yağlar önemli antioksidan kaybına uğramaktadır.

Yapılan teknolojik işlemlerin haricinde lojistik faaliyetler, depolama işlemleri ve bazı satış koşulları, yağların oksidasyon stabilitesini azaltmaktadır. Bu nedenle doğal bitki ekstraktlarının kullanımı zorunlu hale gelmektedir.

Bu çalışmada alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ) uygulaması ile saflaştırılmış mısır yağına belli oranlarda katılan 5 farklı bitki ekstraktı (Isırgan yaprağı, Sumak, Kekik, Keten tohumu, Nane ve 2 farklı sentetik antioksidan (Askorbil Palmitat, BHT), kızartma sıcaklığında 0,2,4,6 saat aralığında alınan örneklerin peroksit, dien-trien, ve malonaldehit (MAD) analizleri ile bitki ekstraktlarının antioksidatif özellikleri DPPH yöntemiyle belirlenmiştir. Bu doğrultuda bitki ekstraktlarının kızartma yağlarında kullanılabilir, etkili birer antioksidan özelliğe sahip olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal antioksidan, bitki ve baharat, antioksidan aktivite, kızartma yağları, oksidatif stabilite

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF NATURAL PLANT EXTRACTS ON OXIDATIVE STABILITIES OF FRYING OILS

SARICA, Yunus

Master Thesis/ Food Engineering Main Discipline

Thesis Adviser: Asst. Prof. Dr. Ayhan BAŞTÜRK

June 2015, 64 pages

Oxidation process is the main contributing cause in deterioration of oils. Consequently, lipid oxidation is a negative reaction that effects of quality of nutritions. Tokoferols are the most important antioxidants in vegetal oils. However, chemical process that implemented to oils cause depreciations in antioxidants.

Some reasons as logistic operations, storage actions and vendition process, cause reducing of oxidation stability of oils. Consequently it is an obligation to use natural herbal antioxidants.

In this research, 6 different classes of plant extracts and 2 different sentetic antioxidants were added into purified-corn oil which is treated by alumina ( $Al_2O_3$ ). After frying treatment, these specimens were taken at exact time ranges that 0, 2, 4, 6 hour and antioxidative effects of plant extracts and sentetic antioxidants were determined and compared with each other by peroxide, dien-trien, DPPH and malondialdehyde analysis. Consequently, it will be worked to state if natural herbal items are antioxidants or not.

**Key words:** Natural antioxidant, plant and spice, antioxidant activity, frying oils, oxidative stability

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Kızartma işlemi sırasında yağlarda oksidasyonun engellenmesi veya geciktirilmesinde antioksidanların büyük rolü vardır. Sentetik antioksidanların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı tüketiciler daha çok doğal antioksidanları tercih etmektedir.

Bu çalışmada kızartma işleminde kullanılan mısır yağlarına doğal bazı bitkisel ekstraktlar ve BHT, Askorbil Palmitat (AP) gibi sentetik antioksidanlar belirli oranlarda ilave edilerek, kızartma işlemi gerçekleştirilmiş ve bunun sonucunda yağların kızartma işlemi sonrası, peroksit değerleri, MAD değerleri, konjuge dien trien değerleri belirlenerek, bu maddelerin yağların oksidatif stabilitesi üzerine antioksidatif etkilerinin tespit edilmesi hedeflenmiştir.

Yüksek Lisans eğitimine başladığım günden itibaren daima bana destek olan, tez konumun belirlenmesi ve yürütülmesi aşamasında bana sağladığı olanaklardan ve her türlü yardımlarından dolayı kıymetli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr Ayhan BAŞTÜRK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince manevi desteklerini benden eksik etmeyen Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. İsmail Sait DOĞAN'a şükranlarımı sunarım. Tezin yürütülmesi aşamasında bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim çok değerli Yrd. Doç. Dr. Bayram YURT'a, Yrd. Doç. Dr. Elif Duygu KAYA'ya ve Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ'a teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans öğrenimin boyunca manevi desteğini benden esirgemeyen eşim Hülya SARICA'ya sonsuz şükranlarımı sunarım.

**Yunus SARICA**

**Haziran 2015**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL TEMELLER .....	2
2.1. Serbest Radikaller .....	2
2.1.1. Serbest Radikallerin Lipid Üzerine Etkileri ve Lipid Oksidasyonu .	3
2.2. Antioksidan Maddeler .....	8
2.2.1. Doğal ve Sentetik Antioksidanlar .....	9
2.3. Yağlar .....	11
2.4. Kızartma ve Kızartmalık Yağların Özellikleri .....	11
2.5. Ekstraktları Kullanılan Bitkilerin Genel Özellikleri ve Antioksidan Aktiviteleri .....	14
2.5.1. Isırgan otu .....	15
2.5.2. Nane .....	16
2.5.3. Keten .....	18
2.5.4. Sumak .....	19
2.5.5. Askorbil Palmitat .....	20
2.5.6. BHT (Bütillenmiş Hidroksitoluen) .....	22
2.5.7. Kekik .....	24
3. MATERYAL ve METOT .....	26
3.1. Materyal .....	26
3.2. Metot .....	26
3.2.1. Mısır Yağından Pro ve Antioksidanların Uzaklaştırılması .....	26
3.2.2. Bitki Ekstraktlarının Elde Edilmesi .....	26

3.2.3. Tokoferol Tayini .....	27
3.2.4. Yağ Örneklerinin Hazırlanması .....	27
3.2.5. Kızartma İşlemi .....	28
3.2.6. Peroksit Sayısı .....	28
3.2.7. İstatistiksel Analiz .....	29
3.2.8. Konjuge Dien ve Trien Analizleri .....	32
3.2.9. DPPH (2,2 difenil 1-pikril hidrazil) Serbest Radikal Süpürücü Etki Tayini ve IC50 Ölçümleri .....	32
3.2.10. MAD (Malonaldehit Analizi) .....	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....	34
4.1. Peroksit Değerleri .....	34
4.2. DPPH (2.2 difenil 1-pikril hidrazil) Analizi ve IC50 Sonuçları Değerlendirilmesi .....	35
4.3. Özgül Soğurma Değerleri Konjuge Dien-Trien Analiz Sonuçları .....	39
4.4. Malonaldehit Değerleri .....	43
5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....	47
6. KAYNAKLAR .....	50
ÖZGEÇMİŞ .....	64



## SİMGELER ve KISALTMALAR

### Simgeler

% .....	Yüzde
°C .....	Santigrat derece
g .....	Gram
mm .....	Milimetre
µl .....	Mikro litre
nm .....	Nano metre

### Kisaltmalar

DPPH .....	2.2 difenil 1-pikril hidrazil
MAD .....	Malonaldehit
ROS .....	Reaktif oksijen türleri
BHT .....	Butil hidroksitoluen
BHA .....	Butil hidroksianisol
TBHQ .....	Tersiyer butil hidroksikinon

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1: Kararsız lipid radikali (L•) oluşumu .....	4
Şekil 2.2: Lipit peroksit radikalleri ve oluşum mekanizması.....	5
Şekil 2.3: Malondialdeht (MAD) .....	6
Şekil 2.4: Gıdalarda kullanılan sentetik fenolik antioksidanların kimyasal yapıları .....	10
Şekil 2.6: Isırgan otu ve tohumu .....	16
Şekil 2.7: Nane bitkisi .....	17
Şekil 2.8: Keten bitkisi ve tohumu .....	18
Şekil 2.9: Sumak bitkisi .....	20
Şekil 2.10: Askorbil palmitat moleküler yapısı .....	21
Şekil 2.11: Bütillenmiş hidroksitoluen moleküler yapısı .....	22
Şekil 2.12: Kekik bitkisi.....	24
Şekil 4.1: Kızartma süresince yağ örneklerinde tespit edilen peroksit değerleri .....	35
Şekil 4.2: Ekstrakların inhibisyon (%) değeri .....	37
Şekil 4.3: Bitki ekstraktlarının konsantrasyon absorbans grafikleri .....	39
Şekil 4.4: Yağ örneklerinin konjuge dien değerleri .....	42
Şekil 4.5: Ekstraktların konjuge trien değerleri .....	43
Şekil 4.6: Örneklerin TBA değerleri.....	44
Şekil 4.7: Örneklerin TBA değerleri (çizgi grafik).....	45

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1: Bazı antioksidan aktiviteye sahip baharatlar ve etken bileşikleri .....	15
Çizelge 3.1: Yağ örneklerinde peroksit değerleri .....	29
Çizelge 3.2: Bitkisel ekstratların 517 nm'deki absorbands değerleri .....	30
Çizelge 3.3: Örneklerin özgül soğurma değerleri .....	31
Çizelge 3.4: TBA değerleri (532nm) .....	31
Çizelge 4.1: Örneklerin peroksit değerleri .....	34
Çizelge 4.2: Hesaplanan IC50 değerleri ve inhibisyon yüzdesi.....	36
Çizelge 4.3: Bitkisel ekstratların absorbands değerleri.....	38
Çizelge 4.4: Örneklerin konjuge dien ve trien soğurma değerleri .....	40
Çizelge 4.5: Örneklerin TBA değerleri.....	44

## 1. GİRİŞ

Günümüzde gıdalarda oluşan serbest radikaller insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Serbet radikaller ile gerçekleşen oksidasyon reaksiyonları gıdalarda renk, koku, tat gibi değişimler sergileyerek daha kısa sürede bozulmalarına yol açmaktadır. Bu sebepten dolayı son senelerde antioksidanlar ile bu durumu engellemek, minimum değere indirmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Brand-Williams, 1995).

Yağlar, serbest radikaller ile oksidasyonu gerçekleşen en hassas moleküllerdir. Lipid oksidasyonu organizma hücrelerine son derece zararlı reaksiyonlar açıp yıkım ile sonuçlanan durumlardır. Gıda sektöründe ise yağların bozunma oranını engellemek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Antioksidan aktivitesi ile yağların ve yağ içerikli gıdaların bozunma oranlarının düşürülmesi, gıda mühendisliğinin en önemli odak çalışmalarından biri olmuştur (Halliwell, 2009).

En çok bilinen sentetik antioksidanlar Butillenmiş Hidroksi Toluen (BHT) ve Askorbil Palmitat (AP) günümüzde bu sektörde en sık kullanılanlar arasında yer almaktadır. Fakat son senelerde sentetik antioksidanların hücreler üzerinde karsinojenik etki gösterdiği ve kızartılmış gıdalarda beklenmeyen tat ve koku değişimleri gözlemlenmiştir. Bu sebeplerden dolayı, doğal fenolik ve flavanoid bileşikler içeren doğal bitki ekstraktları incelenmeye ve çalışılmaya başlanmıştır. Bu bitkilerin ileriki yıllarda antioksidan özelliğe sahip olmaları ile beraber sentetik maddelere göre daha çok kullanımı söz konusudur (Amorati, 2013).

Bu çalışmada 5 farklı bitki ekstraktı ile ( ısırgan yaprağı, nane, keten tohumu, sumak ve kekik) sentetik antioksidanların (BHT ve AP) farklı 4 zaman diliminde (0, 2, 4, 6. saat) 190 °C sıcaklıkta kızartılmış yağ üzerindeki antioksidan etkileri incelenmiştir. Ekstraktların antioksidan etkileri DPPH (2,2 difenil 1-pikril hidrazil) yöntemi ile belirlenmiştir. Örneklerin peroksit sayıları malonaldehit (MAD) değerleri ve konjuge dien, konjuge trien soğurma değerleri belirlenerek bu ekstraktların kızartma yağının oksidatif stabilitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1 Serbest Radikaller

Bir veya daha fazla eşlenmemiş elektron içeren molekül parçacıkları serbest radikal moleküller olarak isimlendirilir (Valko, 2006). Bu moleküller eşlenmemiş elektronlar sebebiyle stabil olmayıp son derece reaktiflerdir. Reaktif moleküller kararlı, stabil hale geçmek için diğer moleküllerden elektron alırlar. Ancak elektron aldıkları moleküller kararsız duruma geçerek serbest radikalleri oluştururlar (Chauhan, 2006). Organizmada geçiş metallerini ( $Fe^{2+}$  ve  $Cu^+$  gibi metaller) içeren enzimler vasıtasıyla moleküler oksijene tek elektronların transferi suretiyle oksidasyon reaksiyonları meydana gelir. Moleküler oksijen, bir radikal doğasının bir sonucu olarak yüksek derecede reaktif oksijen türleri (ROS) oluşturma eğilimindedir.

Serbest radikaller, besinlerin oksijen kullanılarak enerjiye dönüşümü sırasında meydana gelen reaktif moleküllerdir. Oksijen molekülleri yaşam için vazgeçilmez olmakla birlikte, metabolizma sırasında serbest radikal kaynağı olarak bilinen ve son derece reaktif olan ara ürünler oluşur. Reaktif oksijen türleri/metabolitleri olarak bilinen bu moleküller lipid, protein ve DNA gibi hücre bileşenlerine zarar verir (Oksante, 2012).

Serbest radikaller aracılığıyla gerçekleşen çeşitli DNA zararlanmaları ve parçalanmaları, lipid peroksidasyonu, protein modifikasyonu gibi istem dışı oksidasyon olayları ile hücre ölümlerine sebep olmaktadır (Bakonyi, 2004). Kalp-damar rahatsızlıkları, kanser, katarakt, gastrointestinal organlarda kronik iltihaplar, solunum yolu rahatsızlıkları, damar bozunmalarına yol açarak oluşan iskemi, sepsis gibi birçok rahatsızlığın etkenleri arasında olduğu belirtilmektedir (Singh, 2004).

Serbest radikaller hem endojen hem de ekzojen materyaller tarafından üretilmektedir. Potansiyel endojen serbest radikal grubunda; mitokondri, sitokrom, peroksizomlar ve iltihaplı hücreler vb. organizma içi mekanizmada oluşan radikaller bulunur iken, tütün ürünleri, tüketilen gıda maddeleri, hava kirliliği, iyonize radyasyon,

aşırı fiziksel aktivite gibi çevresel etkilerin sebep olduğu grupta ise ekzojen serbest radikaller bulunmaktadır (Valko ve ark., 2007).

Serbest radikal mekanizmaları in vivo olarak çeşitli zararlı etkilere sahiptir. Son yirmi yılda serbest radikaller üzerine olan yoğun çalışmalar ile bu moleküllerin yapısal ve işlevsel yönden daha yakından tanımamıza ve bunları sınırlandıran savunma sistemlerinin (antioksidan) yararlarının anlaşılmasında önemli ölçüde olanak sağlamıştır (Günel ve ark., 1991).

### **2.1.1 Serbest radikallerin lipid üzerine etkileri ve lipid oksidasyonu**

Oksidasyon çeşitleri aşağıdaki gibidir:

- Kimyasal oksidasyon (oksijen),
- Enzimatik oksidasyon (lipoksigenaz),
- Fotooksidasyon
- Otoksidasyon (katalitik oksidasyon),
- Termik oksidasyon (yüksek sıcaklık >60 °C)

Yağ ve yağ içeren gıdalar hava oksijeninin etkisiyle oksidasyona uğramaktadır. Oksijen, gıdanın yağ, karbonhidrat ve proteinlerine etki ederek az veya çok hissedilebilir kalite düşmelerine neden olmaktadır. Gıda bileşenleri ile hava oksijeni arasında kendiliğinden meydana gelen bu olaya "otoksidasyon" denilmektedir. Oksidasyonla bozulma sonucu meydana gelen çok spesifik bazı etkiler ise şöyle sıralanabilir (Riemenschneider, 1955; Dziezak, 1986; Özdalyan, 1991):

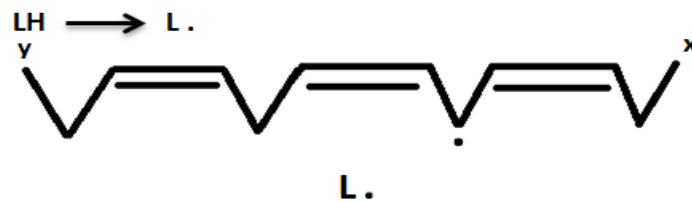
1. Katı ve sıvı yağlar ile yağ içeren gıdalarda ransit tat ve aroma oluşumu
2. Pigmentlerde renk açılması
3. Toksik oksidasyon ürünleri oluşumu
4. Üründe tat ve koku kaybı ve bozuklukları
5. Tekstüründe değişimler
6. Vitaminler (A, D ve E) ve esansiyel yağ asitlerinin (özellikle linoleik asit) tahribatından dolayı besleyicilik değerinin azalması

Normal koşullarda oluşan otoksidasyon tepkimelerinden farklı olarak, kızartma işlemi sırasında oluşan oksidatif tepkimeler, 60 °C'nin üzerindeki bir sıcaklıkta gerçekleştiğinden aslında bir termik oksidasyondur (Kayahan, 2002).

Oksidasyona yol açan veya hızlandıran reaktiflerin başında oksijen gelmekte olup, ayrıca ışık, sıcaklık, demir ve bakır gibi metal iyonları, bir kısım pigmentler ve doymamışlık derecesi oksidasyonu hızlandırmaktadır. Bu faktörler ortadan kalktığı takdirde, oksidasyonda ortadan kalkmaktadır. Ancak pratikte bu mümkün olamamaktadır. Bu nedenle otoksidasyonu, dışardan herhangi bir madde katmadan önlemek çok zordur. Bu yznden otoksidasyonun fiziksel ve teknolojik yöntemlerle önlenemediği durumlarda antioksidantlar ve sinerjistler katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Saldamlı, 1985; Dziezak, 1986).

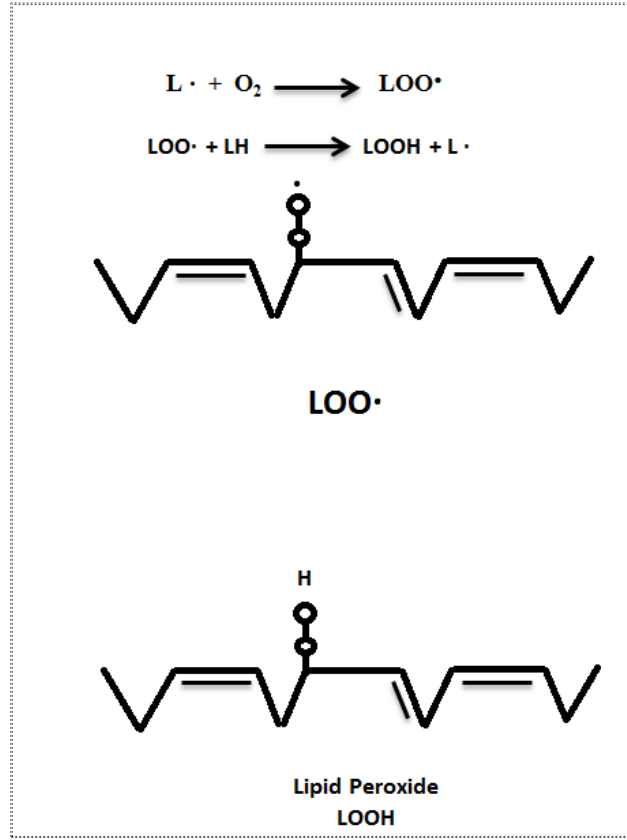
Lipidler, serbest radikallerin etkilerine karşı en hassas biyomoleküllerdir. Hücre membranlarındaki kolesterol ve yağ asitlerinin doymamış bağları, serbest radikallerle kolayca reaksiyona girer ve peroksidasyon ürünleri oluştururlar. Lipid peroksidasyonu kendi kendini devam ettiren zincir reaksiyonu şeklinde ilerler ve oldukça zararlıdır. Hücre membranlarında lipid serbest radikalleri (L•) ve lipid peroksit radikallerinin (LOO•) oluşması, reaktif oksijen türlerinin (ROS) neden olduğu hücre hasarının önemli bir özelliğidir. Serbest radikallerin sebep olduğu lipid peroksidasyonuna "nonenzimatik lipid peroksidasyonu" denir.

Hücre membranlarında lipid peroksidasyonuna uğrayan başlıca yağ asitleri poliansatüre yağ asitleridir. Lipid peroksidasyonu genellikle yağ asitlerindeki konjuge çift bağlardan bir elektron içeren hidrojen atomlarının çıkarılması ve bunun sonucunda yağ asidi zincirinin bir lipid radikali niteliği kazanmasıyla başlar.



şekil 2.1. Kararsız lipid radikali (L•) oluşumu

Lipid radikali (L•) dayanıksız bir bileşiktir ve bir dizi değişikliğe uğrar. Lipid radikallerinin (L•) moleküler oksijenle (O<sub>2</sub>) etkileşmesi sonucu lipid peroksit radikalleri (LOO•) oluşur. Lipid peroksit radikalleri (LOO•), membran yapısındaki diğer poliansatüre yağ asitlerini etkileyerek yeni lipid radikallerinin oluşumuna yol açarken kendileri de açığa çıkan hidrojen atomlarını alarak lipidperoksitlerine (LOOH) dönüşürler ve böylece olay kendi kendini katalizleyerek devam eder (Haddah, 1998).



Şekil 2.2. Lipit peroksit radikalleri ve oluşum mekanizması

Lipid peroksidasyonu sonucu oluşan lipid peroksitlerinin (LOOH) yıkımı geçiş metalleri iyon katalizini gerektirir. Plazma membranı ve subsellüler organel lipid peroksidasyonu, serbest radikal kaynaklarının hepsiyle uyarılabilir ve geçiş metallerinin varlığında artar. Lokal olarak hidrojen peroksitten (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) fenton reaksiyonu sonucu hidroksil radikali (OH•) oluşması zincir reaksiyonunu başlatabilir.

Lipid peroksitleri (LOOH) yıkıldığında çoğu biyolojik olarak aktif olan aldehitler oluşur. Bu bileşikler ya hücre düzeyinde metabolize edilirler veya başlangıçtaki etki



alanlarından diffüze olup hücrenin diğer bölümlerine hasarı yayarlar. Üç veya daha fazla çift bağ içeren yağ asitlerinin peroksidasyonunda malondialdehit (MAD) meydana gelir.



Şekil 2.3. Malondialdeht (MAD)

Malondialdehit (MAD), kan ve idrarda ortaya çıkar. Yağ asidi oksidasyonunun spesifik ya da kantitatif bir indikatörü olmamakla beraber lipid peroksidasyonunun derecesiyle iyi korelasyon gösterir. Bu nedenle biyolojik materyalde malondialdehit (MAD) ölçülmesi, lipid peroksidasyon seviyelerinin indikatörü olarak kullanılır. Nonenzimatik lipid peroksidasyonu çok zararlı bir zincir reaksiyonudur. Direkt olarak membran yapısına ve ürettiği reaktif aldehitlerle indirekt olarak diğer hücre bileşenlerine zarar verir. Böylece doku hasarına ve birçok hastalığa neden olur (Haddah, 1998).

Lipid peroksidasyonu, çoklu doymamış yağ asitlerince zengin yağlarda (bitkisel kökenli) ve hayvansal ürünlerde (Omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş et ve yumurta) karşılaşılan en önemli sorunlardan biridir. Oksidatif bozulma gıda ürünlerinin raf ömrünü sınırlandıran ve kalite kaybına neden olan önemli faktörlerden biridir. Ayrıca gıda endüstrisi açısından büyük bir öneme sahiptir (Çoban, 2010).

Doymamış yağ asitlerindeki çift bağlar çeşitli dış etkenlerin (sıcaklık, ışık, su, enzimler, oksijen gibi) etkisiyle bozulmakta ve kolaylıkla okside olmaktadır (Şenköylü, 2001).

Hayvansal ürünlerde lipid oksidasyonu ise, üretim, işleme, pişirme ve depolama sırasında membran fosfolipitlerinin yüksek düzeyde doymamış yağ asitlerinde oluşmaktadır (Gray, 1987).

Oksidasyonun ilk ürünü peroksitlerdir ve kokusuzdurlar, fakat daha sonra hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, alkoller ve organik asitlere parçalanırlar (Çakmak, 2003). İkincil oksidasyon ürünleri yemin tadını, rengini, aromasını ve yapısını, hayvansal ürünlerin besin değerini, duyuşal özelliklerini ve raf ömrünü olumsuz etkilemektedir (El-Massry, 2002). Ayrıca, bu ürünler insanlarda kanser, kalp-damar hastalıkları gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olabilirler (Koleva, 2003).

Lipit oksidasyonu, bitkisel ve hayvansal yağlarda oluşun, insan sağlığı açısından olumsuz etkileri olan ve serbest radikal oluşumunu teşvik eden reaksiyon zinciridir. Bu reaksiyon gıdaların depolanması sırasında başlar ve gıdada kötü koku oluşumu ile sona erer. Yağlarda herhangi bir yağ asidindeki çift bağın sayısı ve tipi, lipit oksidasyonu üzerinde büyük etkiye sahiptir. Bazı yağ asitleri iki, üç veya daha fazla sayıda çift bağ içerirler ve oksidasyona aşırı derecede duyarlıdırlar. Bu nedenle oksidasyonun önlenmesi son derece önemlidir (Kayahan, 2003).

Lipitlerde oluşun oksidatif tepkimeler oluşun şekil ve koşullarına göre kimyasal veya enzimatik olabildiği gibi, otokatalitik, termik oksidasyon, oksi-polimerizasyon veya bunların her ikisi birlikte ortaya çıkabilmektedir. Lipit oksidasyonu için, kimyasal yapıda bulunan doymamış bileşenlerin oranı ile oksijen miktarı, tepkimelerin başlamasında temel faktördür. Bunların yanında yine ortamdaki ışık, dalga boyu, çok değerlikli metallerin bulunması, su aktivitesi ve ortamın sıcaklık derecesi tepkimelerin başlaması ve hızlanmasını etkileyen diğer faktörlerdir (Berger, 2002)

Tüm bu parçalanma ürünleri, yağlara özgü ransit veya acılaşmış kokuyu oluşturur. Bu mekanizmanın temel basamakları aşağıda gösterilmiştir (Kayahan, 2003)

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. 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).

Başlangıç: $X^\circ + RH \rightarrow R^\circ + XH$	RH	: Yağ asidi
Gelişme: $R^\circ + O_2 \rightarrow ROO^\circ$	ROOH	: Hidroperoksit
$ROO^\circ + R^\circ H \rightarrow ROOH + R^\circ$	ROOR	: Eter
Sonuç: $ROO^\circ + ROO^\circ \rightarrow ROOR + O_2$	$ROO^\circ$	: Peroksi radikali
$ROO^\circ + R^\circ \rightarrow ROOR$	$RO^\circ$	: Alkoksi radikali
$R^\circ + R^\circ \rightarrow RR$	$HO^\circ$	: Hidroksi radikali
İkincil başlangıç: $ROOH \rightarrow RO^\circ + ^\circ OH$	$R^\circ$	: Lipit radikali
$2ROOH \rightarrow RO^\circ + ROO^\circ + H_2O$	R R	: Dimerler

## 2.2 Antioksidan Maddeler

Antioksidanlar, oksidasyonu engelleyen veya geciktiren bileşen grubudur (Vinson, 2006). Vücutta özellikle protein, lipid, karbonhidrat ve DNA gibi yapısal ve fonksiyonel moleküllerin zarara uğramasını engelleyen, oksidan olan maddelere karşı düşük konsantrasyonlarda bile etkili olan maddelerdir (Meydani, 1999). Yapılan çalışmalara göre antioksidan tüketimindeki artış ile daha uzun ve kaliteli bir yaşam üzerine katkı sağladığı belirtilmektedir.

Organizmalar istenmeyen oksidanlara karşı farklı savunma mekanizmaları ile çıkmaktadır (Ekici, 2008). Vücut ortamdaki serbest radikallere karşı korunma, tamir,

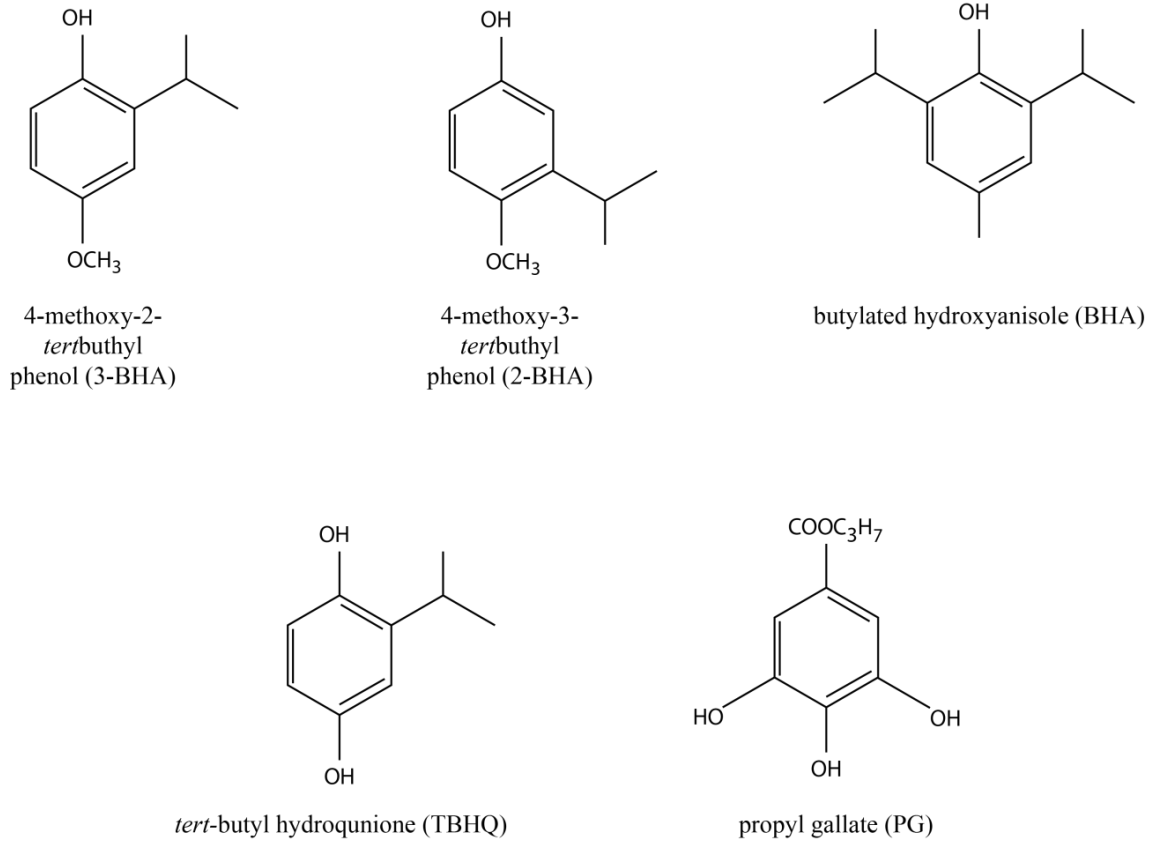
fiziksel savunma ve antioksidan savunma olarak 4 farklı sisteme sahiptir. Antioksidanların fonksiyonelliği farklı durumlarda açıklanabilir (Naczki, 2006).

- Zincirleme reaksiyonlarda serbest radikalleri tutarak, tokoferolün lipid reaksiyonlarında yer alması
- Diğer antioksidanların rejenerasyonunda; askorbatın tokoferiloksi radikaline hidrojen atomu vererek tokoferole indirilmesi
- Pro-oksidan olarak rol alan metal katalistleri şelatlayarak; albumin veya polifenollerin bakır iyonlarını tutması
- Enzimi aktive veya inhibe ederek; askorbatın nitrik oksidazı aktive etmesi, tokofenol ve polifenollerin tirozin kinaz enzimini inhibe etmesi
- Radikal veya oksidanlarla reaksiyona girerek (katalazın  $H_2O_2$  ile reaksiyona girmesi) etkili olmaktadır (Blokhina, 2003).

### 2.2.1 Doğal ve sentetik antioksidanlar

Doğal antioksidanlar bitkilerin farklı kısımlarında bulunabilir. Meyve, sebze, baharat, tohum, yaprak, kök ve ağaç kabuklarında doğal antioksidan kaynağı potansiyeli olduğu yapılan birçok araştırma sonucunda bildirilmiştir. Antioksidanlar keten, ayçiçeği, soya, pamuk ve kanola gibi tohum yağlarında bulunmaktadır. Doğal antioksidanların en temel bileşikleri fenolik bileşiklerdir. Ayrıca önemli doğal antioksidan grupları tokoferol, flavonoidler ve fenolik asitler çoğu bitkinin yapısında yaygın olarak bulunmaktadır (Yanishlieva, 2001).

Tokoferoller en çok bilinen ve en yaygın kullanılan doğal antioksidandır. Tokoferoller, tokoferol ve tokotrienoller olarak iki sınıfta incelenmektedir. Her iki grubun  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  olmak üzere 4 izomeri vardır. Tokoferoller hemen hemen bitkilerin bütün kısımlarında bulunmaktadır (Bandoniene, 2002).



Şekil 2.4. Gıdalarda kullanılan sentetik fenolik antioksidanların kimyasal yapıları (Bandoniense, 2002)

Lipid peroksidasyonunu kontrol etmek için butil hidroksitoluen (BHT), butil hidroksianisol (BHA), tersiyer butil hidroksikinon (TBHQ) ve propil galatlar gibi sentetik veya vitamin E, C ve  $\beta$ -karotenler gibi doğal antioksidan maddeler uzun yıllardan beri başarıyla kullanılmaktadır. Sentetik antioksidanlar ucuz olmaları, yüksek düzeyde stabilite ve güçlü antioksidan aktivite göstermelerinden dolayı tercih edilmektedirler (Akgül, 1989). Ancak pek çok araştırmacı bazı sentetik antioksidanların canlı organizmada karsinojenik ve teratojenik etki gösterdiğine dikkat çekmektedir. Ayrıca son yıllarda bunların kızartılmış ürünlerde tam etki göstermediği, hoş olmayan tat ve kokulara sebep olduğu ve en önemlisi kanserli hücre oluşumunu uyararak insan sağlığını olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Bu yüzden bazı ülkelerde kullanımı sınırlanırken bazılarında yasaklanmıştır (Sherwin, 1990).

Tüketiciler de genelde doğal antioksidanları sentetik olanlara tercih etmektedir. Bu nedenle uzun süreden beri, besinlerin koku ve tat gibi özelliklerini artırmak için

katkı olarak kullanılan baharat ve doğal aromatik bitkiler giderek önem kazanmıştır. Bu bitkilerin yapılarında bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan etkisi serbest radikalleri temizleme, metal iyonlarla bileşik oluşturma ve tekli oksijen oluşumunu engelleme gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır (URLI, 2007). Bu sebeplerden ötürü, son yıllarda bazı aromatik bitkilerin antioksidan olarak kullanılması gündeme gelmiştir. Lipid oksidasyonunun bu tür doğal maddelerle önlenmesi veya azaltılması, üretici ve tüketici açısından güvenilir gıda maddelerinin üretimine olanak sağladığı için önemlidir.

### **2.3 Yağlar**

Karbonhidrat, yağ ve proteinler canlıların varlığını sürdürebilmesi için en önemli yapıtaşları ve enerji kaynaklarıdır. Çünkü yaşayan organizmaların ihtiyacı olan enerji, hücrelerde depolanmış olan besin maddelerinin yakılması ile sağlanmaktadır. Karbonhidrat ve proteinlere göre yağlar daha düşük sayıda oksijen atomu ve daha yüksek sayıda karbon atomu içerdiklerinden ortalama 9.3 kcal'lik enerji verirler ve en yoğun besin ögesi olarak kabul edilirler. Ayrıca insan vücudundaki hücre, doku ve organların yapılarında yer almaları, yaşamın devamı ve vücudun değişik işlevlerini yerine getirebilmeleri, vücut sıcaklığının ve suyunun korunabilmesi, yağda çözünen vitaminlerin taşınması gibi birçok açıdan mutlaka alınması gereken besin öğeleridir. Yaşamsal faaliyetlerinin sürdürülebilmesi için beslenme zinciri içerisinde mutlaka yer alması gereken yağlar, insan beslenmesinde ve gıda endüstrisinde önemli bir yere sahiptir (Bircan Aysel, 2008).

### **2.4 Kızartma ve Kızartmalık Yağların Özellikleri**

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. Bugün; çoğu Avrupa, Asya, Kuzey ve Güney Amerika ülkelerinde derin yağda kızartılmış ürünler tüketilmektedir (Moreira ve ark. 1999).

Katı/sıvı yağda derin kızartma hem endüstride hem de evde yapılan gıda üretiminde, yaygın olarak kullanılmaktadır (Demirözü 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 işlemi sırasında yağda renk değişimi ve otoksidasyon, ısısız polimerleşme, ısısız 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).

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. 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., 2003). 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 doymamış yağlar açısından zengin bir gıda haline gelirken; doymuş yağ asidi içeren yağlarda (hayvansal yağlar) kızartılan gıdalar da doymuş yağ asidi açısından zengin bir gıda haline gelecektir. Bu nedenden ötürü doymuş 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).

Mısır yağında yapılan GC analiz sonucuna göre yaklaşık % 85 oranında doymamış yağ asidi içerdiği bulunmuştur. Doymuş yağ asidi oranı ise % 15'dir. Elde edilen DSC sonuçlarından ve indüksiyon zamanı değerlendirmelerinden gözlendiği üzere ayçiçeği yağının en kararsız ve fıstık yağının ise en kararlı olduğu sonucuna varılmıştır. Kararlılık sıralaması: fıstık yağı > mısır yağı > soya yağı > ayçiçeği yağı şeklindedir. Bunun nedeninin de literatürde belirtildiği gibi yağların doymamış yağ asidi içeriğine bağlı olduğu sonucuna varılmaktadır. Doymamış yağ asidi içeriği daha fazla olan ayçiçeği yağının daha kararsız olduğu görülmüştür (Şimşek, 2008). Bu sonuca göre oksidasyona karşı daha kararlı bir yapıya sahip olan mısır yağı kızartma yağı olarak sıkça kullanılmaktadır.



Bu çalışmanın amacı; kızartma yağı olarak mısır yağında belli konsantrasyonlarda kullanılan, nane, kekik, sumak, ısırgan yaprağı, keten bitkisel ekstraktları ile BHT ve AP gibi sentetik antioksidanların kızartma yağı üzerindeki antioksidatif özelliklerinin belirlenmesidir.

## **2.5 Ekstraktarı Kullanılan Bitkilerin Genel Özellikleri ve Antioksidan Aktiviteleri**

Doğal antioksidanların kaynağı ve kullanımı ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Bu bitki ve baharatların bazılarının antioksidan kapasitelerinin, sentetik antioksidanlardan daha fazla olduğu kanıtlanmıştır. Kendilerine özgü lezzet ve aromaları, antimikrobiyel ve antioksidan özellikleri nedeniyle, daha geniş biyoaktivite profiline sahip olan bitki ve baharatlar gıda sektöründe alternatif olarak kullanılabilirler. Doğal antioksidan maddelerdir. Gıdalarda lipid oksidasyonunun bu tür doğal maddelerle önlenmesi üretici ve tüketici açısından oldukça önemlidir (Ceylan, 1995).

Aromatik bitkilerin antioksidan aktivitesi yapısındaki sekonder komponentlerin miktarıyla yakından ilişkilidir. Bu komponentlerin miktarı bireysel (morfojenetik, ontogenetik, diurnal ve ekolojik faktörler), genetik ve genom farklılıklarından dolayı bitkiden bitkiye değişmektedir (Skerget, 2005).

Aromatik bitkilerin antioksidan aktivitesi yapılarındaki fenolik bileşiklerle ilişkilidir (Javanmardi, 2003). Bu bileşikler içerisinde en fazla bulunanları flavonoidler, fenolik asitler ve fenolik terpenlerdir (Pekkarinan, 1999). Fenolik bileşiklerin antioksidan etkisi, serbest radikalleri temizleme metal iyonlarla bileşik oluşturma (metal şelatlama) ve singlet (tekli) oksijen oluşumunu engelleme veya azaltma gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Rice-Avans, 1995; Burda, 2001). Bu bileşikler, lipitlerin ve diğer biyomoleküllerin (protein, karbonhidrat, nükleik asitler) serbest radikallerce okside olmalarını engellemek için aromatik halkarındaki hidroksil gruplarda bulunan hidrojeni verebilmektedirler (Facciola, 1990).

Son yıllarda baharat ve aromatik bitkilerin antioksidan özelliklerinden dolayı gıdalarda koruyucu ajan olarak kullanımı yaygınlaşmıştır. Baharat ve aromatik bitkiler antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı endüstride ve bilimsel araştırmalarda çok fazla ilgi görmektedir. Bunların antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri içerdikleri vitaminler, flavonoidler, terpenoidler, karotenoidler, kumarinler, kurkuminler gibi fitokimyasallardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, içerdikleri karnosol, quercetin, kafeik asit ve rosmarinik asit gibi birçok uçucu olmayan bileşikler iyi birer serbest radikal giderici olarak bilinmektedir (Ng ve Ark., 2000; Zheng ve Wang, 2001; Calucci ve ark., 2003). Bazı antioksidan aktiviteye sahip baharatlar ve etken bileşikleri Çizelge 2.1’de (Maslarova ve Heinonen, 2001) verilmektedir.

Çizelge 2.1. Bazı antioksidan aktiviteye sahip baharatlar ve etken bileşikleri

<b>Baharat</b>	<b>Sistemik ismi</b>	<b>Etken bileşikler</b>
Biberiye	<i>Rosemarinus officinalis</i>	Karnosik asit, karnosol, rosmarinik asit, rosmanol
Adaçayı	<i>Salvia officinalis</i>	Karnosol, karnosik asit, rosmanol, rosmarinik asit
Yeşil çay	<i>Camelia sinensis</i>	Kateşinler
Siyah çay	<i>Camelia assamica</i>	Theaflavinler, thearubiginler
Kekik	<i>Origanum vulgare</i>	Çeşitli fenolikler, flavonoidler, tokoferoller
Zencefil	<i>Zingiber officinale</i>	Gingerol ve benzeri bileşikler, diarilheptanoidler
Zerdaçal	<i>Curcuma domestica</i>	Curcuminler
Kırmızıbiber	<i>Capsicum annum</i>	Kapsaisin
Karabiber	<i>Piper nigrum</i>	Fenolik amidler, flavonoidler

### 2.5.1 Isırgan otu

Isırgan otunun, diyetlerde ve ilaç karışımlarında yer alması eski yıllara kadar uzanmaktadır. Taze yaprakları çorba olarak kullanıldığı gibi kış mevsiminde de kullanılmak üzere kurutulmaktadır (Guil-Guerreroa, 2003). Isırgan otu bitkisinin tam olgunlaşmamış taze yaprakları, olgun yaprakları, sapı, kökü ve tohumlarının yağ asitleri bileşimi incelenmiştir. Yaprakların  $\omega$ -3 yağ asitlerince daha zengin olmasına karşın, tohumun  $\omega$ -6 yağ asitlerinden oluştuğu, en çok bulunan asitin linoleik asit olduğu belirlenmiştir (Gülçin, 2004).



Şekil 2.5. Isırgan otu ve tohumu

Gülçin et al. (2004) yılında yapılan çalışmada, ısırganın sulu ekstraktı; güç azaltma, serbest radikal yakalama, süperoksit anyon yakalama, hidrojen peroksit yakalama ve metal selat aktivitelerini esas alan farklı antioksidan aktivite tayin yöntemlerini kullanmışlardır. Ekstrakt, 50, 100 ve 250 mg dozlarında kullanıldığında linoleik asit emülsiyonun peroksidasyonunda sırası ile % 39, % 66 ve % 98'lik bir inhibisyon göstermiştir. Buna karşın 60 mg/mL  $\alpha$ - tokoferol ise yalnızca % 30'luk inhibisyon göstermiştir (Cuvelier, 1994). Bu çalışmada ısırgan otu tohumu ve yaprağı ekstraktları kullanılmıştır.

### 2.5.2 Nane

Nanede bulunan luteolin ve limonen önemli fitokimyasal (bitkilerde bulunan, bitkiyi hastalıklardan ve zararlılardan koruyan madde) maddelerdir. Limonen meme tümörünün gelişimini engelleyen güçlü bir antikanserojen maddedir. Rosmanirik asit ise naneye antioksidan özelliği kazandıran maddedir (Fletcher, 2004).

Fletcher ve ark. (2005) yaptığı çalışmada rosmanirik asidin güçlü antianjiyogenez (tümörün beslenmesini keserek büyümesini durdurmak) etkiye sahip olduğu ve kanser tümörlerini yok edebildiği bildirilmiştir (Runnie, 2004).



Şekil 2.6. Nane bitkisi

Runnie ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, (*Mentha arvensis*) familyasındaki nanenin yapraklarının yapısında bulunan fenolik bileşik yapıları sayesinde hipertansif hastalarına faydalı olduğu görülmüştür (Diana, 2010). Diyetoloji çalışmalarında DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitelerinin yorumlandığı bir diğer araştırmada da limon melisa, nane, oregano, adaçayı bitkileri kullanılmış ve nanenin tokoferollere oranla daha ideal bir antioksidan etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Iqbal, 2013).

*Mentha longifolia* (Lamiaceae ailesi) bir nane bitki çeşidi olup genelde ılıman iklimlerde yetişmektedir. Farklı çözücüler ile 3 çeşit ekstraksiyon ile elde edilen ekstraktlardan metanol ve diklorometan ile yapılanların DPPH tekniği ile mükemmel antioksidan aktiviteleri gösterdikleri görülmüş ve bu bitkinin antioksidan özelliği ile daha birçok çalışmada kullanılabileceği belirtilmiştir (Kayahan, 2004).

### 2.5.3 Keten

Anavatanı Orta Asya olarak bilinen keten, lifi ve yağı için tarımı yapılan önemli bir kültür bitkisi olup, yüze yakın türünden yalnızca *Linum usitatissimum* L. kültüre alınmıştır. Yağ içeriği yaklaşık % 40 olup hayvan ve insan diyetlerinde yer almaktadır. Bunun yanı sıra, endüstriyel ölçekte yemeklik yağ, boya ve polimerlerin ana bileşeni veya katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Łukaszewicz, 2004).



Şekil 2.7. Keten bitkisi ve tohumu

Keten tohumu yağının yağ asidi bileşimi, yetiştiği iklim koşullarına göre değişirse de, oransal olarak daha çok linolenik asitten oluşmakta olup, doymamış yağ asitleri oranı 84–95 arasında değişmektedir. Buna paralel olarak Łukaszewicz ve ark. (2004), çeşitli keten kültürlerinin yağ asitleri bileşiminin birbirinden farklı olduğunu, fakat yağ asiti bileşiminde en çok olan yağ asidinin linolenik asit olduğunu vurgulamışlardır (Amarowicz, 1993).

Amarowicz ve ark. (1993), keteni % 95'lik etil alkolle ekstrakte ettikten sonra Sephadex LH20 kolonunu kullanarak başlıca 4 fraksiyona ayırmışlar, fraksiyon IV 156 mg/g toplam fenol içeriğine sahip iken, fraksiyon I'in miktarı 66 mg/g gibi düşük

bulunmasına rağmen en güçlü antioksidan aktiviteyi bu fraksiyonun gösterdiği belirtilmiştir (Prasad, 1997).

Shahidi ve ark. (1995), ketenin antioksidan aktivitesinden lignan maddesinin sorumlu olduğunu ileri sürmüştü ve Prasad (1997), sekoisolarisiresinol diglikozitin radikal tutucu etkisi ile bunu kanıtlamıştır.

#### 2.5.4 Sumak

Sumak, birçok çalı ve küçük ağaçlara ismini veren *Anacardiaceae* ailesinden 250 türe sahip bitki çeşididir. Bu bitkiler, sütlü ya da reçineli suya, basit veya bileşik yaprak formlarına, küçük çiçeklere, çok tüylü, yoğun kümelerde fazla renkli meyvelere sahiplerdir. Hidroliz edilebilir tanin, gallotanin, uçucu yağ, flavanoid, antosanin, gallik asit, flavon gibi molekülleri barındırmaktadır (Flavors, 1995; Raodah, 2014).

*Rhus coriaria* L. en çok bilinen bir sumak cinsi olup en çok Akdeniz üzeri Kanarya Adaları'ndan İran ve Afganistan'a kadar geniş bir bölgede yetişmektedir. Türkiye'de ise Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunmaktadır. 'Sumak' kelimesi Süryanice dilinde 'Sumaga' kırmızı anlamından gelmektedir. Çeşitli et yemekleri ve salatalarda baharat olarak kullanılmaktadır. *R.coriaria* antibakteriyel, antidiyare, antiseptik, antihepatoksik, antianeljesik ve en önemlisi antioksidan aktiviteye sahip bir bitkidir (Flavors, 1995; Raodah, 2014).

Flavonoidler ve fenolik asitler baharatlarda bulunan antioksidan etkili başlıca bileşiklerdir. Koşar ve ark (2004) yaptıkları çalışmada sumakta yüksek antioksidan aktivite gözlemlemişler ve antioksidan aktiviteyi antosiyaninler ve proantosiyanidinlere bağlamışlardır. Hardal unu ve ekstraktlarının güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Koşar, 2002).



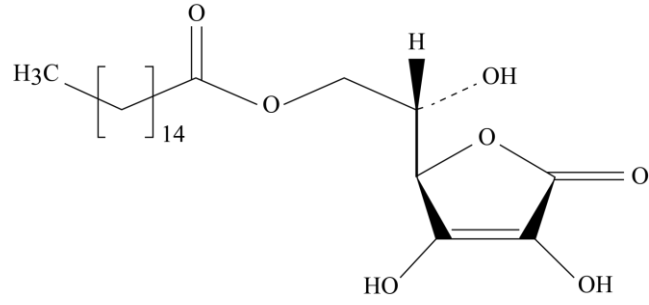
Şekil 2.8. Sumak bitkisi

*Rhus coriaria*. L (*Anacardiaceae* ailesi) bitkisinin kullanıldığı bir çalışmada, sulu çözelti, etanolik ve metanolik ekstraktlar elde edilmiş, sonuçlara göre metanolik ekstraktın daha çok fenolik ve flavonoid moleküller içermesi sebebinden ötürü yüksek bir antioksidan aktivite gösterdiği görülmüştür. Reaktif oksijen türleri için çok iyi bir süpürücü etkisi gösteren sumak bitkisi, doğal bir antioksidan özelliği ile birlikte son senelerde daha çok önem kazanmıştır (Khadejah, 2013). Bir diğer çalışmada ise yine *Rhus cor.* sumak ekstraktının etil-asetat ile fraksiyonu oluşturulan formu BHA ve BHT ile yüksek değerlerde saptanarak ideal bir bitki ekstraktı olduğu gösterilmiştir (Bozan, 2003).

### 2.5.5 Askorbil palmitat

Son zamanlarda kullanılan ticari doğal antioksidanlardan en önemlileri; askorbil palmitat, biberiye ekstraktı ve lesitindir. Yağda çözünebilen vitamin C'nin bir formu olan askorbil palmitat askorbik asidi içermekle beraber yağda çözünebilir özelliğinden

dolayı asidik olmayan ve sudan daha stabil bir yapıya sahiptir. Askorbil palmitat, vitamin ve yağların doğal yapılarının korunmasını sağlamak için gıda endüstrisinde sıkça kullanılmaktadır. Ayrıca antioksidan aktivitesinin sinerjisiyle birlikte Vitamin E oluşumuna da katkıda bulunmaktadır (Kosher, 2014).



Şekil 2.9. Askorbil palmitat moleküler yapısı

Askorbil palmitat antioksidan aktivitesinde, tokoferollerin dâhil olduğu fenolik antioksidanlar ile sinerjik olarak rol oynamaktadır. Askorbil palmitat, gıdalarda genellikle yağ ve türevlerinin oksidasyonunu engellemek veya geciktirmek için kullanılmaktadır. Ayrıca yağda ideal bir çözünürlüğe sahip olduğu için çoğunlukla askorbik aside karşı seçilmektedir (Hamilton, 1998).

Lee ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada; metanol ve metanol/benzen karışımı çözücüler içerisindeki gamma ışın radyasyon etkisi ile oksidasyonu sağlanan soya fasulyesi yağı, mısır yağı, donyağı, domuz yağı ve linoleik asidin üzerinde askorbil palmitatın antioksidan etkilerine bakılmıştır. Sonuçlara göre askorbil palmitatın yağları oksidasyondan büyük bir farkla koruduğu gözlemlenmiştir (Lee, 1999). Lee'nin bir başka çalışmasında ise, metilen-mavi ve klorofil-duyarlı fotooksidasyona uğramış linoleik asit ve soya fasulyesi yağı üzerinde, askorbil palmitatın çeşitli konsantrasyonlarının kinetiği ve söndürme mekanizmaları incelenmiştir. Bulgulara göre askorbil palmitat kaydedilen büyük bir fark ile metilen-mavi ve klorofil-duyarlı fotooksidasyon oluşumlarını düşürmüştür. Askorbil palmitatın  $\alpha$ -tokoferollere oranla önemli derecede daha yüksek etkileri gözlemlenmiştir (Lee ve ark., 1997).

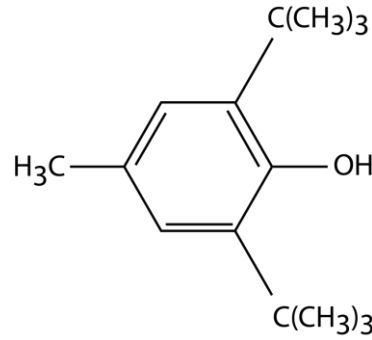


Askorbil palmitat ile antioksidan aktiviteleri çeşitli kombinasyonlar halinde gözlemlenmiştir. Biberiye ekstraktını antioksidan etkisi, sitrik asit,  $\alpha$ -tokoferol ve askorbil palmitat ile birlikte ayçiçek yağı üzerinde çalışılmıştır. Sitrik asit ve özellikle askorbil palmitat göre  $\alpha$ -tokoferolün antioksidasyon aktivitesinde negatif sinerji bir etki olduğu görülmüştür (Hraš, 2000).

Hamilton ve arkadaşlarının bir çalışmasında, balık yağı otooksidasyonu üzerinde tokoferollerin yalnız, askorbil palmitat ve lesitin ile kombinasyonları ile antioksidan etkilerine bakılmıştır. Yalnız kullanılan tokoferollere oranla sitrik asit ve palmitat ile kombinasyonu sağlanan maddeler yardımıyla güçlü bir sinerjik etkiyle peroksidasyonu yok ettiği, antioksidan etkilerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Hamilton, 1998).

#### 2.5.6 BHT (Bütillenmiş hidroksitoluen)

Sentetik bir antioksidan madde olan BHT, ( $C_{15}H_{24}O$ ); 2,6-ditersiyeer butil-4-metil fenolün, 1954 yılında gliseridler üzerinde etkili ve koruyucu bir antioksidan olduğunun belirlenmesi ile gıda olarak tüketilen yağlarda ve bazı diğer gıdalarda kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 2.10. Bütillenmiş hidroksitoluen moleküler yapısı

BHT, FDA (Food and Drug Administration) tarafından onaylanmış, yağ ve türevlerinde gıda koruyucusu olarak sıkça kullanılan bir antioksidandır. Yağlarda iyi çözünebilir, beyaz renkli ve kristal yapıda bir madde olup, 760 mm Hg basıncında kaynama noktası 265 °C 'dir. Bu madde BHA gibi bitkisel yağlarda düşük aktiviteye

sahip olmasına karşın diğer antioksidanlar ile beraber kullanıldığında yağın ilave edildiği gıdayı koruma özelliğinden yararlanılmaktadır. BHT, BHA ile sinerjistik etki gösterirken, gallatlar ile sinerjistik etki meydana getirmemektedir (Merck Kimyavevi, 2014).

BHA, hayvansal yağlara nazaran, bitkisel yağların oksidasyonunu önlemede önemli derecede etkilidir. Özellikle uçucu yağların renk ve tat-kokularının korunmasında, kısa zincirli yağ asitlerinin (hindistan cevizi ve palm çekirdeği yağları) oksidasyonunu kontrol etmede etkilidir. BHA ve BHT birlikte kullanıldığında, sinerjistik etkiden bahsedilmektedir. Fındık, ceviz gibi fazla yağlı tohumlarda oksidatif reaksiyonları engellemede, bu kombinasyonu çok iyi sonuç vermiştir. Antioksidan aktivitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada BHT'nin yüksek oranda antioksidan değerine sahip olduğu görülmüştür (Hocman, 1988).

Araştırmalar sonucunda BHT ve BHA gibi yaygın olarak kullanılan antioksidanların toksik aktiviteye sahip olduğu ve insanlar için kanserojen etki gösterdiği belirlenmiştir (Yingming, 2004). Son senelerde bilindiği üzere sentetik antioksidanlara oranla doğal ekstraktların kullanımını artmakta ve yoğun bir ilgi odağı olmaya devam etmektedir. Sentetik antioksidan olan BHT'nin diğer doğal antioksidanlar ile karşılaştırıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Burits ve Bucar yaptığı bir çalışmada, çörekotu uçucu yağında bulunan başlıca bileşenlerin antioksidan aktivitelerinin sentetik BHT antioksidanda daha fazla olduğu görülmüştür (Burits, 2000).

Biberiyeden rosmanol ve karnosol bileşiklerinin tanımlandığı bir başka araştırmada da çalışmada rosmanol ve karnosolün BHT, BHA ve  $\alpha$ -tokoferolden daha etkili olduklarını rapor edilmiştir (Nakatani, 1981). Konya'da Yetişen *Centaurea Pterocaula* Truatv'nin fenolik yapısı ve antioksidan etkisinin incelendiği bir çalışmada ise bulunan IC<sub>50</sub> değerleri ile serbest radikal süpürme oranları hesaplanmış ve BHA ile BHT oranla daha düşük olduğu yani antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Tekeli, 2008).

### 2.5.7 Kekik

Üzerinde en fazla araştırma yapılan aromatik bitki kekiktir. Aynı çiçekli bitki ailesi içinde bulunan farklı cinslere ait bitki türleri kısaca kekik olarak adlandırılmaktadır. Ülkemizde ticareti yapılan ve yaygın olarak kullanılan, hepsi Ballıbabagiller (*Labiata=Lamiaceae*) familyasına bağlı kekik türlerinin dâhil olduğu cinsler *Origanum*, *Thymbra*, *Coridothymus*, *Satureja* ve *Thymus*'dur. Bunlardan en fazla ihracatı yapılan türlerin ortak özelliği, yüksek düzeyde uçucu yağ içermeleri ve uçucu yağın ana bileşenlerinin timol ve/veya karvakrol olmasıdır. Bu maddeler kekiğe kendine özgü kokusunu veren ve antioksidan özellik kazandıran fenolik bileşiklerdir. Bu bileşikler uçucu yağların % 78-82'sini oluşturmaktadır (Başer, 2001; Botsoglou, 2003).



Şekil 2.11. Kekik bitkisi

Gıdalarda antioksidan ve antimikrobiyal madde kullanımını depolama stabilitesini artırmaktadır. Son yıllarda tüketiciler doğal katkı maddeleri kullanılan gıdaları tercih etmektedirler. Üzerinde ağırlıkla durulan antioksidan ve antimikrobiyal gruplar flavanoidler ve fenolik asitlerdir. Doğal katkı maddelerinin çoğu da fenolik yapıda

bileşiklerdir. Et ve et ürünlerinde çoğunlukla kullanılan fenolik içeriği yüksek bitkiler çay, biberiye, kekik, karabiber, narenciye ekstraktları ve bunların uçucu yağlarıdır (Öztaş, 2005). Antioksidan ve antimikrobiyal etkileri nedeniyle bu doğal bitki ekstraktları birçok çalışmada kullanılmıştır (Barbut, 1985). Biberiye ve kekik ekstraktlarının oksidasyon üzerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise surimi endüstrisinde kullanılan istavrit balığı incelenmiştir. 23 gün süren donmuş depolama süresince, kekik ve biberiye ekstraktı kullanılan gruplar kontrol gruplarına kıyasla daha düşük TBA değerine sahip olmuştur (Quitral, 2009).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen kekik, biberiye, safran ve  $\alpha$ -tokoferol asetat'ın lipid oksidasyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, en düşük antioksidan etkiye  $\alpha$ -tokoferol asetat'ın sahip olduğu bunu da sırasıyla safran, kekik ve biberiyenin izlediği bildirilmiştir (Botsoglou, 2005). Başka bir benzer çalışmada rasyona kekik ilavesi ile 60 gün boyunca depolanan yumurtaların malondialdehit (MAD) seviyelerinin taze bir yumurtada mevcut olan seviyede kaldığı, bunun da diyetel kekiğin lipid oksidasyonunu azalttığı bir delili olduğu ifade edilmiştir (Botsoglou ve ark., 1997).

### **3. MATERYAL ve METOT**

#### **3.1 Materyal**

Çalışmada kullanılan mısır yağı yerel marketlerden satın alınarak Iğdır Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde analizlerde kullanılabilir analitik düzeyde saflaştırılmıştır. Ekstarkları elde edilecek ısırgan yaprağı, sumak, kekik, keten tohumu ve nane lisanslı üreticilerden temin edilmiştir. BHT ve Askorbil palmitat sigma firmasından temin edilmiştir. Ekstraksiyon işlemleri bölüm imkânları ile gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2 Metot**

##### **3.2.1 Mısır yağından pro ve antioksidanların uzaklaştırılması**

Kızartma işleminde kullanılacak yağlarda bitkisel ekstraktların antioksidatif etkilerinin belirlenmesi için başlangıçta yağlarda mevcut olan tokoferol homologlarının uzaklaştırılması için saflaştırma işlemi Nyström ve ark.'larının (2007) uyguladıkları metotta bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirildi. Bunun için 65 g alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ) tartılıp 100 °C' de 8 saat ardından 200 °C' de 12 saat etüvde bekletilerek aktifleştirildi. Süre sonunda alüminyum oksitler dikkatli bir şekilde cam kromatografi kolonuna (450x30 mm) yerleştirildi. Kolonu şartlandırmak için önce 65 ml n-hekzan kolondan geçirildi. Sonra kolon içerisine 65 ml n-hekzan + 65 ml mısır yağı ayrı bir beher içinde iyice karıştırıldıktan sonra kolondan vakum altında geçirildi. Kolondan geçirilen yağ rotary evaporatörde 65 rpm'de 45 dk. çalıştırılarak yağ içerisindeki uçucu hekzan uzaklaştırıldı. Bu şekilde yağ içinde bulunan pro- ve antioksidanlar uzaklaştırıldı.

##### **3.2.2 Bitki ekstraktlarının elde edilmesi**

Bitki ekstraktlarının elde edilmesinde soxhalet düzeneği kullanıldı. Yaklaşık 20 gr bitki filtre kağıt kaseye yerleştirilip ekstraktör haznesine konuldu. 250 ml'lik

ekstraktörün kolonuna bir tam + bir yarım olacak şekilde sifon yapabilecek kadar etil alkol + su karışımı (80:20) konularak yaklaşık 4 saat ekstraksiyon yapıldı. Bu şekilde elde edilen ekstrakt rotary evaporatörde (Heidoph HCI-Vap) 65 rpm ve 45 dakika çalıştırılarak çözücü uzaklaştırıldı. Elde edilen ekstraktlar amber renkli vida kapaklı şişelerde derin dondurucuda kullanılıncaya kadar muhafaza edildi.

### 3.2.3 Tokoferol tayini

Rafine ve saflaştırılmış mısır yağlarında tokoferol miktarını belirlemek için tokoferol analizi Anonymous (1992) metoduna göre yapıldı. 0.5 g örnek tartılarak 1:10 oranında n-hekzan ile seyreltildi. İyice karıştırıldıktan sonra 0.45 µm PTFE filtreden geçirilerek HPLC'ye enjekte edildi. Analizler Shimadzu (Japonya) marka HPLC cihazı ile yapılmıştır.

Sistem kontrolörü	: Shimadzu SCL-10A
Gradient pompa	: Shimadzu LC-10 AD-VP
Örnek valfi	: Rheodyne 7725i valf (20 µL örnek hacmi)
Dedektör	: Shimadzu RID-10A
Kolon fırını	: Shimadzu CTO-10AS
Degazer	: Shimadzu DGU-14A
HPLC çalışma koşulları:	
Kolon	: LiChrosorb Si60 (250 x 4 mm, ID) 5 Um
Akış hızı	: 1 ml/dak
Mobil faz	: Hekzan: izopropil alkol (99:1)
Dalga boyu	: 295 nm
Kolon Sıcaklığı	: 25 °C

### 3.2.4 Yağ örneklerinin hazırlanması

Her bir örnek için 500 g yağ tartılarak amber renkli, vida kapaklı şişelere aktarıldı. Bitki ekstraktları ve yapay antioksidanlar 50 ml aseton içinde çözdürülerek yağ örneklerine ilave edildi ve iyice karıştırıldı. Sonra rotary evaporatörde aseton örneklerden uzaklaştırıldı.

500 g MY (rafine)  
500 g MYs (Antioksidanlardan arındırılmış)  
500 g MYs + 0.1 g BHT (200ppm)  
500 g MYs + 0.2 g Askorbil palmitat (400ppm)  
500 g MYs + 0.5 g ısırgan tohumu ekstraktı (1000ppm)  
500 g MYs + 0.5 g sumak ekstraktı (1000ppm)  
500 g MYs + 0.5 g kekik ekstraktı (1000ppm)  
500 g MYs + 0.5 g keten tohumu ekstraktı (1000ppm)  
500 g MYs + 0.5 g nane ekstraktı (1000ppm)

### **3.2.5 Kızartma işlemi**

Antioksidan (bitkisel ekstrakt) içeren ve içermeyen mısır yağı örnekleri Fakir Hausgerate Gala marka fritözde  $190\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de (0, 2, 4, 6 saat boyunca) sürekli olarak ısıtıldı. Her bir yağın sıcaklığı içerisine daldırılan termokapıllarla (Testo 175T3) ve fritözün sıcaklığı ise termostat ile kontrol edilmiştir. Fritözden yapılacak analizler için 20 g yağ örneği belirlenen süreler sonunda alınmıştır. Alınan yağ örnekleri amber renkli şişelerde analize alınıncaya kadar  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.

### **3.2.6 Peroksit sayısı**

Beklenen peroksit değerine göre yeterli düzeyde örnek erlene tartılarak, üzerine 30 ml asetik asit-kloroform çözeltisinden (3:2) eklenerek, örnek çözündürülmüştür. 0.5 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi eklenerek erlenin ağzı sıkıca kapatılıp, 1 dk süreyle çözelti karıştırılıp, karanlıkta 10 dak bekletildikten sonra 30 ml saf su ve 1 ml % 1'lik nişasta çözeltisi eklenerek, 0.1 N veya 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titrasyon gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1990). Hesaplamalar aşağıda verilen denkleme göre yapılmıştır.

$$PD = (A \times N \times 1000) / E$$

PD: Peroksit değeri (meqO<sub>2</sub>/kg)

A: Kullanılan tiyosülfat çözeltisi (ml)

N: Kullanılan tiyosülfat çözeltisinin normalitesi,

E: Numune miktarı (g)

### 3.2.7 İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler SPSS programıyla yapıldı. Yağ örneklerinde 190±5 °C’de kızartma işlemi süresine bağlı olarak değişen peroksit değerleri Çizelge 3.1’de incelenmiştir.

Çizelge 3.1. Yağ örneklerinde peroksit değerleri

	0 (sa)		2 (sa)		4(sa)		6(sa)	
	X	Ss	X	ss	X	ss	X	ss
<b>MYr*</b>	8.05	.24	8.91	.24	5.43	.24	8.15	.24
<b>MYs*</b>	4.52	.24	5.55	.24	6.00	.24	11.37	.24
<b>MYs+BHT(200ppm)*</b>	6.74	.24	17.80	.24	14.82	.24	21.39	.24
<b>MYs+AP(400ppm)*</b>	9.98	.24	12.71	.24	12.55	.24	33.34	.24
<b>MYs+AP(400ppm)*</b>	11.27	.24	16.27	.24	27.35	.24	15.69	.24
<b>MYs+SM(1000ppm)*</b>	10.36	.24	10.46	.24	16.79	.24	25.19	.24
<b>MYs+KK(1000ppm)*</b>	12.17	.24	14.10	.24	16.13	.24	19.30	.24
<b>MYs+KT(1000ppm)*</b>	9.09	.24	9.99	.24	14.67	.24	20.13	.24
<b>MYs+NA(1000ppm)*</b>	11.68	.24	14.54	.24	16.59	.24	18.27	.24

\*p<0.05

Değişkenlerin 0, 2, 4 ve 6. saatlik kızartma işlemi sonucunda elde edilen değerler açısından karşılaştırılması amacı ile yapılan mann whitney u analizi sonucuna göre tüm gruplar arasında 0, 2, 4 ve 6. ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır. Buna göre 0. saatteki ölçüm değeri en yüksek değişkenler MYs+KK (1000ppm) ve MYs+NA (1000ppm); 2. saatteki ölçüm değeri en yüksek değişkenler MYs+BHT (200ppm) ve MYs+AP (400ppm); 4. saatteki ölçüm değeri en yüksek



değişkenler MYs+AP(400ppm) ve MYs+SM (1000ppm) ve 6. saatteki ölçüm değeri en yüksek değişkenler MYs+AP (400ppm) ve MYs+SM (1000 ppm) dir.

Çizelge 3.2. Bitkisel ekstratların 517 nm'deki absorbands değerleri

	0		20 µl		40 µl		60 µl	
	X	Ss	X	ss	X	ss	X	Ss
<b>IS*</b>	1.46	.12	1.31	.12	1.39	.12	1.51	.12
<b>KK*</b>	1.46	.12	1.30	.12	1.24	.12	1.15	.12
<b>BHT*</b>	1.46	.12	1.04	.12	.89	.12	.74	.12
<b>NA*</b>	1.46	.12	1.52	.12	1.21	.12	.87	.12
<b>KT*</b>	1.46	.12	1.36	.12	1.33	.12	1.29	.12
<b>SM*</b>	1.46	.12	.98	.12	.69	.12	.46	.12
<b>AP*</b>	1.46	.12	1.01	.12	.63	.12	.14	.12

\*p<0.05

Değişkenlerin 0.20 µl, 40 µl ve 60 µl değerleri açısından farklılık gösterme durumunun incelenmesi sonucu IS, KK, BHT, NA, KT, SM ve AP değişkenleri arasında 20 µl, 40 µl ve 60 µl ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken (P<0.05), değişkenler arasında 0 µl ölçüm değeri açısından anlamlı fark bulunmamaktadır (P>0.05). Buna göre 20 µl değeri en yüksek değişkenler NA ve KT; 40 µl değeri en yüksek değişkenler IS ve KT ve 60 µl değeri en yüksek değişkenler IS ve KT'dir.

Örneklerin 232 ve 270 nm.'deki absorbands değerleri ile konjuge dien ve trien özgül soğurma değerleri incelenmiştir. Değişkenlerin 232 nm soğurma değeri ve 270 nm soğurma değeri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını belirlemek amacı ile yapılan mann whitney u testi sonucuna göre değişkenler arasında söz konusu ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır (p>0.05). 232 nm ve 270 nm soğurma değerleri ölçümlerinde yapılan incelemeler sonucunda örneklere ait özgül soğurma değerleri sonuçları çizelge 3.3'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.3. Örneklerin özgül soğurma değerleri

	232 nm Soğurma		270 nm Soğurma	
	X	ss	X	ss
<b>MYs+ / AP</b>	6.27	3.78	1.04	.50
<b>MYs+ / BHT</b>	4.93	3.16	1.74	1,00
<b>MYr</b>	3.85	2.38	1.41	.63
<b>MYs</b>	3.97	2.75	.80	.34
<b>MY+ / KK</b>	4.61	2.79	1.04	.35
<b>MY+ / NA</b>	5.44	3.15	1.24	.43
<b>MY+ / KT</b>	5.15	3.17	1.16	.33
<b>MY+ / IS</b>	6.37	3.77	1.21	.42
<b>MY+ / SM</b>	4.92	2.63	1.34	.43

Bunun dışında tüm değişkenler için 232 nm soğurma değeri ile 270 nm soğurma değeri arasında fark olup olmadığını belirlemek amacı ile yapılan wilcoxon testi sonucuna göre tüm değişkenlerde 232 nm soğurma değeri ile 270 nm soğurma değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Çizelge 3.4. TBA değerleri (532nm)

	0 saat		2 saat		4 saat		6 saat	
	X	ss	X	ss	X	ss	X	ss
<b>MYr*</b>	13.65	.43	20.69	.43	20.49	.43	21.74	.43
<b>MYs*</b>	24.03	.43	40.32	.43	46.07	.43	30.25	.43
<b>MYs+BHT(200ppm)*</b>	11.83	.43	18.96	.43	20.47	.43	31.52	.43
<b>MYs+AP(400ppm)*</b>	5.81	.43	12.16	.43	24.71	.43	20.55	.43
<b>MYs+AP(400ppm)*</b>	18.85	.43	20.83	.43	31.56	.43	37.73	.43
<b>MYs+SM(1000ppm)*</b>	28.27	.43	66.46	.43	71.77	.43	83.85	.43
<b>MYs+KK(1000ppm)*</b>	17.34	.43	21.99	.43	24.32	.43	21.43	.43
<b>MYs+KT(1000ppm)*</b>	10.55	.43	11.99	.43	17.47	.43	32.07	.43
<b>MYs+NA(1000ppm)*</b>	12.20	.43	14.94	.43	18.39	.43	21.12	.43

\* $p<0.05$

Farklı sürelerde kızartma işlemi sonucunda oluşan TBA (Tiyobarbitürik Asit) değerlerinin değişkenlere göre farklılık gösterme durumunun belirlenmesi amacı ile yapılan mann whitney u testi sonucuna göre değişkenler arasında her kızartma süresi için TBA (Tiyobarbitürik Asit) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ). Buna göre kızartma işlemi öncesi (0.saat), TBA (Tiyobarbitürik Asit) Değerleri en yüksek değişkenler MYs+SM (1000ppm) ve MYs, 2 saat kızartma işlemi sonucunda oluşan TBA (Tiyobarbitürik Asit) değerleri en yüksek değişkenler MYs+SM (1000ppm) ve MYs, 4 saat kızartma işlemi sonucunda oluşan TBA (Tiyobarbitürik Asit) değerleri en yüksek değişkenler MYs+SM (1000ppm) ve MYs ve 6 saat kızartma işlemi sonucunda oluşan TBA (Tiyobarbitürik Asit) Değerleri en yüksek değişkenler yine MYs+SM (1000ppm) ve MYs'dir.

### **3.2.8 Konjuge dien ve trien analizleri**

Çoklu doymamış yağ asitlerinden hidroperoksitlerin oluşması konjugasyonun oluşmasına yol açar. Bu oluşum, UV spektrumunda belirlenir. Oluşan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri 232 nm ve 270 nm'de okunur. Kojuge dien oluşumu arttıkça 232 nm'deki özgül soğurma değeri artış göstermektedir. 270 nm'de özgül soğurma değeri ise aldehit ve ketonların oluşumuna (acılık, istenmeyen lezzet bileşikleri) paralel olarak artış göstermektedir. Çalışmada, kızartma işleminde belirlenen sürelerde oluşabilecek konjugasyonlar UV-VIS spektrofotometrede belirlenmiş (Anonymous 1989d) ve E değerleri olarak verilmiştir.

### **3.2.9 DPPH (2,2 difenil 1-pikril hidrazil) Serbest radikal süpürücü etki tayini ve IC50 ölçümleri**

DPPH serbest radikal giderme aktivitesi Blois metoduna göre yapıldı (1958). Serbest radikal olarak DPPH'ın 1 mM'lık çözeltisi kullanıldı. Numune olarak daha önce hazırlanan 1 mg/ml konsantrasyonundaki stok çözeltisi kullanıldı. Deney tüplerine sırasıyla 10, 20 ve 30 µg/µl konsantrasyonlarında çözelti oluşturacak şekilde stok çözeltiler aktarıldı ve toplam hacimleri 3 ml olacak şekilde etanol ile tamamlandı. Daha sonra her bir numune tüpüne stok DPPH' çözeltisinden 1 ml ilave edildi. Yarım saat oda

sıcaklığı ve karanlıkta inkübe edildikten sonra etanoldan oluşan köre karşı 517 nm’de absorbansları ölçüldü. Kontrol olarak, 3 ml etanol ve 1 ml DPPH’ çözeltilisi kullanıldı. Azalan absorbans geriye kalan DPPH’ çözeltilisi miktarını yani serbest radikal giderme aktivitesini verdi.

Antioksidan aktivite (AA), aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır ve sonuçlar yüzde olarak verilir.

$$AA (\%) = \frac{(\text{AbsKontrol} - \text{AbsÖrnek})}{\text{AbsKontrol}} \times 100$$

### **3.2.10 MAD (Malonaldehit analizi)**

MAD (Malonaldehit) analizi Tiyobarbitürik asit maddeler (TBARS) testi AOCS (1995) metoduna göre uygulanarak yapılmıştır. 150 mg yağ örneği 25 ml’lik balonjojeye tartılarak, 1-butanol ile karıştırılarak çizgisine kadar tamamlanır. Ultrasonik su banyosunda uniform karışım sağlanır. Vida kapaklı cam tüpe 5ml örnek sulüsyonu transfer edilir, aynı tüpe 1-bütanolde hazırlanmış 5ml % 0.2’lik TBA çözeltilisinden ilave edilir. Vortekslenerek su banyosunda 95 °C’de 2 saat inkübe edilir, musluk suyu altında 10 dakika bekletilerek oda sıcaklığına düşürülür. Spektrofotometrede 532 nm’de absorbanslar okunur. AOCS 1998’e göre;

$$\text{TBA değeri} = (50 \times A_{532}) / m \text{ formülüyle hesaplanır}$$

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1 Peroksit Değerleri

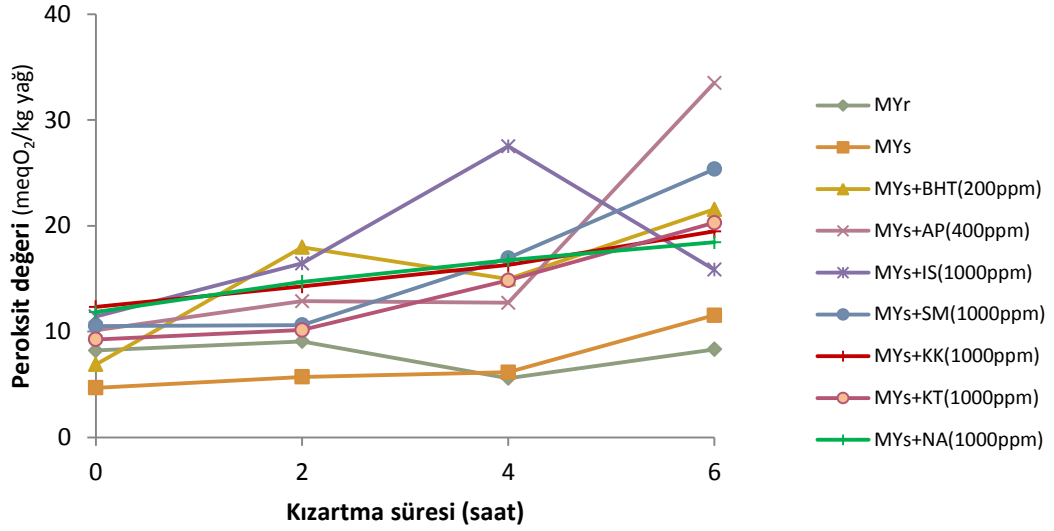
Peroksit sayısı yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsüdür. Lipit oksidasyonunun birincil ürünleri hidroperoksitlerdir. Peroksit sayısı değeri, lipit oksidasyonunun başlangıç aşamasında oluşan bu birincil ürünlerin miktarının ölçülmesidir.

Örneklerin peroksit sayıları meq O<sub>2</sub>/kg yağ olarak ifade edilmiştir. Peroksit analizi sonucunda elde edilen değerlere bakıldığında MYs + IS olan örnekte peroksit değeri 19.807, MYs + SM örneği için 17.109, MYs + BHT antioksidan örneği 15.346, MYs + AP örneği için 20.302, MYs + KK örneği için 16.084, MYs + KT örneği için 13.629, MYs + NA örneği için 17.68 bulunmuştur. MYr için peroksit değeri 7.796 iken MYs için 7.02 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Örneklerin peroksit değerleri

Örnek adı	Peroksit değerleri (meqO <sub>2</sub> /kg yağ)			
	0 (sa)	2 (sa)	4(sa)	6(sa)
MYr	8.21	9.07	5.59	8.31
MYs	4.68	5.71	6.16	11.53
MYs+BHT (200ppm)	6.90	17.96	14.98	21.55
MYs+AP (400ppm)	10.14	12.87	12.71	33.50
MYs+IS (1000ppm)	11.43	16.43	27.51	15.85
MYs+SM (1000ppm)	10.52	10.62	16.95	25.35
MYs+KK (1000ppm)	12.33	14.26	16.29	19.46
MYs+KT (1000ppm)	9.25	10.15	14.83	20.29
MYs+NA (1000ppm)	11.84	14.70	16.75	18.43

MYs: Mısır yağı saf (antioksidanlardan arındırılmış), MYr: Mısır yağı rafine, IS: Isırgan ekstraktı, SM: Sumak, AP: Askorbil palmitat, KK: Kekik ekstraktı, KT: Keten tohumu ekstraktı, NA: Nane ekstraktı



Şekil 4.1. Kızartma süresince yağ örneklerinde tespit edilen peroksit değerleri

Sentetik antioksidan içeren örnekler arasında MYs + BHT örneğinde MYs + AP göre daha az peroksit oluşumu gözlemlenmiştir. Bitki ekstraktları arasından 2 saatlik kızartma sonucunda peroksit değerleri sırasıyla KT<SM<AP<KK<NA<IS<BHT içeren yağlarda görülürken, 4 saatlik kızartma süresince en yüksek PD ısırgan içeren yağda görülmüştür. 6 saatlik kızartma işlemi sonucunda ise IS içeren örnek dışındaki yağlarda PD yükselmiştir. IS içeren örnekte PD 4 saatlik kızartma işlemi sonucunda en yüksek seviyeye ulaşmış ve 6. Saate doğru düşmüştür. Bu düşüş peroksitlerin parçalandığı ve ikincil oksidasyon ürünlerinin oluştuğu anlamına gelir.

#### 4.2 DPPH (2.2 difenil 1-pikril hidrazil) Analizi ve IC50 Sonuçları Değerlendirilmesi

DPPH radikali (2.2-difenil-1-pikrilhidrazil) 517 nm'de maksimum absorbands oluşturmaktadır. Antioksidanlarla muamele, DPPH 'tan kaynaklanan mor rengin şiddeti azalarak absorbandsın düşüşüne sebep olacaktır (Kalantzakis, 2006).

Önemli ölçüde absorbands değerinin düşmesi, DPPH radikal miktarının azaldığını dolayısıyla daha çok yakalandığını göstermektedir. Bu durumda ekstraktların radikal

yakalama kapasitelerini anlamak bu radikalın absorbans değerinin takibiyle mümkündür.

Antioksidan aktivite (AA), aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır ve sonuçlar %'de olarak verilir.

$$AA (\%) = \frac{(\text{Abs}_{\text{Kontrol}} - \text{Abs}_{\text{Örnek}})}{\text{Abs}_{\text{Kontrol}}} \times 100$$

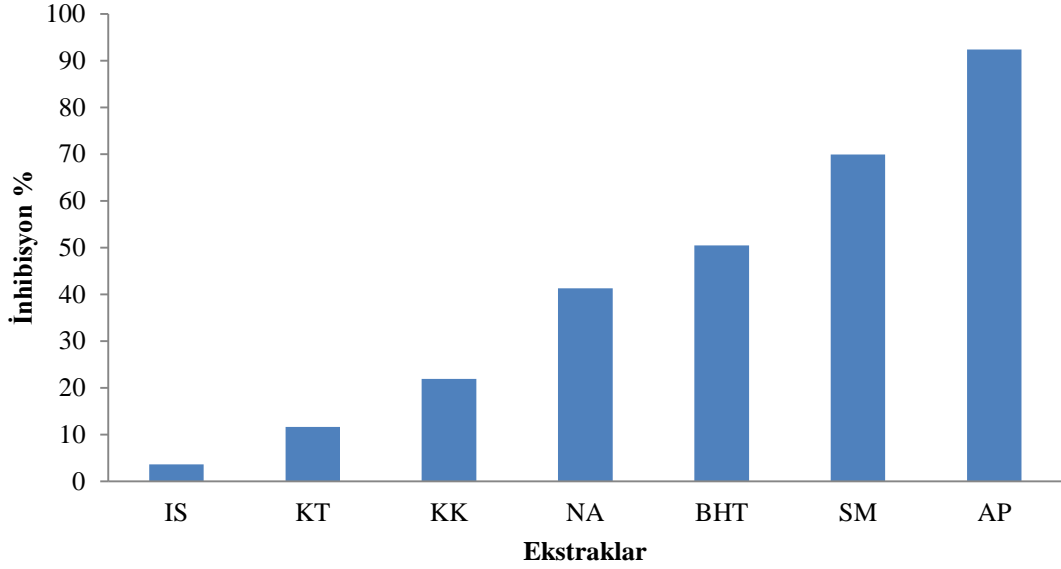
DPPH konsantrasyonunu yarıya düşüren numune miktarı  $\mu\text{g/mL}$  cinsinden belirlenmekte ve IC50 değeri olarak ifade edilmektedir. Radikal eşleşmemiş nitrojen elektronlarının sağladığı mor renktedir ve reaksiyondan sonra radikal tutucunun oksijen atomu ile DPPH-H indirgenmesi ile sarı renk oluşur. Renk değişimi 517 nm 'de spektrofotometrik olarak belirlenebilir (Antioksidan Tayin Yöntemleri, 2010).

Oluşturulan grafiklerde gerekli  $R^2$  değerleri ve denklemlerin hesaplaması yapılmış ve elde edilen IC50 değerlerine bağlı olarak her biri için % inhibisyon oranı Çizelge 4.2'de hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2. Hesaplanan IC50 değerleri ve inhibisyon yüzdesi

	<b>% İnhibisyon</b>	<b>IC50</b>
<b>IS</b>	3.6	-
<b>NA</b>	41.29	89.76
<b>KT</b>	11.67	346.5
<b>SM</b>	69.9	34.65
<b>KK</b>	21.9	173.25
<b>AP</b>	92.4	32.9
<b>BHT</b>	50.5	57.75

$$\text{DPPH} \cdot \text{giderme aktivitesi (\%)} = \left( 1 - \frac{\lambda_{517\text{-N}}}{\lambda_{517\text{-K}}} \right) \times 100$$



Şekil 4.2. Ekstrakların inhibisyon (%) değeri

Düşük IC50 değeri, yüksek antioksidan aktiviteyi göstermektedir. Sonuçlara bakıldığında en düşük IC50 değeri sentetik antioksidan olan AP da olup en yüksek inhibisyon değeri ile en yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğu görülmektedir. En yüksek IC50 değerine sahip olan keten tohumu ise en düşük inhibisyon yüzdesi ile düşük antioksidan aktivite göstermiştir (Şekil 13).

Sonuçlara göre kızartmada kullanılan yağlara ilave edilecek ekstraktların farklı DPPH kapasiteleri ve buna bağlı olarak inhibisyon aktiviteleri görülmüştür. Doğal bitki ekstraktlarından en yüksek antioksidan etkiden en düşüğe doğru; SM, NA, KK, IS, KT'dir. % 50 inhibisyona sahip BHT sentetik antioksidana göre SM'in daha fazla, NA'nin ise çok yakın bir antioksidan etkiye sahip olduğunu söyleyebiliriz.

PD fazla bulunan IS içeren yağ düşük DPPH kapasitesine sahip olduğu sonucu ile ısırgan ekstraktının düşük antioksidan etki gösterdiği görülmektedir. Fakat SM ve NA ekstraktının bulunduğu yağda yüksek peroksit değeri görülmesine karşın çok düşük olmayan bir DPPH kapasitesi görülmüştür. Burada nanenin yüksek sıcaklıkta antioksidan etkisini kaybettiği, ya da doğal yapısında prooksidatif bileşenleri içerdiği şeklinde açıklanabilir. Keten ekstraktı içeren yağ örneğinde düşük peroksit değeri



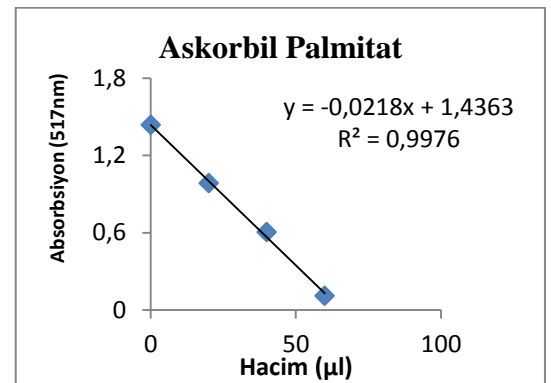
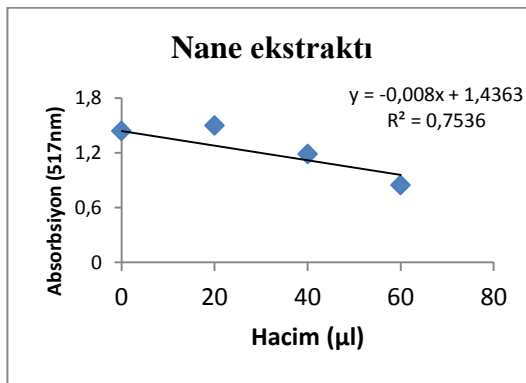
görüldüğü halde DPHH kapasitesi de düşük bulunmuştur. Bu durum keten ekstraktının yüksek sıcaklıkta antioksidatif etkisini kaybetme olasılığını bize göstermektedir.

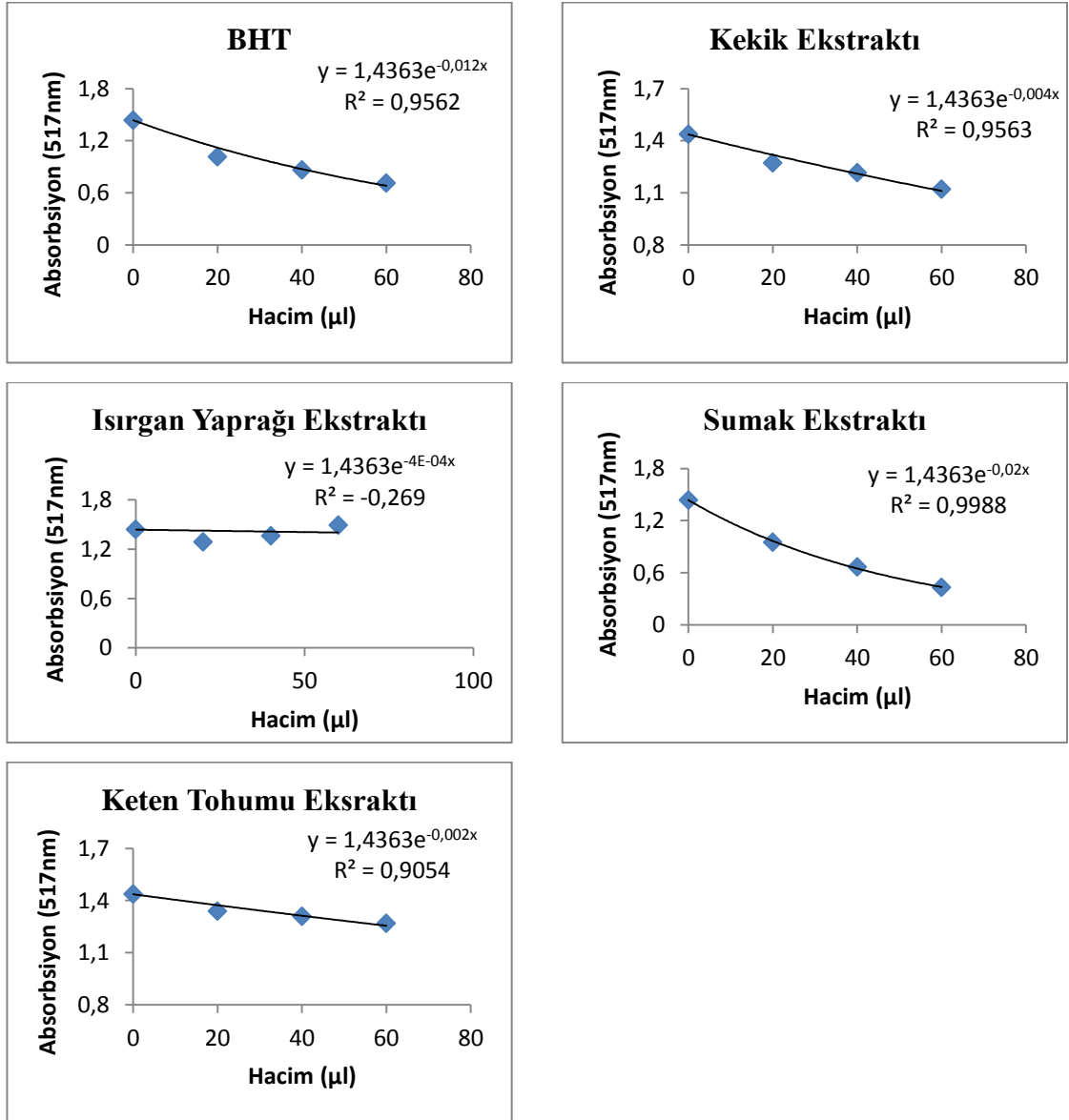
Çalışmada kullanılan 5 farklı doğal ekstrakt (IS, NA, KT, SM, KK) ve 2 sentetik ekstraktın (AP, BHT) 517 nm’de absorbans değerleri ölçülmüş ve konsantrasyona bağlı olarak değerler bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Bitkisel ekstratların absorbans değerleri

Ekstraktlar	Absorbans (517nm)			
	0	20 µl	40 µl	60 µl
IS	1.4363	1.2849	1.359	1.4883
KK	1.4363	1.272	1.2156	1.1217
BHT	1.4363	1.0154	0.8623	0.7113
NA	1.4363	1.4956	1.1822	0.8432
KT	1.4363	1.3382	1.3085	1.2686
SM	1.4363	0.95	0.6649	0.4324
AP	1.4363	0.9822	0.604	0.1089

Söz konusu absorbans değerlerinden elde edilen grafikler ise Şekil 4.3’te gösterilmiştir.





Şekil 4.3. Bitki ekstraktlarının konsantrasyon absorbans grafikleri

### 4.3 Özgül Soğurma Değerleri Konjuge Dien-Trien Analiz Sonuçları

Çoklu doymamış yağ asitlerinden hareketle oluşan hidroperoksitler konjugasyonun oluşmasına yol açar. Bu oluşum UV spektrumunda kolaylıkla belirlenir. Oluşan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri 232 nm ve 270 nm’de okunur. Konjuge dien oluşumu arttıkça 232 nm’deki özgül soğurma değeri artar. 270 nm’de özgül soğurma değeri ise aldehit ve ketonların oluşumuna (acılık, istenmeyen uçucu aroma bileşenleri) paralel olarak artış gösterir.

$$E_{lcm}^{%1} = K_{\lambda} = \frac{A_{\lambda}}{c \times l}$$

- $K_{\lambda}$  = Okuma yapılan dalga boyundaki özgül soğurma değeri  
 $A_{\lambda}$  = Okuma yapılan dalga boyundaki absorban değeri  
 $C$  = Çözeltinin konsantrasyonu (g/100ml)  
 $l$  = Kuartz küvet uzunluğu (cm)

Yukarıdaki formül yardımı ile örneklerin 232 ve 270 nm.'deki absorban değerleri ile konjuge dien ve trien elde edilmiştir (Çizelge 4.4) .

Çizelge 4.4. Örneklerin konjuge dien ve trien soğurma değerleri

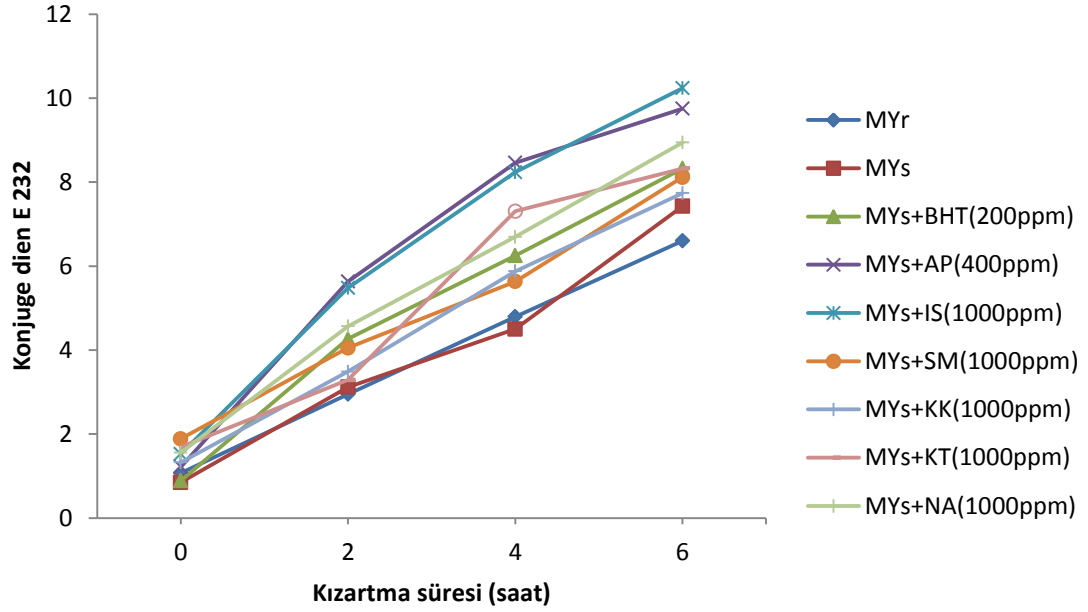
	Kızartma süresi (saat)	Kızartma sıcaklığı (°C)	Soğurma değeri ( $K_{\lambda}$ ) Konjuge dien	Soğurma değeri ( $K_{\lambda}$ ) Konjuge trien
	0	24	1.220	0.334
<b>MYs+</b>	2	190	5.633	1.065
<b>AP</b>	4	190	8.461	1.353
	6	190	9.749	1.423
<b>MYs+</b>	0	24	0.890	0.421
<b>BHT</b>	2	190	4.266	1.543
	4	190	6.252	2.235
	6	190	8.325	2.741
	0	24	1.073	0.635
<b>MYr</b>	2	190	2.949	1.206
	4	190	4.795	1.716
	6	190	6.600	2.085
	0	24	0.848	0.389
<b>MYs</b>	2	190	3.118	0.752
	4	190	4.499	0.836
	6	190	7.426	1.221
<b>MY+</b>	0	24	1.326	0.608
<b>KK</b>	2	190	3.488	0.924
	4	190	5.876	1.212
	6	190	7.737	1.399
<b>MY+</b>	0	24	1.557	0.667
<b>NA</b>	2	190	4.566	1.209
	4	190	6.696	1.412
	6	190	8.942	1.669
<b>MY+</b>	0	24	1.689	0.892
<b>KT</b>	2	190	3.289	0.856
	4	190	7.309	1.479
	6	190	8.325	1.402

Çizelge 4.4: Örneklerin konjuge dien ve trien soğurma değerleri (devam)

	Kızartma süresi (saat)	Kızartma sıcaklığı (°C)	Soğurma değeri (K <sub>d</sub> ) Konjuge dien	Soğurma değeri (K <sub>λ</sub> ) Konjuge trien
<b>MY+</b>	<b>0</b>	24	1.526	0.664
<b>IS</b>	<b>2</b>	190	5.482	1.125
	<b>4</b>	190	8.235	1.431
	<b>6</b>	190	10.23	1.625
<b>MY+</b>	<b>0</b>	24	1.887	0.808
<b>SM</b>	<b>2</b>	190	4.051	1.254
	<b>4</b>	190	5.635	1.449
	<b>6</b>	190	8.116	1.834

Konjuge dien değerleri Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi kızartma süresine bağlı olarak doğrusal (linear) bir artış göstermiştir. MYs + AP örneği için ilk dien değeri 1.22 iken kızartma sıcaklığı 190 °C'de 6 saat sonra dien değeri 9.74, MYs + BHT (400 ppm) örneği için ilk dien değeri 0.89 iken aynı şekilde 6 saat sonra dien değeri 8.325, rafine mısır yağı örneği için ilk dien değeri 1.07 iken 6 saat sonra dien değeri 6.6, mısır saf yağı örneği için ilk dien değeri 0.84 iken 6 saat sonra dien değeri 7.42, MYs + KK örneği için ilk dien değeri 1.32 iken 6 saat sonra dien değeri 7.73, MYs + NA örneği için ilk dien değeri 1.55 iken 6 saat sonra dien değeri 8.94, MYs + KT örneği için ilk dien değeri 1.68 iken 6 saat sonra dien değeri 8.32, MYs + IS örneği için ilk dien değeri 1.52 iken 6 saat sonra dien değeri 10.23, MYs + SM örneği için ilk dien değeri 1.88 iken 6 saat sonra dien değeri 8.11 olarak elde edilmiştir.

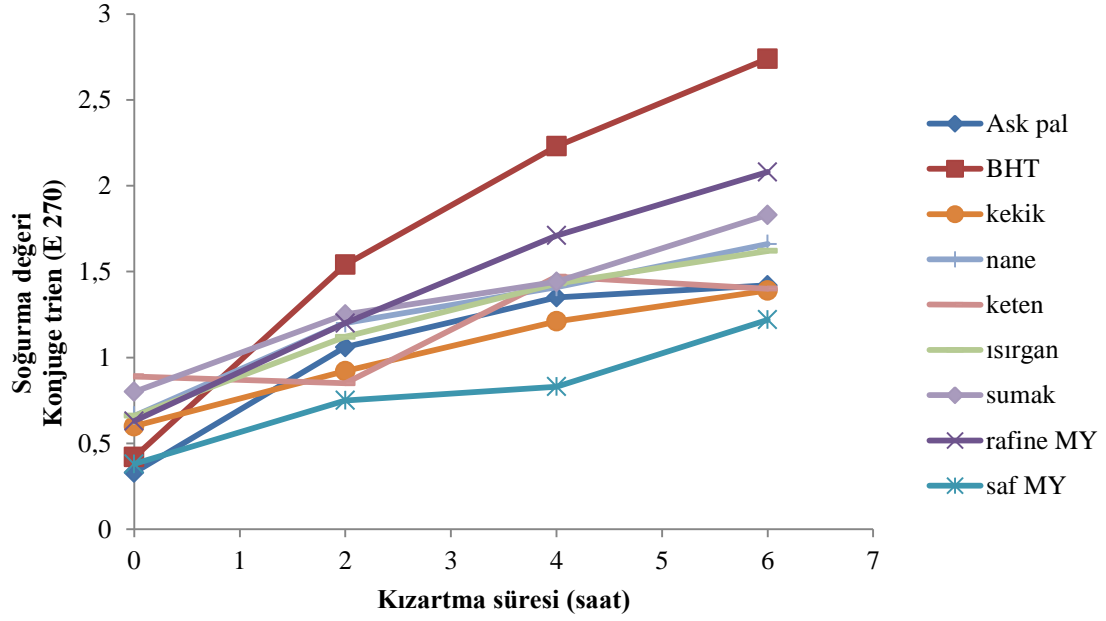
MYs + AP örneği için ilk trien değeri 0.33 iken kızartma sıcaklığı 190 °C'de 6 saat sonra trien değeri 1.42, MYs + BHT(400ppm) örneği için ilk trien değeri 0.42 iken aynı şekilde 6 saat sonra trien değeri 2.74, MYr örneği için ilk trien değeri 0.63 iken 6 saat sonra trien değeri 2.08, MYs örneği için ilk trien değeri 0.38 iken 6 saat sonra trien değeri 1.22, MYs + KK örneği için ilk trien değeri 0.6 iken 6 saat sonra trien değeri 1.39, MYs + N(1000ppm) örneği için ilk trien değeri 0.66 iken 6 saat sonra trien değeri 1.66, MYs + KT örneği için ilk trien değeri 0.89 iken 6 saat sonra trien değeri 1.4, MYs + IS örneği için ilk trien değeri 0.66 iken 6 saat sonra trien değeri 1.62, MYs + SM örneği için ilk trien değeri 0.8 iken 6 saat sonra trien değeri 1.83 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Yağ örneklerinin konjuge dien değerleri

Yağların oksidasyonu sırasında oluşan ilk bozulma ürünleri hidroperoksitler 232 nm'deki dien değerlerini yükseltmektedir. Hidroperoksitlerin parçalanması sonucu oluşan ürünler ise yağın 270 nm'deki trien değerlerini arttırmıştır.

Çizelge 4.4'te yer alan değerlere göre örneklerin ilk ve 6 saat sonraki konjuge dien değerleri ile oksidasyon stabiliteyi hakkında yorum yapmak mümkündür. Bu konjugasyon değerlerindeki artışlar yağ örneklerinde kullanılan ekstraktların zayıf antioksidatif özelliğe sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre örneklerin antioksidatif özellikleri şu şekilde sıralanabilir: MYs + IS < MYs + AP < MYs + BHT < MYs + NA < MYs + KT < MYs < MYs + KK < MYs + SM < MYr. Bu sıralamaya göre en iyi oksidasyon stabilitesini rafine mısır yağından sonra kekik ve sumak içeren örnekler gösterirken, en düşük antioksidatif özellik ısırgan ekstraktı içeren örnekte görülmüştür.



Şekil 4.5. Ekstraktların konjuge trien değerleri

Aşağıdaki değerler doğrultusunda örneklerin ilk ve 6 saat sonraki konjuge trien değerleri ile oksidasyon stabilitelerinin hakkında yorum yapmak mümkündür. Bu sonuçlara göre oksidasyon stabiliteleri şu şekilde sıralanabilir: MYs + BHT < MYr < MYs + AP < MYs + SM < MYs + NA < MY+IS < MYs < MYs + KK < MYs + KT. Bu sonuçlara göre en iyi oksidasyon stabiliteyi saf mısır yağı haricinde MYs + KK ve MYs + IS gösterir iken, en düşük oksidasyon stabiliteyi rafine mısır yağı haricinde MYs + BHT ve MYs + AP görülmüştür.

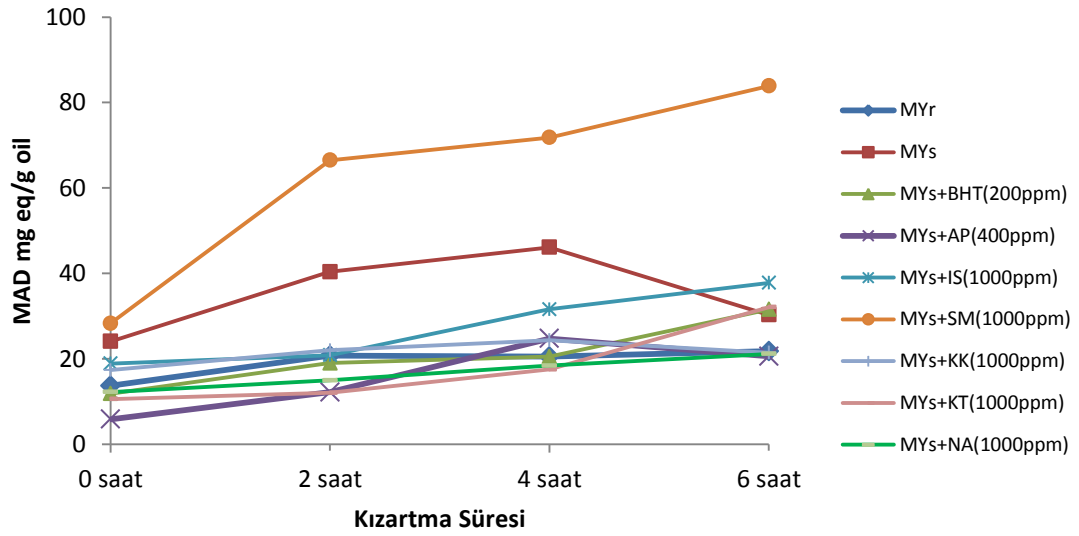
#### 4.4 Malonaldehit Değerleri

Malonaldehit (MAD), lipid peroksidasyonunda bir son üründür ve oksidasyonun düzeyini göstermede kullanılır. Malondialdehit ölçümü en yaygın olarak tiyobarbitürik asit (TBA) yöntemiyle yapılır. 532 nm'de 1'lik küvetler ile absorbans değerleri elde edilmiş ve TBA değerleri hesaplanmıştır. Bulunan tiyobarbitürik asit değerlerine göre çizilen çizelge ve grafikler aşağıdaki gibidir.

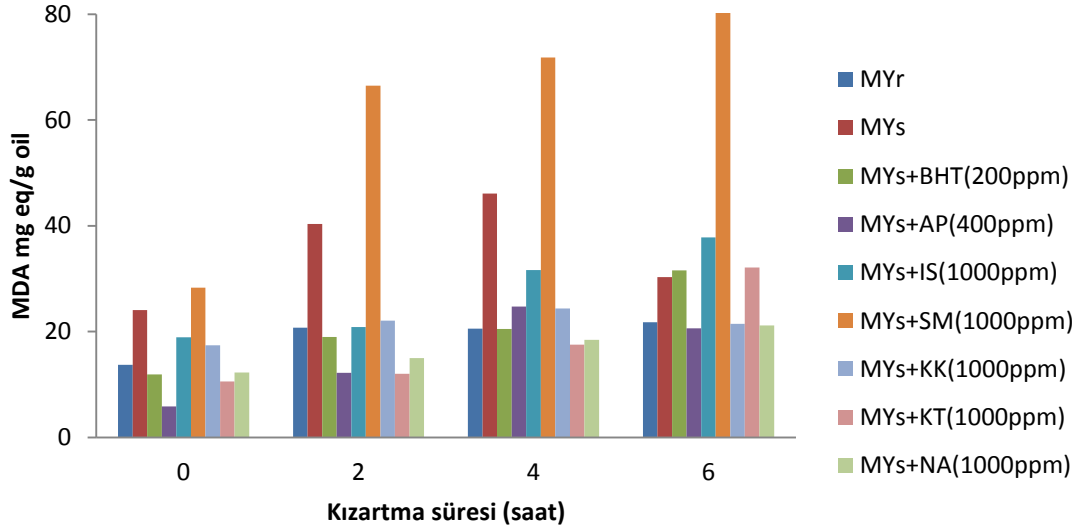
Çizelge 4.5. Örneklerin TBA değerleri

Örnek adı	TBA değerleri (532nm)			
	Kızartma süresi (190±5°C)			
	0 saat	2 saat	4 saat	6 saat
<b>MYr</b>	13.69	20.73	20.53	21.78
<b>MYs</b>	24.07	40.36	46.11	30.29
<b>MYs+BHT (200ppm)</b>	11.87	19.00	20.51	31.56
<b>MYs+AP (400ppm)</b>	5.85	12.20	24.75	20.59
<b>MYs+IS (1000ppm)</b>	18.89	20.87	31.60	37.77
<b>MYs+SM (1000ppm)</b>	28.31	66.50	71.81	83.89
<b>MYs+KK (1000ppm)</b>	17.38	22.03	24.36	21.47
<b>MYs+KT (1000ppm)</b>	10.59	12.03	17.51	32.11
<b>MYs+NA (1000ppm)</b>	12.24	14.98	18.43	21.16

MYs: Mısır yağı saf (antioksidanlardan arındırılmış), MYr: Mısır yağı rafine, IS: Isırgan ekstraktı, SM: Sumak, AP: Askorbil palmitat, KK: Kekik ekstraktı, KT: Keten tohumu ekstraktı, NA: Nane ekstraktı



Şekil 4.6. Örneklerin TBA değerleri



Şekil 4.7. Örneklerin TBA değerleri (çizgi grafik)

Şekil 4.6’da verilen değerler göz önünde bulundurulduğunda, MYs + BHT, MYs + SM ve MYr MAD değerlerinde genelde artış görülmektedir. MYs + AP örneğinde 4 saate kadar MAD miktarı artmış, 6.saat sonunda MAD değeri düşmüştür. MYs + KT örneğinde 2 saat sonraki MAD değeri en düşük değerinde iken (12.03), 6 saat sonraki MAD değeri en yüksek değer (32.11) olmuştur. MYs + KT örneğinin ilk 4 saatte kızartılmış yağ üzerinde etkili bir antioksidan aktivite gösterdiği görülmüştür. MYs + NA örneğinde ise ilk MAD değerinden (32.24), 2 saat sonra (14.98) en düşük MAD değerini göstermiş, 4. ve 6. saatlerde ise MAD seviyeleri artmıştır. MYs + NA örneği aynı şekilde ilk saatlerde etkili bir antioksidan aktivitededir. MYs + KK örneğinde ise ilk 4 saat içerisinde MAD seviyeleri artış gösterir iken 6.saatte MAD değerinde düşüş olmuştur. MYs mısır yağı örneği de aynı şekilde 4. saate kadar MAD seviyeleri artarken 6.saatte düşmüştür. Son olarak MYs + IS örneğinin olduğu örnekte 2. saatte MAD değerinde bir düşüş görülür iken 6.saate kadar MAD değeri artmıştır.

Sonuç olarak MAD değerlerinde MYs ve MYs+SM örneklerinde kızartma işlemi sırasında önemli artış gözlemlenmiştir. Buradan SM ekstraktının MAD değerini artırıcı prooksidatif etkiye sahip olduğu söylenebilir. Diğer ekstrakt içeren örneklerde MAD değerinde düşük bir artış gözlemlenmiş ve istatistikî olarak aralarında fark önemli bulunmamıştır ( $p < 0.05$ ).



Örneklerdeki MAD değerlerinin artış farklarına göre antioksidan aktivitelerinin etkili olma dereceleri hakkında yorum yapılabilir. Sentetik antioksidanlardan MYs+BHT örneğinin, MYs + AP örneğine göre ilk MAD değeri ile 6 saat sonraki değerleri arasında daha fazla MAD seviye artışı görülmüştür. Bu durum AP'in BHT'e göre daha etkili bir antioksidan olduğunu göstermektedir. MYs+KT örneğinde ilk 4 saatte etkili bir MAD seviye düşüşü görülmüş ama 6 saat sonraki değerde artış olmuştur. MYs + KT karşılık MYs+NA örneğinde ilk MAD değerine göre 6 saat sonraki değeri düşüktür. Bu durumda nanenin ketene göre daha etkili bir antioksidan olduğunu görmekteyiz. MYs+KK örneği ile saf mısır yağı örneklerinde 4. saate kadar MAD değeri artmış, 6. saatte ise düştüğü halde ilk duruma göre yine MAD değerleri yüksek görülmüştür. Rafine mısır yağı ile MYs+SM örneğinin olduğu örnekte oksidasyon sonucu oluşan MAD değerleri genelde yüksek saptanmış, bu durumda yeterli bir antioksidan özellik taşımadığı görülmüştür. MYs+IS örneğinin olduğu örnekte ilk 4 saatte MAD değerlerinde düşüş görülür iken 6. saatte yükselmiş, ilk değere göre pek bir değişim gözlenmemiştir.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, 5 farklı bitki ekstraktının (ısırgan yaprağı, nane, keten tohumu, sumak ve kekik) ve sentetik antioksidanların (BHT ve AP) alüminyum oksit uygulaması ile saflaştırılmış, 190 °C sıcaklıkta kızartılmış mısır yağı üzerindeki antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Ayrıca rafine mısır yağı ve saf mısır yağının dâhil olduğu bu örnekler 0, 2, 4 ve 6. saat kızartma işlemine tabi tutulmuş ve örnekler alınarak, PD, tokoferol değerleri, konjuge dien ve konjuge trien soğurma değerleri hesaplamaları ve malonaldehit (MAD) seviyesi tespit analizi yapılmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan ekstraktların, DPPH (2.2 difenil 1-pikril hidrazil) ölçümleri ve IC50 inhibisyon hesaplamaları yapılarak antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Hesaplamalar sonucu değerler kaydedilmiş, çeşitli grafik ve çizelgeler oluşturulmuştur. Özetle aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Peroksit analizi sonucunda SPSS analizi yapılarak elde edilen değerlere göre sentetik antioksidanlar arasında en güçlü antioksidatif etkiyi BHT göstermiştir. Doğal bitki ekstraktları arasında keten ve ardından kekiğin daha etkili bir antioksidan özellikte olduğu, ısırgan ve nane katkılı mısır yağlarında ise daha yüksek peroksit sayısı saptandığı, dolayısıyla ısırgan ve nanenin daha düşük oksidasyonu engelleyici özellikte olduğu gözlemlenmiştir.

DPPH (2.2 difenil 1-pikril hidrazil) analizi ile konsantrasyona bağlı olarak örneklerin absorpsiyon değerlerine göre grafikler çizilmiş ve hesaplamalar ile % inhibisyon ile IC50 değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre ısırgan ekstraktının en düşük radikal yakalama kapasitede olduğu, sumak ve nanenin ise daha yüksek radikal yakalama kapasitede olduğu görülmüştür.

Özgül soğurma değerlerine bakıldığında elde edilen konjuge dien değerlerine göre oksidasyon stabiliteleri hakkında çeşitli yorumlar yapılabilir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek oksidasyon stabiliteyi rafine mısır yağı, ardından sumak ve kekik ekstraktı içerikli mısır yağları gösterirken, en düşük oksidasyon stabilitesi ısırgan içeren mısır

yağında görülmüştür. Konjuge trien değerlerine göre ise en yüksek oksidasyon stabilitesi keten, kekik içeren mısır yağı ile saf mısır yağı gösterirken en düşük oksidasyon stabilitesi BHT ve askorbil palmitat ve rafine mısır yağı ile sumak ekstraktı içeren mısır yağı göstermiştir.

Malondialdehit (MAD) molekülü lipid oksidasyonu sonucunda oluşan bir üründür. Örneklerin 532 nm'de absorbans değerleri ölçülerek TBA hesaplamaları ile birlikte grafikler çizilmiştir. Ayrıca TBA içeriği bakımından önemli artışlar gözlemlenip bu artışlar gruplar arasında istatistiksel olarak benzer olmuştur ( $p>0.05$ ).4. saatten sonra her grup arasında istatistiksel farklılıklar gözlemlenmiştir ( $p<0.05$ ). Sonuçlara göre BHT antioksidanı içeren örneklerde, AP içerenlere göre daha yüksek MAD değerleri saptanmıştır. Nane ve keten katkılı mısır yağlarında ilk 4 saatte düşüş görülmüş, 6. saatte MAD yükselmiştir. Kekik katkılı mısır yağı ile saf mısır yağında MAD seviyeleri artmış, 6. saat sonunda düşmüştür. Sumak katkılı mısır yağı ve rafine mısır yağında genelde MAD değerleri yüksek saptanmıştır. Isırgan katkılı mısır yağında ise MAD değerinde ilk değere göre pek bir değişim görülmemiştir. Bu sonuçlara göre keten ve nanenin MAD oluşumunu geciktirmede etkili olduğu görülmüştür.

Analiz sonuçları tutarlı olup hangi bitki ekstraktlarının yağın oksidasyon stabilitesini sağlamada etkili olduğu ve antioksidan etki gösterdiği hakkında yorum yapılabilir. Sonuçlara göre, kekik ve ketenin güçlü antioksidan etki gösterdiği fakat yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmayıp bir süre sonra pro-oksidan etki gösterdiği görülmüştür. Literatürde kekiğin etanol ekstraktının etkili bir antioksidan özellikte olduğu görülmüştür (Zaborowska et al.,2012). Bunun yerine ısırgan ve sumak ekstraktlarının uzun süre yağın stabilitesini koruyabildiği ve antioksidan etkilerini bozmadıkları görülmüştür. Isırgan bitkisinin içeriğindeki flavanoid ve polifenol maddelerini koruyabildiği ve antioksidan etkisini koruyabildiği görülmüştür (Lupoea et al., 2012). Nane ekstraktının yüksek sıcaklıklarda antioksidatif etkisini kaybettiği, bunun yerine düşük sıcaklıklarda uzun süre yağları oksidasyona karşı koruyabilecekleri düşünülmektedir.

Bu çalışmanın sonucunda sentetik antioksidanlara göre bitki ekstraktlarının etkili

birer antioksidan özelliğe sahip olduğu görölmüştür. Sonuçlara göre genelde kekik ve keten ekstraktının güçlü bir antioksidan özelliğe sahip olduğu ve oksidasyon stabiliteyi daha verimli sağladığı, ısırgan ekstraktlarının ise daha az etkili olduğu gözlemlenmiştir. Antioksidan aktiviteleri ile birlikte bitki ekstraktları yağların oksidasyon stabilitelerini olumlu şekilde etkileyerek raf ömrünün uzatılması ve oksidasyonun geciktirmesinde katkıda bulunmaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

Akgül, A. 1989. “Baharatların antioksidan özellikleri”. *Doğa-TR. Journal of Agriculture and Forestry*, 13: 11-24

Akgül, A. 1993. “Baharat Bilimi ve Teknolojisi”, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları* No:15, 451 s., Ankara.

Amarowicz, R., Wanasundara, U., Wanasundara, J. and Shahidi, F. 1993, “Antioxidant activity of ethanolic extracts of flaxseed in a b-carotene-linoleate model system”. *Journal of Food Lipids*, 1; 111–117.

Andrikopoulos, N., Kaliora, A. C., Assimopoulou, A. N. ve V. P. Papagergiou, 2003. Biological activity of some naturally occurring resins, gums and pigments against in vitro LDL oxidation. *Phytother Researc*, 17, 501-507.

Anonim, 2010. <http://www.internationaloliveoil.org> 08 June 2011

Anonim, 1992. Determination of tocopherols and tocotrienols in vegetable oils and fats by HPLC. *AOCS Official Method* Ce 8-89.

Anonim, 1989. Official Methods and Recommended Practices of the *American Oil Chemists’* Society, Champaign, IL, Method Ch 5-91.

Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemleri, 31 Temmuz 2010.

<http://foodforeverlove.blogspot.com.tr/2010/07/antioksidan-aktivite-tayin-yontemleri.html>

AOCS (American Oil Chemists’ Society), 1995. In: Firestone D (ed) Official methods and recommended practices of the *American Oil Chemists’ Society*, 4th edn. AOCS, Champaign

- AOCS (American Oil Chemists' Society), 1998. AOCS Official method Cd 19-90. 2-Thiobarbituric acid value. Direct method. In Official Methods and Recommended Practices of the *American Oil Chemists' Society*, 5th ed. (D. Firestone. ed.) AOCS, Champaign. 111.
- Aysel, B. 2008. "Biberiye (rosmarinus officinalis l.) ve Mercanköşk (origanum onites l.) *Bitkilerindeki Antioksidan Aktivite Potansiyellerinin Araştırılması*", Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Ankara Üniversitesi, Ankara
- Bakonyi, T. and Radak, Z. 2004. "High altitude and free radicals". *Journal of Sports Science and Medicine*, 3: 64-69.
- Bandoniene, D., Venskutonis, P.R., Gruzdiene, D. and Murkovic, M. 2002. "Antioxidative activity of sage (Salvina officinalis L.) savory (Satureja hortensis L.) and borage (Borage officinalis L.) extracts in rapeseed oil". *European Journal of Lipid Science Technology*, 104: 286-292.
- Barbut,S., Josephson, D.B. and Mauer, A.J. 1985. "Antioxidant properties of rosemary oleoresin in turkey sausage", *Journal of Food Science*, 50 (5); 1356-1359.
- Başer, K.H.C. 2001. "Her derde deva bir bitki kekik", *Bilim ve Teknik Dergisi*, Mayıs, 74-77
- Bayrak, A. ve Korkut, M. H. 1995. "*Bazı Tohum Yağlarının (Umbelliferae) Yağ Asidi Kompozisyonu ve Özellikle Petroselinik Asit Miktarları Üzerinde Araştırma-II.Standard*", Photochemistry, 400; 120-126.
- Bayrak, A. 2006. "Gıda aromaları". *Gıda Teknolojisi*, yayın no:32, 497 s, Ankara.
- Berger, M.M. 2002. "Can oxidative damage be treated nutritionally?". *Clinical Nutrition*, 24, 172-183.

- Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagerstedt, K.V. 2003. "Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: A Review", *Annals of Botany*, 91,179-94
- Botsoglou, N.A., Yannakopoulos, A.L., Fletouris, D.J., Tserveni- Goussi, A.S. and Fortomaris, P.D., 1997. "Effect of dietary thyme on the oxidative stability of egg yolk". *Journal Agriculture Food Chemical*, 45(10): 3711-3716.
- Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.H., Bostoglou, E., Govaris, A. and Papegeorgiou, G. 2003. "The effects of dietary oregano essential oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage", *Meat Science*, 65: 1193- 1200.
- Botsoglou, N., Florou-Paneri, P., Botsoglou, E., Dotas, V., Giannenas, I., Koidis, A. and Mitrakos, P., 2005. The effect of feeding rosemary, oregano, saffron and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on hen performance and oxidative stability of eggs", *South African Journal of Animal Science*, 35(3): 143-151.
- Bozan, B., Koşar, M., Tunalier, Z., Ozturk, N. and Baser, K.H.C. 2003. "Antioxidant and free radical scavenging activities of Rhus Coriaria and Cinnamomum Cassia extracts", *Acta Alimentaria*, 32(1), 53-61.
- Burda, S. and Oleszek, W. 2001. "Antioxidant and antiradical activities of flavonoids". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 2774-2779.
- Burits, M. and Bucar, F. 2000. "*Antioxidant Activity of Nigella sativa Essential Oil*", *Phytotherapy Research*, 14; 323–328.
- Calucci, L., Pinzono, C., Zandomenighi, M. and Capocchi, A. 2003. "Effect of gamma irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine

- aromatic herbs and soices”, *Journal Agriculture Food Chemical*, 51, 927-934.
- Ceylan, A. 1995. “Tıbbi bitkiler”, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yay. No:312
- Chauhan, V. and Chauhan A. 2006. “Oxidative stress in Alzheimer’s diseases”. *Pathophysiology*, 13: 195-208.
- Cuvelier, M.E., Berset, C., Richard, H. 1994. “Antioxidant constituents in sage (Salvia officinalis)”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 42:665-669.
- Chrپoca, D., Kourimska, L., Gordon, M., Hermanova, V., Roubickova, V. and Panek, J. 2010. “Antioxidant Activity of Selected Phenols and Herbs Used in Diets for Medical Conditions”, *Czech Journal of Food Science*, 28(4), 317-325.
- Çakmak, B. 2003. “Yemlik yağlarda oksidasyon ve korunma yöntemleri”. *NRA Bülteni*. Haziran, Sayı 28.
- Çoban, Ö., Patır, B. 2010. “Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı”. *Electronic Journal of Food Technologies*, Elazığ, 5(2): 7-19.
- Demirözü ve Ataman. 2009. “Güvenli Gıda için Duyarlılık Şart”, *Dünya Gıda Dergisi*, Eylül (9).
- Dzierzak, J.D., 1986. “Antioxidants”, *Food Technology*, 40 (9), 94-102.
- Ekici, L. ve Sağdıç, O. 2008. “Serbest Radikaller ve Antioksidan Gıdalarla İnhibisyonu”. *Gıda Dergisi*, Kayseri, 33(5), 251-260.
- El-Massry, K.F., El-Ghorab, A.H., Farouk, A. 2002. “Antioxidant activity and volatile components of Egyptian Artemisia judaica L”, *Food Chemistry*. 79:331.336.



- Erenel, G., Erbaş, D. ve Arıciöğlü, A. 1991. “*Free radicals and antioxidant systems*”, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji ve Biyokimya Anabilim Dalları, Ankara, *Gazi Tıp Dergisi*, 3, 243-250.
- Facciola, S. and Cornucopia, A. 1990. Source book of edible plants, *Vista: Kampong Publications*.
- Fillion, L. and Henry, C. J. K. 1998. “Nutrient losses and gains during frying: A review”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 49(2), 157–168.
- Fiorentino, A., Ricci, A., Dabrosca, B., Pacifico, S., Golino, A., Piccolella, S. and Monaco, P., 2008. “Potential food additives from *Carex distachya* roots”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 8218-8225.
- Fletcher, R.S., Slimmon, T., McAuley, C.Y. and Kott, L .S., 2005. “Heat stress reduces the accumulation of rosmarinic acid and the total antioxidant capacity in spearmint”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2429-2436.
- Gıda Teknolojisi Yemeklik Yağların Analizleri 2*, TC. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2010
- Gray, J.I. and Pearson, A.M. 1987. “*Rancidity and warmedover flavour*”. *Advanced Meat Research*, 3:221-227.
- Guerra, N. B., Melo, E. D. A. and Filho, J. M. 2005. “Antioxidant compounds from coriander (*Coriandrum sativum* L.) etheric extract”. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18; 193–199.
- Guil-Guerrero, J.L., Reboloso-Fuentes, M.M. and Torija Isasab, M.E. 2003. “Fatty acids and carotenoids from Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.)”. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16; 111–119.

- Gülçin, O., Küfrevioğlu, Ö. O., Oktay, M. and Büyükkökuroğlu, M. E. 2004. "Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.)". *Journal of Ethnopharmacology*, 90; 205–215.
- Haddad, Jr. 1998. "*Lipoperoxidation as a measure of free radical injury in otitis media*". Laryngoscope-Division of Pediatric Otolaryngology, Columbia-Presbyterian Hospital, New York USA, 108, 524-30.
- Hamilton, R.J., C. Kula, G.P. McNeill, F.B. Padley and J.H. Pierce. 1998. "Effects of tocopherols, ascorbyl palmitate and lecithin on autoxidation of fish oil", *Journal of AOCS*, 75(7), 813-823.
- Hocman, G. 1988. "Chemoprevention of cancer: phenolic antioxidants (BHT, BHA)", *International Journal of Biochemistry*, 20(7), 639-51.
- Hraš, R. A, Hadolin, M, Knez, Ž. and Bauman, D. 2000. "Comparison of Antioxidative and Synergistic Effects of Rosemary Extract with  $\alpha$ -Tocopherol, Ascorbyl Palmitate and Citric Acid in Sunflower Oil", *Food Chemistry*, 71, 229-233.
- Ingredients To Die For a Aroma Alternatives. 1991-2014. "*Ascorbyl Palmitate / Vitamin C Ester FCC Kosher*", [http://www.ingredientstodiefor.com/item.php?item\\_id=784](http://www.ingredientstodiefor.com/item.php?item_id=784), Erişim Tarihi: 28 Ekim 2014
- Iqbal, T., Hussain, A. I., Chatha, Naqvi, S.A. and Bokhari, T. H. 2013. "Antioxidant Activity and Volatile and Phenolic Profiles of Essential Oil and Different Extracts of Wild Mint (*Mentha longifolia*) from the Pakistani Flora", Hindawi Publishing Corporation *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 6 pp.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Lcke, E. and Vivanco, J.M. 2003. "Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Acimum* Accessions", *Food Chemistry*, 83:547-550.

- Kalantzakis, G., Blekas, G., Pepklidou, K. and Boskou, D. 2006. "Stability and radical scavenging activity of heated olive oil and other vegetable oils". *European Journal Lipid Science Tecnology*, 108 pp.329-335.
- Kalantzakis, G. Blekas, 2006. "Effect of Greek Sage and Summer Savory Extracts on Vegetable Oil Thermal Stability", *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 108, 842-847.
- Kayahan, M., 2002. "Yağ tüketimi ve sağlık", *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 2, 39-47.
- Saldamlı, I. 1985. "*Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler*", Hacettepe Üniv. Müh. Fak. Gıda Müh. Böl, Ankara.
- Kayahan, M., 2003. "Yağ kimyası". ODTÜ Geliştirme Vakfı, Yayıncılık ve İletişim A.S.Yayınları, 220 s., Ankara. Kayahan, M. 2004. "Yağlı Tohumlardan Ham Yağ Üretim Teknolojisi, Bölüm 1 Yağ Üretiminde Yararlanılan Başlıca Yağlı Tohumlar", TMMOB *Gıda Mühendisleri Odası*, Kitaplar Serisi: 7, 234 s., Ankara.
- Kenar, M. 2009. "*Aromatik Bitkilerden Elde Edilen Doğal Antioksidanların Balık Filetosu Üzerindeki Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Etkilerinin İncelenmesi*", Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Khadejah, Y.Al-Muwaly, Khawola, A., Asmaa, A.A. 2013. "Antioxidant and free radical scavenging effects of Iraqi sumac ( *Rhus coriaria* L)", *Journal of Baghdad of Science*, 10(3), 921-933.
- Kıralan, M. 2006. "*Ayçiçek Yağının Oksidatif Stabilesi Üzerine Isırgan (Urtica Diocia L.), Keten (Linum Usitassium L.), Kişniş (Coriandrum Sativum L.) ve Çörekotu (Nigella Sativa L.) Tohum Ekstraktlarının Etkileri*", Ank. Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Koleva, I.I., Linssen, J.P.H, Beek, T.A.V., Enstatieva, L.N., Kortenska, V. and Handjieva, N., 2003. "Antioxidant activity screening of extracts from Sideritis Species (Labiatae) grown in Bulgaria", *Journal of Science. Food Agriculture*, 83: 809-819.
- Koşar M, Bozan B, Temelli F, Başer K H. 2002. "**Sumak (*rhus coriaria*)'ın fenolik bileşikleri ve antioksidan etkileri**", Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir.
- Lee, K., Jung, M. and Kim, S. 1997. "**Quenching Mechanism and Kinetics of Ascorbyl Palmitate for the Reduction of the Photosensitized Oxidation of Oils**", *JAOCS*, 74, 1053-1057.
- Lee, K., Yook, H., Lee, J., Park, W., Kim, K. and Byun, M. 1999. "Quenching Mechanism and Kinetics of Ascorbyl Palmitate for the Reduction of the Gamma Irradiation-Induced Oxidation of Oils", *JAOCS*, 76, 921-925.
- Liu, F. and Ng, T. B. 2000. "Antioxidative and free radical scavenging activities of selected medicinal herbs", *Life Science*, 66, 725-735.
- Lopez-Bote, C. J., Gray, J. I., Gomaa, E. A. and Flegal, C. J. 1998. "Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat". *British Poultry Science*. 39: 235-240.
- Łukaszewicz, M., Szopa, J. and Krasowska, A., 2004. "Susceptibility of lipids from different flax cultivars to peroxidation and its lowering by added antioxidants". *Food Chemistry*, 88; 225-231.
- Lupoae, M., Dinica, R., Furdui, B. and Lupoae, P. 2012. "Study on the content of active principles of some native plants with effect in making the stability and thermal resistance to fried sunflower oil", *AcadeMYs of Romanian Scientists*, volume 1, No. 2, 2012, pp 74 – 92

- Maskan, M. and Göğüş, F. “Air Drying Characteristics of Solid Waste (pomace) of Olive Oil Processing”, *Journal of Food Engineering*, 72, 372-382.
- Merck Kimya evi. “*Antioksidan Maddeler*”.  
<http://www.kiMYsaevi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF679A66406202CCB0B91ED266899D29A1>, Erişim Tarihi: 30.10.2014
- Meydani, M. 1999. “Dietary antioxidants modulation of aging and immune-endothelial cell interaction”. *Mechanisms of Aging and Development*, 111, 123-132.
- Moreira, R.G., Castell-Perez, M.E. and Barrufet, M. A. 1999. “*Fried Product Quality*”. In *Deep-Fat Frying*. pp. 103. Maryland: An Aspen Publication.
- Nackz, M., Shahidi, F. 2006. “*Phenolics in Cereals, Fruits and Vegetables: Occurrence, Extraction and Analysis*”, *Journal Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41, 1523-42.
- Nakatani, N. and Inatani, R. 1981. “Structure of Rosmanol a New Antioxidant from Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L)”, *Agricultural Biological Chemistry*, 45 2385–6.
- Negishi, N., Shirasawa, S., Arai, Y., Suzuki, J and Mukataka, S. 2003. “Activation of powdered lipase by cluster water and use of lipase powders for commercial esterification of food oils”, *Enzyme Microbial Technology*, 32, 66 –70
- Novak, A. 1961. “Antimicrobial Activity of Some Risinoleic and Oleic Acid Derivates”. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 38; 321-324.

- Nyström, L., Achrenius, T., Lampi, A.M., Moreau, R.A., Piironen, V., 2007. A comparison of the antioxidant properties of steryl ferulates with tocopherol at high temperatures. *Food Chemistry* 101, 947–954.
- Oksante AR-GE Laboratuvarı. 2012. “*Oksidatif Stres ve Antioksidanlar*”, Oksidatif Stres Analiz Parametreleri ve Oksantest®
- Oysun, G. 1983. “Peynir Altı Suyunu Değerlendirme Olanakları”, *GIDA*, 8 (6): 313-316.
- Önenç, S. S. and Açıkgoz, Z. 2005. “*Aromatik Bitkilerin Hayvansal Ürünlerde Antioksidan Etkileri*”, Hayvansal Üretim, 46(1): 50-55, 2005
- Özdalvan, B., 1991. “Doğal Antioksidant Vitaminler”, *Gıda Sanayi*, 5 (3) : 27.
- Öztan, A., Vazgeçer, B. ve Ulu, H. 2005. “Antioxidant and antimicrobial activity of spices in meat and meat products”, *Gıda Dergisi*, 30; 75-81
- Pekkarinan, S.S., Heinonen I.M. and Hopia, A.I. 1999. “Flavonoids quercetin, MYsricetin, kaemferol and (+) –catechin as antioxidants in methyl linoleate”. *Journal Science Food Agriculture*, 79, 499-506.
- Pizzale, L., Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Überegger, E. and Conte, L.S. 2002. “Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S fruticosa*) oregano (*Origanum onites* and *O indercedens*) extracts related to their phenolic compound content”, *Journal Science Food Agriculture*, 82, 1645-165.
- Pokorny, J., Trojakova, L. and Reblova, Z. 1999. “Determination of the oxidative stability of fats and oils using the oxipres apparatus”. Czech *Journal of Food Science*, 17, pp. 68–72.
- Prasad, K. 1997. “*Hydroxyl radical-scavenging property of secoisolariciresinol diglucoside (SDG) isolated from flax-seed*”. *Molecular Cell Biochemistry.*, 168; 117–123.

- Quaglia, G., Comendador, J. and Finotti E. 1998. “**Optimization of frying process in food safety**”, *Grasas y Aceites*, 49 (3-4), 275- 281.
- Quitral, V., Donoso, M.L., Ortuz, J., Herrera, V.M., Araya, H. and Aubourg, P.S. 2009. “Chemical changes during the chilled storage of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphy*) : Effect of a plant-extract icing system”, *Food Science and Technology*, 42; 1450-1454.
- Ramadan, M. F. and Mörsel, J. T. 2004. “Oxidative stability of black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) crude seed oils upon stripping”. *European Journal Lipid Science Technology*, 106; 35–43.
- Raodah, M., Al-Ali Alia, Z.H. Faleeha, H.H. 2014. “The Antioxidant and Antimicrobial of Syrian Sumac (*Rhus coriaria*) Fruit Extracts”, *Journal of Natural Science Research*, 4(11), 2224-3186.
- Rice-Avans, C.A., Miller, N.J., Bolwell, P.G., Bramley, P.M. and Pridham, J.B. 1995. “**The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenol flavonoids**”, *Free Radical Research*, 22 (4): 375-383.
- Riemenschneider, R. W., Turer, J. and Speck, R.M. 1943. “**Modifications of the swift stability test**”, *Oil and Soap*, 20, 169-171.
- Runnie, I., M.N. Salleh, S. Mohamed, R.J. Head and M.Y. 2004. “Abeywardena Vasorelaxation induced by common edible tropical plant extracts in isolated rat aorta and mesenteric vascular bed”, *Journal of Ethnopharmacol*, 92: 311-316.
- 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 oils and fat quality measured by chemical, physical, and test kit analyses", *Journal of the American Oil Chemist Society*, 81: 847-852.
- Serjouie, A., Tan, C.P., Mirhosseini, H. and Che Man, Y.B. 2010. "Effect of vegetable based oil blend on physicochemical properties of oil during deep fat frying", *American Journal of Food thecnology*, 5(5), 310-323.
- Shahidi, F., Wanasundara, U. and Amarowicz, R. 1995. "*Isolation and partial characterization of oilseed phenolics and evaluation of their antioxidant activity, in Food Flavors: 2010 Generation, Analysis and Process Influence*", Charalambous G (ed.), London, *Elsevier Science*, 1087–1099.
- Sherwin, E. R. 1990, "*Food Additives*". Ed. by L. Branen, pp. 139–193. Marcel Dekker, New York.
- Singh, R.P., Sharad, S. and Kapur, S. 2004. "*Free radicals and oxidative stress neurodegenerative diseases: relevance of dietary antioxidants*". Journal Indian AcadeMYs of Clinical Medicine, 5(3), 218-225.
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A.R., Simonic, M. and Knez, Z. 2005. "Phenols, proanthocyanidis, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities", *Food Chemistry*, 89: 191-198.
- Surai, P., Ionov, I., Kuchmistova, E., Noble, R. and Speake, B. 1998. "The relationship between the levels of alpha-tocopherol and carotenoids in the maternal feed, yolk and neonatal tissues: Comparasion between the chicken, turkey, duck and goose". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76: 593-598.
- Şenköylü, 2001. "*Yemlik yağlar*". ISBN 975-96691-1-7.



- Şimşek, Ş. And El, S. N. 2008. ***“In vitro determination of iron bioavailability in fortified cereal based infant foods***, Bosphorus ICC International Conference, Istanbul
- Tekeli, Y., Sezgin, Y, ŞAMAD, M.A. 2008. “Konya’da Yetişen Centaurea Pterocaula Truatv.’ın Fenolik Yapısı Ve Antioksidan Etkisi”, ***Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi E-dergi***, 3(1), 35-41.
- URL1, 2007. ErişimTarihi.[www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/2280/unite18.pdf](http://www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/2280/unite18.pdf)
- Valko, M., Rhodes, C.J., Moncol, J., Izakovic, M. and Mazur, M. 2006. ***“Free radicals, metals and antioxidants in oxidative-stress induced cancer”***. Chemico-Biological Interactions, 160: 1-40.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, MTD., Mazur, M. and Telser, J. 2007. “Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human diseases”, The International ***Journal of Biochemistry&Cell Biology***, 39, 44-84.
- Velasco, J. and Carmen, D. 2002. “Oxidative stability of virgin olive oil”, European Journal of Lipid ***Science and Technology***, 104 (9-10), pp. 661–676
- Vinson, J.A. 2006. “Oxidative stress in cataracts”. ***Pathophysiology***, 13, 151-162.
- Wanasundara, U.N. and Shahidi, F., 1998,. “Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils”. ***Food Chemistry***, 63(3), pp. 335-342.
- Wangensteen, H., Samuelsen, A. B. and Malterud, K. E. 2004. “Antioxidant activity in extracts from coriander”. ***Food Chemistry***, 88; 293–297.

- Yanishlieva, N., 2001. ***“Inhibiting Oxidation Antioxidants in Food”***, Practical Application. Cambridge England: Woodhead Publishing Limited. pp. 22-70
- Yanishlieva-Maslarova, N. N. and Heinonen, M. 2001. ***“Sources of natural antioxidants”***, In J. Pokorny, N. Yanishlieva, and M. Gordon (Eds.), Antioxidants in food (pp. 210–249). Boca Raton: CRC Press.
- Yılmaz, E., and Bulut, E. 2010. “Comparison of The Frying Stability of Sunflower and Refined Olive Pomace Oils With/Without Adsorbent Treatment”, ***Journal of the American Oil Chemists***, 87:1145-1153.
- Yingming, P., Ying, L., Hengshan, W. and Min, L. 2004. “Antioxidant Activities of Several Chinese Medicine Herbs”, ***Food Chemistry***, 88, 347- 350.
- Zaborowska, Z., Przygoński, K., Bilska, A. 2012. “Antioxidative Effect of Thyme (thymus vulgaris) in Sunflower Oil”, *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 11(3) 2012, 283-291
- Zheng, W. And Wang, S. Y. 2001. “Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs”, ***Journal of Agriculture Food Chemical***, Nov. 49 (11), 5165-70.

## ÖZGEÇMİŞ

18.01.1984 tarihinde Yozgat ili Yerköy ilçesinde doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Yozgat ilinde tamamlamıştır. 2006 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Aynı yıl, Doğu Anadolu Kalkınma Birliğinde uzman olarak göreve başlamıştır. 2011 yılında Serhat Kalkınma Ajansında uzman olarak görev yapmıştır. 2012 yılında Doğu Anadolu Kalkınma Ajansında göreve başlamış olup halen kurumda uzman olarak çalışmaktadır. Evlidir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.