



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BUĞDAY, YULAF, PİRİNÇ, MISIR KEPEKLERİ
VE SUSAM KABUKLARININ HAM FENOLİK
EKSTRAKTLARININ AYÇİÇEK YAĞINDA
ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

FATMA UÇAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı

**Temmuz-2017
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Fatma UÇAR tarafından hazırlanan “**Buğday, Yulaf, Pirinç, Mısır Kepekleri ve Susam Kabuklarının Ham Fenolik Ekstraktlarının Ayçiçek Yağında Antioksidan Aktivitelerinin Karşılaştırılması**” adlı tez çalışması 10/07/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof.Dr. Yusuf CUFADAR

.....

Danışman

Yrd. Doç.Dr. Ahmet ÜNVER

.....

Üye

Yrd. Doç.Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet COŞKUN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması NEÜ BAP birimi tarafından 161319015 nolu proje ile desteklenmiştir

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

Fatma UÇAR

Tarih:11.07.2017

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUĞDAY, YULAF, PİRİNÇ, MISIR KEPEKLERİ VE SUSAM KABUKLARININ HAM FENOLİK EKSTRAKTLARININ AYÇİÇEK YAĞINDA ANTiOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Fatma UÇAR

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

2017, 36 Sayfa

Jüri

Yrd. Doç.Dr. Ahmet ÜNVER

Prof. Dr. Yusuf CUFADAR

Yrd. Doç.Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

Bu tez çalışmasında sanayi yan ürünü olan buğday, yulaf, pirinç, mısır kepeği ve susam kabuğunun ekstraktlarının antioksidan özellikleri kıyaslanmıştır. İlgili ürünlerin metanol ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin karşılaştırılacağı ortam olarak hiçbir katkı maddesi ilave edilmemiş olan ayçiçek yağı ile BHT ilave edilmiş ayçiçek yağı kullanılmıştır. Oksidasyona karşı dayanıklılığın belirlenmesi amacı ile Ransimat metodu ve 60°C'de fırın testi uygulanmış olup, depolama sürecinin farklı aşamalarında ayçiçek yağlarının peroksit değeri, *p*-anisidin değeri ve özgül soğurma değeri ile oksidasyon seviyesi izlenmiştir. Ayrıca renk değişimlerinin de seyri takip edilmiştir. DPPH'in % inhibisyonu açısından örneklerin ekstraktları BHT'ye (%84.27) göre oldukça düşük etki göstermiştir. Hammadde ekstraktlarının serbest radikal süpürücü etkisi %7.10 ile %11.07 arasında belirlenmiştir. En yüksek etkiyi ise susam kabuğu ekstraktı (%11.07) göstermiştir. Oksidasyona karşı ekstraktların kabiliyeti indüksiyon zamanı açısından değerlendirildiğinde BHT'nin 9.05 saat, hammaddelerin ise 4.67 saat ile 5.85 saat arasında etki gösterdiği görülmüştür. 9 günlük bir depolamanın (60°C) ardından ekstrakt ilave edilmiş yağların peroksit değerleri incelendiğinde, BHT 10.23 meq O₂/kg yağ değerinde, diğer ekstraktların peroksit değeri ise 18.39 ile 20.18 meq O₂/kg yağ aralığında olduğu saptanmıştır. Özgül soğurma değerlerinin 0.48 ile 0.57 arasında değiştiği, *p*-anisidin değerinin ise 4.50 ile 6.61 arasında değiştiği görülmüştür. Renk değerleri açısından hammadde değişimine göre *L** değerinin 59.31 ile 71.04 aralığında, *a** değerinin -2.70 ile -1.29 aralığında, *b** değerinin 1.38 ile 2.99 aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Elde edilen verilere göre, buğday, yulaf, pirinç, mısır kepeği ve susam kabuğunun metanol ekstraktlarının doğal antioksidan kaynağı olarak kullanımının antioksidan aktivitesinin düşük olması sebebi ile uygun olmadığı anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday kepeği, Yulaf kepeği, Pirinç kepeği, Mısır kepeği, Susam kabuğu, antioksidan aktivite, oksidasyon, stabilite

ABSTRACT

MS THESIS

COMPARISON OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PHENOLIC EXTRACTS FROM WHEAT, OAT, RICE, CORN BRANS AND SESAME HULL IN SUNFLOWER OIL

Fatma UÇAR

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

**Advisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet ÜNVER
2017, 36 Pages**

**Jury
Assist. Prof. Dr. Ahmet ÜNVER
Prof. Dr. Yusuf CUFADAR
Assist. Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR**

The antioxidant properties of the extracts of wheat, oat, rice, corn brans and sesame hull, which are industrial byproducts, were compared on the thesis study. BHT and sunflower oil with no additive were used as control for the comparison of the antioxidant activities of the methanol extracts of the samples. Rancimat test and Schaal Oven Test (60°C) were applied for comparison of the antioxidant activity of the extracts. Peroxide value, *p*-aniside value and absorption value was determined in different stages of the duration of the storage. Also, *L**, *a** and *b** values was measured to get data on the change of the color of the sunflower oil samples. Percent inhibition of DPPH of BHT was 84.27 % and was too much higher than the extracts tested. Free radical scavenging effect of raw material extracts was determined between 7.10 % - 11.07 %. The maximum effect was showed sesame hull extracts (11.07 %). When the ability of extracts against oxidation was evaluated in terms of induction period BHT was 9.05 h and that was between 4.67 h – 5.85 h effect of raw materials was observed. When peroxide value of oils that added extracts was examined after 9 days stored (60°C), the value of BHT was 10.23 meq O₂/kg oil and the value of extracts was determined between 18.39 and 20.18 meq O₂/kg oil. Absorption value of extracts was changed between 0.48 and 0.57 and the *p*-aniside value was changed between 4.50 and 6.61. It was determined that *L** value was changed between 59.31 and 71.04, *a** value was changed between -2.70 and -1.29 and *b** value was changed between 1.38 and 2.99.

According to the obtained data, it has been understood that the use of methanol extracts of wheat, oats, rice, corn brans and sesame hull natural antioxidant source is not suitable due to low antioxidant activity.

Keywords: Wheat bran, oat bran, rice bran, corn bran, sesame hull, antioxidant activity, oxidation, stability.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada; sanayi yan ürünü olan buğday, yulaf, pirinç, mısır kepeği ve susam kabuğunun fenolik bileşence zengin ekstraktlarının antioksidan özellikleri kıyaslanarak piyasadaki mevcut yan ürünlerin değerlendirilmesine yardımcı olacak veriler sunulmuştur.

Yüksek lisans tezi olarak yaptığım bu çalışmanın her aşamasında bana yol gösteren, destek ve katkılarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÜNVER'e teşekkür eder, sonsuz saygılarımı sunarım.

Proje çalışmalarım sürecinde her konuda desteğini gördüğüm anne ve babama teşekkür ederim.

Bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi tarafından 161319015 kodlu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Birimine teşekkür ederiz.

Fatma UÇAR
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Ayçiçek Yağı ve Oksidatif Stabilitesi.....	3
2.2. Buğday, Yulaf, Pirinç, Mısır Kepeği ve Susam Kabuğunun Antioksidan Özellikleri.....	4
2.1.1. Buğday kepeği.....	4
2.1.2. Yulaf kepeği	5
2.1.3. Pirinç kepeği.....	5
2.1.4. Mısır kepeği	6
2.1.5. Susam kabuğu	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Materyal	8
3.2. Metot	8
3.2.1. Doğal ve yapay antioksidanların ayçiçek yağına ilave edilmesi.....	9
3.2.2. DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikali yakalama aktivitesi	9
3.2.3. Hızlandırılmış oksidasyon testleri.....	9
3.2.3.1. İndüksiyon periyodu.....	9
3.2.3.2. Fırın testi (Schaal Oven Testi)	10
3.2.4. Peroksit değeri.....	10
3.2.5. <i>p</i> -anisidin değeri.....	10
3.2.6. Özgül soğurma değerleri	11
3.2.7. Renk değerlerinin belirlenmesi	12
3.2.8. İstatistiki analizler	12
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	13

4.1. Ekstraktların Serbest Radikal Süpürücü Etkisi (% DDPH inhibisyonu)	13
4.2. Ekstraktların Yağda Gösterdikleri Etkiler.....	15
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	27
5.1 Sonuçlar	27
5.2 Öneriler	29
KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ.....	35

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C : Santigrat derece

m: Metre

cm: Santimetre

gr: Gram

kg: Kilogram

mm: Milimetre

sn: Saniye

dk: Dakika

1. GİRİŞ

Antioksidanlar, oksidatif bozulmayı önleyen veya geciktiren bileşikler olarak kullanılmaktadır.

İnsan fizyolojisi açısından değerlendirilir ise insanın besin öğelerinden enerji üretimi esnasında oksijene ihtiyaç duyduğu ve bu esnada serbest oksijen ve serbest radikallerin yan ürün olarak oluştuğu bilinmektedir. Bu zararlı bileşenler hücrelerde hasara sebep olur. Normal şartlarda oluşan bu zararlı bileşikler aynı zamanda bağışıklık sisteminde uyarıcı veya savunma mekanizması içinde kullanılan bileşikler olup, yine vücudumuz tarafından etkisiz hale getirilirler. Bu zararlı bileşenler vücudumuzda dış veya iç etmenlerin etkisi ile fazla bulunur ise hasar da fazla olmaya başlar. Bu zararı daha çok serbest radikaller ve serbest aktif oksijen oluşturur. Bu zararın engellenmesi açısından gıda maddeleri ile antioksidan alımının önemi belirginleşir. Besinlerle aldığımız antioksidanlar (vitamin, mineral, renk maddeleri vb.) savunma sistemi enzimlerinin yapısında yer almakta ve serbest radikallerin zararlı etkileri önlenmektedir.

Gıda sanayi açısından konu ele alındığında konu doğal ve yapay antioksidanlar olarak dallanma gösterir. Gıda maddelerinin uzun raf ömrü ihtiyacından dolayı antioksidanların üretim aşamasında ürüne eklenmesi gereği ortaya çıkar.

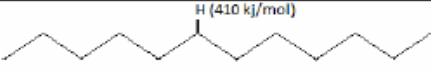
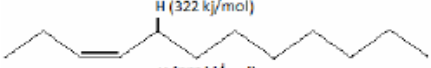
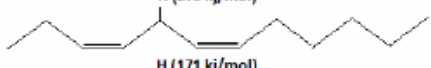
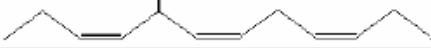
CAC (Codex Alimentarius Commission) antioksidanları “gıdalarda yağın acılaşması ve renk değişimleri gibi oksidasyon reaksiyonları sonucunda oluşan bozulmaları önleyerek raf ömrünü uzatan maddeler” olarak tanımlamaktadır (Anonymous, 1997). 1940’lı yıllarda gıdalarda antioksidan kullanımı yasallaşmıştır (Altuğ, 2001).

Gıda üreticileri oksidasyonu engellemek veya geciktirmek amacı ile gerek besin değerini, gerekse duyusal özelliklerini korumak amacıyla doğal veya yapay antioksidan maddeler kullanmaktadırlar (Madhavi ve ark., 1996; Shahidi, 2000).

Ucuz ve kolay ulaşılabilir olmaları sebebiyle üreticiler tarafından genellikle sentetik antioksidanların kullanılması tercih edilmektedir. Bu amaçla, en çok yağlarda kullanılan antioksidanlardan doğal olanı tokoferoller ve yapay olanları butillendirilmiş hidroksianisol (BHA) ve butillendirilmiş hidroksitoluendir (BHT) (Chu ve Hus, 1999). Oksidasyon ile yağların bozulması esnasında raf ömrü ve besleyici özellikler azalırken, toksik özellikte

bileşenlerin oluşumu da görülür. Bunlardan hidroperoksitler, primer oksidasyon ürünleri olup, onlar da aldehitler, alkoller, ketonlar ve hidrokarbonlar gibi sekonder bileşiklere parçalanırlar. Bu bileşikler bozulma sonucu yağlarda kötü koku oluşumuna sebep olurlar. Oksidasyon derecesi ve hızı, ışığa (Caponio ve ark., 2005; Grigoriadou ve Tsimidou, 2006; Nakajima ve Hidaka, 1993), ısıya (Naz ve ark., 2005), oksijene, metallere, pigmentlere, fosfolipidlere, antioksidanlara (Baldioli ve ark., 1996; Hamilton, 1994; Velasco ve Dobarganes, 2002) bağlıdır. Ayrıca, yağ asidi kompozisyonu da oksidatif prosesi etkileyen önemli unsurlardan birisidir.

Yağ asitlerine bağlı olarak oksidasyon mekanizması ve oluşacak ürünler de farklılıklar göstermektedir. Özellikle yağlarda doymamışlığın artışına paralel olarak oksidasyonun bağlı hızı değişiklik gösterir. Şekil 1.1.'de bitkisel yağlarda yaygın olarak bulunan yağ asitlerinin bağlı oksidasyon hızları görülmektedir.

		İndüksiyon Periyodu (saat)	Bağlı Oksidasyon Hızı
18:0			1
18:1 (9)		82	100
18:2 (9,12)		19	1200
18:3 (9,12,15)		1.34	2500

Şekil 1.1. Bazı yağ asitlerinin bağlı oksidasyon hızları (Pignitter ve Somoza, 2012)

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Ayçiçek Yağı ve Oksidatif Stabilitesi

Ayçiçek yağı, *Helianthus annuus* L. bitkisinin tohumlardan elde edilen bir yağdır. Dünyada ayçiçeği ekimi yapılan başlıca ülkeler; Rusya, Ukrayna, Arjantin, Macaristan, Fransa, İspanya, Hindistan ve Türkiye'dir. Türkiye'de toplam sıvı yağ tüketiminin yaklaşık % 75'i ayçiçek yağından karşılanmaktadır (Anonim, 2014).

Rafine ayçiçek yağının duyuşsal özellikleri ve besin değeri istenilen düzeyde olmasına karşın, depolamada stabilitesini koruyamamakta ve kısa sürede bozulabilmektedir (Pokorny ve ark., 2001). Bunun nedeni ayçiçek yağının bileşiminin ağırlıklı olarak linoleik asitten (% 60-70) oluşması (Çizelge 2.1) ve antioksidan aktivitesi oldukça yüksek olan tokoferol içeriğinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Pokorny ve ark., 2001). Ham ayçiçek yağının rafine edilmesi de ayçiçek yağının oksidatif stabilitesini önemli ölçüde azaltmaktadır. Alpaslan ve ark. (2001), yapmış oldukları çalışmada farklı rafinasyon yöntemlerinin ayçiçek yağının tokoferol düzeyleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Özellikle kimyasal rafinasyonda toplam tokoferol düzeyinde % 26.2'lik kayıp gerçekleştiğini, fiziksel rafinasyonda ise bu oranın % 24.6'ya düştüğünü bildirmişlerdir. Kimyasal rafinasyonda önemli antioksidan özellik gösteren γ -tokoferolde % 91.3'lük kayıp, fiziksel rafinasyonda bu bileşen kaybını ise % 70.4 olarak tespit etmişlerdir.

Ayçiçek yağının oksidatif stabilitesini artırmada farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden ilki farklı ekstraktların kullanılmasıdır (Marinova ve Yanishlieva, 1997). Ekstrakt kullanımının dışında doğrudan bitkisel materyallerin kullanıldığı yöntem de ayçiçek yağının oksidatif stabilitesini artırmaktadır (Bensmira ve ark., 2007).

Ayçiçek yağının indüksiyon periyodu birçok çalışmada belirlenmiş olup 110°C'de 5.0 saat (Jude ve ark., 2003) ve 5.7 saat (Silva ve ark., 2001) aralığında bulunmuştur.

Ulaş (2015) yapmış olduğu çalışmada, hiçbir katkı ilave edilmemiş ayçiçek yağının K_{232} absorbans değerinin 60°C'de 16 gün depolama sonucunda 4.50'den 69.22'ye çıktığını bildirmiştir.

Çizelge 2.1. Ayçiçek yağında bulunan yağ asitleri bileşimi (Kıralan, 2006)

Yağ asitleri	Karbon sayıları	(%)
Miristik asit	C14:0	0,07
Palmitik asit	C16:0	5,97
Palmitoleik asit	C16:1	0,10
Margarik asit	C17:0	0,04
Heptadenoik asit	C17:1	0,04
Stearik asit	C18:0	3,39
Oleik asit	C18:1	24,48
Linoleik asit	C18:2	64,67
Linolenik asit	C18:3	0,07
Araşidik asit	C20:0	0,24
Gadoleik asit	C20:1	0,15
Behenik asit	C22:0	0,74

2.2. Buğday, Yulaf, Pirinç, Mısır Kepeği ve Susam Kabuğunun Antioksidan Özellikleri

Son yıllarda bitki materyallerinin yanı sıra endüstriyel atık ve yan ürünler araştırmacıların ilgisini çekmekte ve bu ürünlerden sentetik antioksidanların yerini alabilecek doğal antioksidanların üretimi ile ilgili pek çok araştırma yapılmaktadır (Kamel ve ark., 1982; Gandhi ve ark., 1997; El-Adawy ve ark., 1999).

Tahıl kepekleri de bu araştırmalara konu olmaktadır. Yaklaşık olarak tahıllardaki fenolik asit miktarı 500 mg/kg'dır (Karaoğlu ve ark., 2001).

2.1.1. Buğday kepeği

Buğday kepeğindeki önemli antioksidanlar; ferulik asit, vanilik asit ve *p*-kumarik asittir. Buğday kepeğinin önemli antioksidatif özelliği; diğer biyolojik aktif moleküllerden olduğu kadar, farklı fenolik asitlerin ortak etkisinden de meydana gelmektedir (Karaoğlu ve ark., 2001).

Dolde ve ark. (1999) tarafından 18 adet buğday çeşidi incelenmiş olup, embriyo/ruşeym yağında 1947-4082 mg/kg arasında değişen miktarlarda tokoferolün olduğu belirlenmiştir. Krings ve Berger (2001) tarafından, kavrulmuş buğdayın etanol ekstraktında 22.2 µg/mL toplam fenolik madde olduğunu belirlenmiştir.

Brewer ve ark. (2014), buğday kepeği partikül boyutlarının antioksidan

özelliklerine ve fitokimyasal ekstraktına etkisini araştırmış, bu kapsamda iri, orta ve ince öğütülmüş kepek numunelerinin 1 g'ını 25°C'de 10 ml %80 metanol (v/v) ile ekstrakte etmiştir. İri öğütülmüş numuneye kıyasla ince öğütülmüş numunelerin fenolik asit, flavonoid, antosiyanin ve karotenoid bileşenlerinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

2.1.2. Yulaf kepeği

Bryngelsson ve ark. (2002) kabuklu ve kabuksuz yulafların antioksidan aktivitelerinin mukayese edildiği bir çalışmada, kabuksuz yulafların toplam antioksidan aktivitelerinin yulaf kabuklarından yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Buğday, yulaf, pirinç ve kepeğinden ayrılmış mısırın antioksidan kapasiteleri serbest radikalleri bağlama aktivitesi DPPH yöntemine göre değerlendirilmiş; tüm tane buğday ve yulafin antioksidan kapasiteleri 2200-3600 troloks eşdeğeri/100g olduğu, pirinç ve kepeğinden ayrılmış mısırın antioksidan aktiviteleri ise 1400-2000 troloks eşdeğeri/100g olduğu belirlenmiştir (Prakash, 2001).

2.1.3. Pirinç kepeği

Pirinç kepeği; steroller, yüksek moleküllü alkoller, gama-orizanol, tokoferol, tokotrienol ve fenolik maddeler açısından da potansiyel bir kaynaktır (Nicolosi ve ark., 1994). Pirinç kepeğinin biyolojik yararlılığı, içerdiği önemli antioksidanların varlığından ileri gelmektedir (Liu, 2003; Pietta, 2000). Literatürde pirinç kepeği ekstraktının serbest radikal süpürme, şelat oluşturma ve indirgen etki gösterdiği bildirilmiştir (Iqbal ve ark., 2005; Nam ve ark., 2006).

Pirinç kepeği ve pirinç kepeği ekstraktlarının iyi birer tokoferol ve tokotrienoid kaynağı olduğu bildirilmiştir (Aguilar-Garcia ve ark., 2007). Pirinç kepeği metanol ekstraktının toplam fenolik madde içeriği (2570.9 ± 154.4 µg gallik asit eşdeğeri/g pirinç kepeği), toplam tokoferol içeriği (580.1 ± 25.6 µg/g pirinç kepeği) ve toplam gama-orizanol içeriği ise (825.45 ± 54.3 µg/g pirinç kepeği) olarak bildirilmiştir (Chotimarkorn ve ark., 2008).

Okada ve Yamaguchi (1983), pirinç kepeğinde mevcut olan gama-orizanolün ısıya karşı oldukça stabil olduğunu bildirmiştir. Ayrıca gama-orizanolün alfa-tokoferole göre

yüksek sıcaklıklardaki stabilitesinin yüksek olduğu da bildirmiştir (Nystrom ve ark., 2007). Yine benzer bir çalışmada pirinç kepeği ekstraktlarından elde edilen gama-orizanolün depolama ve kızartma esnasında stabilitesinin yüksek olduğu vurgulanmıştır (Chotimarkorn ve Silalai, 2008a; Chotimarkorn ve Silalai, 2008b; Kochhar, 2000).

Pirinç kepeği ekstraktları *in vitro* şartlarda da antioksidatif özellik göstermektedir. Chotimarkorn ve ark. (2008) yaptıkları *in vitro* bir çalışmada, pirinç kepeği metanol ekstraktının antioksidatif özelliklerini BHT ile karşılaştırmalı olarak Tuna balığı yağında denemişler ve depolama süresince meydana gelen değişimleri tespit etmişlerdir. Çalışmada pirinç kepeği metanol ekstraktının oksidasyona karşı hassas olan Tuna balığı yağında etkili olduğunu bildirmiş ve bu etkiyi depolama sürecinde yağın tepe boşluğunda bulunan oksijen miktarı azalışı, peroksit değeri ve *p*-anisidin değerlerini analiz ederek belirlemişlerdir. Çalışmalarında, % 0.1 pirinç kepeği metanol ekstraktı ilavesinin % 0.01 BHT ilavesi ile yakın sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca, ekstraktın kontrol gruplarına göre, depolama ve kızartma etkisiyle yağ asidi bileşiminde oluşan değişimi engellediğini de iletmişlerdir. Araştırmacılar, pirinç kepeği ekstraktının çoklu doymamış yağ asidi yüksek olan yağlarda oksidasyonun engellenmesi amacıyla kullanılabilir potansiyel bir doğal antioksidan olduğunu da belirtmişlerdir.). Çoklu doymamış yağ asitleri açısından zengin olan Tuna balığı yağında pirinç kepeğinin metanol ekstraktının antioksidan etkisi araştırılmış ve fenolik bileşenler, tokofroller ve gama-orizanol etkili bulunmuştur. Yağların, depolama anında oransal olarak, oksidasyonu ile çoklu doymamış yağ asitlerinin oranının azaldığı ve doymuş yağ asitlerinin arttığı bildirilmiştir (Chung, Lee, Choe, 2004; Park ve ark., 2002; Tyagi ve Vasishtha, 1996; Warnwe ve Mounts, 1993).

2.1.4. Mısır kepeği

Mısır dünyada yıllık üretimi en çok olan tahıllardan biridir. Hücre duvarındaki aleuron ve perikarp tabakası fenolik asitlerce zengindir ve bunun % 90'ını ferulik asit oluşturmaktadır (Adom ve ark., 2002).

Kurilich ve Juvik (1999), tatlı mısırlar için toplam karotenoid miktarını 1-30 mg/kg arasında, toplam tokoferol içeriğini de 15-40 mg/kg arasında belirlemişlerdir. Pellegrini ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada ise; beyaz mısırın toplam antioksidan kapasitesi belirlenmiş olup, troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) değeri 3.0 mmol

troloks/kg, Fe⁺³ iyonu indirgenmesine dayalı antioksidan gücü (FRAP) değeri 11.5 mmol Fe⁺² kg ve toplam radikal absorpsiyon potansiyeli (TRAP) değeri de 2.7 mmol troloks/kg olarak belirlenmiştir.

2.1.5. Susam kabuğu

Lignanlar, β-hidroksifenilpropanın oksidatif birleşme ürünü olarak bilinen, doğal bileşenlerdir ve bitkiler âleminde özellikle ağaç kabuklarında geniş ölçüde minör bileşenler olarak bulunurlar. Bazı lignanlar antitümör ve antivirüs etkileri ile bilinirler. Susam tohumu sesamin, sesamolin, sesaminol ve diğerleri gibi lignanları önemli miktarda içerir. Susam lignanları farklı fonksiyonel aktiviteleri ile susam tohumunun en önemli ve karakteristik bileşenleridir. Susamda en fazla bulunan lignanlar sesamin ve sesamolindir (Budowsky, 1964).

Chang ve ark. (2002) yapmış oldukları çalışmada, susam kabuğu etanolik ekstraktının antioksidan aktivitesini DPPH'in % inhibisyonu açısından analiz etmişler ve 1 mg susam kabuğunun etanolik ekstraktının antioksidan aktivitesinin (% 91.4) olduğunu ve 1 mg tokoferole (% 90.5) eşdeğer olduğunu, fakat linoleik asit peroksidasyonunda ise 1 mg BHA (% 98.6) dan daha az etkili olduğunu bildirmişlerdir. HPLC analizi ile lignan olan sesamin ve sesamolinin susam kabuğunun etanolik ekstraktında da bulunduğunu bildirmişlerdir. Buna ek olarak antioksidan aktiviteye yüksek etkisi olan β-karoten ile pozitif etkileşimde olan fenolik bileşenler ve tetraterpenoidlerin susam kabuğunun etanolik ekstraktındaki varlığını kromatografik analiz ile belirlemişlerdir. Bu sonuçlar eşliğinde, serbest radikal reaksiyonunun sonlanması, metal bağlama yeteneği ve reaktif oksijenin bağlanmasında susam kabuğunun etanolik ekstraktının antioksidan aktivitesinin yüksek seviyede etkili olduğu da vurgulanmıştır.

Bu çalışma ile endüstri yan ürünü olan buğday, yulaf, pirinç, mısır kepeği ve susam kabuğu ekstraktlarının ayçiçek yağına ilavesi ile antioksidan etkilerinin fenolik bileşenler bakımından kıyaslanması amaçlanmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada gerekli materyal, Türkiye'nin değişik bölgelerinde buğday, yulaf, pirinç, mısır ve susam işleyen fabrikalardan temin edilmiştir. Karışık sert buğday kepekleri Ankara'da faaliyet gösteren Kalecik Un ve İrmik AŞ.'den, baldo cinsi pirinçlere ait kepekler Edirne'de faaliyet gösteren Torunoğlu Gıda AŞ.'den, Nijerya susamı kabuğu Konya'da faaliyet gösteren Gesaş Genel Gıda ve San. Tic. AŞ.'den, yulaf ve mısır kepekleri ise Sağlık Tarım Ürünleri ve Gıda San. Tic. AŞ.'den temin edilmiştir.

Hiçbir katkı maddesi içermeyen rafine ayçiçek yağı Konya'da faaliyet gösteren Helvacızade Gıda, İlaç ve Kimya San. Tic. AŞ.'den temin edilmiştir.

Temin edilen buğday, yulaf, pirinç, mısır kepekleri ve susam kabuğu 130°C'de 15 dakika enzim inaktivasyonundan sonra materyal olarak kullanılmıştır (İbanoğlu ve ark., 1999). Uygulanan ısıl stabilizasyonun ardından örneklerin metanol ekstraktı çıkarılmıştır.

3.2. Metot

Buğday, yulaf, pirinç, mısır kepekleri ve susam kabuklarının stabilizasyonu; 130°C'de 15 dakika olmak üzere, 1 cm yüksekliğinde tepsiye serilen kepek ve kabukların bekletilmesiyle enzim inaktivasyonu sağlanmıştır (İbanoğlu ve ark., 1999). Ardından hammaddeler 900 mikron çapında elekten geçecek boyutta öğütülmüşlerdir.

Buğday, yulaf, pirinç, mısır kepekleri ve susam kabuklarından fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için bütün kepekler ve kabuk hekzan ile ekstrakte edilerek yağsızlaştırılmıştır. 10'ar gr öğütülmüş ve yağsızlaştırılmış kepek ve kabuk örnekleri 150 ml metanol ile 16 saat karıştırılarak 24°C'de ekstrakte edilmiştir. Ekstraktlar filtre edilip, azot altında kurutulmuş ve ardından freeze dryer da dondurularak kurutulmuş ve toz haline getirilmiştir. Ayçiçek yağına katılacak miktarlar toz ekstraktların 2'şer ml metanol ile çözdürülmesinin ardından yapılmış ve hesaplamalar ekstraktın toz ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır (Anonymous, 2008).

3.2.1. Doğal ve yapay antioksidanların ayçiçek yağına ilave edilmesi

Toz ekstraktlar 2'şer ml metanol ile çözdürülüp, ayçiçek yağlarına katılmıştır. Ardından yapılacak değerlendirmeler ekstraktın toz ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır. Ön denemeler de antioksidan katılmamış rafine ayçiçek yağlarının; bir kısmına dört farklı oranda ekstrakt (50 ppm, 250 ppm, 500 ppm ve 1000 ppm) katılmıştır, bir kısmına 250 ppm BHT katılmış, bir kısmı ise kontrol olarak hiçbir katkı içermeyen yağ olarak örneklere ayrılmıştır. Elde edilen sonuçlarda antioksidan aktivitesi düşük bulunan bitki ekstraktlarının doz farklılıklarının etkili olmadığına görülmesi üzerine deneme deseninden doz farklılığı çıkarılarak, tüm ekstraktlar 1000 ppm tek doz olarak ayçiçek yağına ilave edilmiştir.

3.2.2. DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikali yakalama aktivitesi

Elde edilen toz ekstraktların 1000 ppm'lik konsantrasyonları analiz edilerek kıyaslama yapılmıştır. Kuru ekstraktlar metanolde çözüldükten sonra çözeltiden 100 µl alınarak, hazırlanan DPPH çözeltisinden 3.9 ml ilave edilerek vortekste karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra, spektrofotometre'de (Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) 515 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülmüştür (Singh ve ark., 2002).

3.2.3. Hızlandırılmış oksidasyon testleri

3.2.3.1. İndüksiyon periyodu

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

3.2.3.2. Fırın testi (Schaal Oven Testi)

Oksidasyonu hızlandırarak yağ örneklerinin raf ömrünü belirlemede kullanılan yöntemlerden biri fırın testidir (Schaal Oven testi) (Fennema, 1976). Fırın testi ile yağlar 60°C sıcaklıkta tutularak belirli zaman periyotlarında örnekler alınarak oksidasyonun ilerleyişi takip edilmiştir. Örneklerin 1., 3., 6. ve 9. günlerde oksidasyonunun izlenmesi esnasında peroksit değeri, *p*-anisidin değeri ve özgül soğurma değerleri ölçümü ile izlenmiştir. Ayrıca renk ölçümü de gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Peroksit değeri

Peroksit değeri, AOCS Official Method Cd8-53 (Anonymous, 2006)'e göre belirlenmiştir. Yağ örneğinden 2-5 g erlene tartılarak üzerine 10 ml kloroform ve 15 ml asetik asit çözeltisi eklenmiştir. Sonra 1 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisinden eklenerek ağzı kapatılıp, 1 dakika çalkalandıktan sonra, 5 dakika süreyle karanlık bir yerde bekletilmiştir. Daha sonra çözeltinin üzerine 75 ml saf su ve 4-5 damla nişasta çözeltisi eklenerek ayarlı 0.002 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile renk kaybolana kadar titre edilmiştir (AOCS 1990). Peroksit değeri aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır:

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

v: Titrasyonda harcanan sodyum tiyosülfat miktarı (ml)

m: Tartılan örnek miktarı (g)

3.2.5. *p*-anisidin değeri

p-anisidin değeri, AOCS Cd 18-90 (1996) metoduna göre gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1996). Yağ örnekleri, 25 ml'lik balon jöjeye yaklaşık 0.5 g tartıldıktan sonra izooktan ile tamamlanarak çözülmüş ardından da bu çözülden 5 ml bir test tüpüne alınıp, absorbansı (Ab), izooktan kör olarak kullanarak, spektrofotometrede (Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) 350 nm dalga boyunda okunmuştur. Daha sonrada aynı yağ çözeltisinden bir test tüpüne 5 ml alınıp, üzerine glasiyel asetik asit içinde hazırlanan *p*-

anisidin çözeltisinden (0.25 g *p*-anisidin/100 ml glasiyel asetik asit) 1 ml ilave edilerek 10 dakika bekletildikten sonra, 350 nm dalga boyunda bu çözeltinin de absorbanı (As) okunmuştur. Daha sonrada belirlenen bu veriler kullanılarak, yağların *p*-anisidin değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

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

p-AV = *para*-anisidin değeri

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

Ab = yağ çözeltisinin absorbanı

m = yağ örneğinin kütlesi (g)

3.2.6. Özgöl soğurma değerleri

Lipit oksidasyonunda oluşan hidroperoksitler, konjugasyonun oluşmasına yol açmaktadır. Bu oluşum UV spektrumunda kolaylıkla belirlenmektedir. Oluşan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri 232 nm ve 270 nm'de okunur. Birincil oksidasyon ürünleri artışına paralel olarak konjuge dien oluşumu artmakta, ikincil oksidasyon ürünleri (özellikle aldehit ve ketonlar) oluşumu ile birlikte de konjuge trien oluşumu artış göstermektedir.

Özgöl soğurma değerleri analizi, AOCS Ch5-91 metoduna göre yapılmıştır. Sonuçlar, K değeri olarak sunulmuştur. Konjuge dien için K_{232} ve konjuge trien için ise K_{270} olarak verilmiştir. Örneklere absorban ölçümleri 232 nm ve 270 nm'de UV/VIS spektrofotometre (Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) kullanılarak yapılmıştır (Anonymous, 2006).

$$\Delta K = K_{270} - (K_{274} + K_{266}) / 2$$

E_{nm} : dalga boyunda ölçülen değer

m: tartılan numune miktarı (mg)

%: çözelti içindeki numune oranı

K_{266} : $E_{266} / m * \%$

$K_{270}: E_{270}/ m^{*}\%$

$K_{274}: E_{274}/ m^{*}\%$

3.2.7. Renk değerlerinin belirlenmesi

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

3.2.8. İstatistiki analizler

Yağda yapılan oksidasyon analizlerinden elde edilen sonuçlar, tesadüf parselleri 7x4 faktöriyel deneme modeline uygun olarak General Linear Model prosedürüne göre, kullanılan hammadde ekstraktlarının oksidasyon kapasitelerinin ölçümünden elde edilen veriler ise tek yönlü varyans yöntemine göre analiz edilmiştir (Minitab 2000). Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Ekstraktların Serbest Radikal Süpürücü Etkisi (% DPPH inhibisyonu)

Ekstraktların serberst radikal süpürücü etkisi (% DPPH inhibisyonu) ve bunların eklendiği ayçiçek yağlarının indüksiyon zamanlarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Ekstraktların serberst radikal süpürücü etkisi (% DPPH inhibisyonu) ve bunların eklendiği ayçiçek yağlarının indüksiyon zamanlarına ait varyans analiz tablosu

Varyans kaynağı	SD	DPPH’ın % inhibisyonu		İndüksiyon zamanı (Saat)	
		Kareler Ortalaması	Faktör	Kareler Ortalaması	Faktör
A	5	14411,54	1999,29**	38,3122	420,63**
Hata	12	17,30		0,2186	
Toplam	17	14428,84		38,5308	

A, Hammadde farklılığı, **, P <0.01

Denemede kullanılan bitkilerin antioksidan aktiviteleri ile ilgili olarak serbest radikal süpürücü etkisi ve indüksiyon zamanları istatistiksel olarak önemli (P<0.01) çıkmıştır.

Denemede kullanılan hammadde metanol ekstraktlarının serbest radikal süpürücü etkisi ve bunların eklendiği ayçiçek yağlarının indüksiyon zamanlarına ait sonuçların ortalamaları Çizelge 4.2’de sunulmuştur.

% DPPH inhibisyonu bakımından BHT beklendiği gibi en yüksek aktiviteyi göstererek, hammadde ekstraktlarından önemli seviyede yüksek bulunmuştur. Hammadde ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise, en yüksek DPPH inhibisyon oranı susam kabuğunda görülürken, bu değer mısır hariç, diğerlerinden önemli seviyede yüksek olmuştur. (P<0.01). Mısır kepeği ile diğer ekstraktlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. İndüksiyon zamanı bakımından da BHT açısından değerlendirildiğinde benzer durum görülmüş ve BHT diğer gruplardan önemli seviyede yüksek bulunurken (P<0.01), hammadde ekstraktlarından en yüksek değer yine susam kabuğunda görülmüş ve mısır kepeği hariç diğerlerinden önemli seviyede yüksek

bulunmuştur ($P<0.01$). Pirinç kepeğinin ortalama indüksiyon zamanı ise diğerlerinin tamamından önemli seviyede düşük bulunmuştur.

Bütün kepek ve kabuk metanol ekstraktları, BHT (250 ppm)'ye göre düşük serbest radikal süpürücü etki göstermiştir. Hammadde ekstraktlarının serbest radikal süpürücü etkisi % 7.10 ile % 11.07 arasında değişirken, BHT'nin inhibisyonu % 84.27 olarak tespit edilmiştir. Oksidasyona karşı ekstraktların kabiliyeti indüksiyon zamanı açısından değerlendirildiğinde BHT'nin 9.05 saat, hammaddelerin ise 4.67 saat ile 5.85 saat arasında etki gösterdiği görülmektedir. BHT'nin serbest radiakal süpürücü etkisi yaklaşık on kat çıkmasına rağmen, ekstraktların ayçiçek yağının içine katılması ile yapılan indüksiyon zamanı analiz sonuçlarına göre de yaklaşık iki kat farklılık elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı hammaddelere ait metanol ekstraktlarının serbest radikal süpürücü etkisi ve bunların eklendiği ayçiçek yağlarının indüksiyon zamanlarına ait sonuçların ortalamaları

Antioksidan kaynakları	N	DPPH'm % inhibisyonu	İndüksiyon zamanı (Saat)
BHT (250 ppm)	3	84.27 ±1.604 ^A	9,05 ±0.0889 ^{A*}
Buğday k. ekstraktı (1000ppm)	3	7.70±0.656 ^C	5,05 ±0.0808 ^C
Mısır k. ekstraktı (1000ppm)	3	8.60±0.985 ^{BC}	5,63 ±0.1308 ^B
Pirinç k. ekstraktı (1000ppm)	3	7.10 ±1.217 ^C	4,67 ±0.2458 ^D
Susam k. ekstraktı (1000ppm)	3	11.07 ±1.365 ^B	5,85 ±0.1115 ^B
Yulaf k. ekstraktı (1000ppm)	3	7.63 ±1.155 ^C	5,25 ±0.0700 ^C

^{A,B,C,D} : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($P < 0,01$).

Ayçiçek yağının indüksiyon periyodu birçok çalışmada belirlenmiş olup 110°C'de 5.0 saat (Jude ve ark., 2003) ve 5.7 saat (Silva ve ark., 2001) aralığında bulunmuştur. Bu değerlerle kıyaslandığında susam kabuklarının genel olarak indüksiyon periyodu açısından bir miktar etki sağladığı görülmektedir. Chotimarkorn ve ark., (2008) pirinç kepeği metanol ekstraktının toplam fenolik madde içeriği (2570.9 ± 154.4 µg gallik asit eşdeğeri/g pirinç kepeği), toplam tokoferol içeriği (580.1 ± 25.6 µg/g pirinç kepeği) ve toplam gama-orizanol içeriği ise (825.45 ± 54.3 µg/g pirinç kepeği) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler bizim çalışmamızda elde edilen verilere göre yüksektir. Bunun sebebinin çalışmada kepeklerde yağsızlaştırma işlemi yapılmasının etkili olduğu

açıktır. Özellikle yağda çözünen maddeler bizim çalışmamızda uzaklaştırılmıştır. Çalışmamız ile yağsızlaştırılmış kepeklerin etkinliğinin düşüşü de önemli bir veri olarak ortaya çıkmaktadır. Cheng ve ark. (2002) susam kabuğu etanolik ekstraktlarının DPPH'in % inhibisyonu açısından analiz etmişler ve 1 mg susam kabuğunun etanolik ekstraktının antioksidan aktivitesinin (% 91.4) olduğunu ve 1 mg tokoferole (% 90.5) eşdeğer olduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlar kıyaslandığında, yağsızlaştırma işlemi yapmadan aktivitenin yüksek çıkması, etken maddelerin yağda yoğunlaştığının neticesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2. Ekstraktların Yağda Gösterdikleri Etkiler

Ayçiçek yağının depolama süreci ve ekstraksiyonda kullanılan hammadde ekstraktlarının farklılığı üzerine etkisinin değerlendirildiği peroksit değeri, özgül soğurma değeri, *p*-anisidin değeri ve renk değerlerine ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde peroksit, özgül soğurma, *p*-anisidin, *L**, *a** ve *b** değerlerinin, ekstraktı elde edilen hammaddelerin değişiminde, depolama sürecinde ve bunların interaksiyonlarında istatistiksel olarak etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Ayçiçek yağının stabilitesini değerlendiren analizlere ait varyans analiz tablosu

Kaynak	SD	Peroksit değeri (meq O ₂ /kg yağ)			Özgül soğurma değeri			p-anisidin değeri			L* değeri			a* değeri			b* değeri		
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Hammade farkı(A)	6	915,59	176,02**	0,091632	59,87**	33,2975	8,42**	352,06	25,53**	18,0548	43,16**	22,2201	119,08**						
Depol. Süresi (B)	3	20887,40	8031,30**	0,079725	104,17**	24,7984	12,54**	2497,68	362,27**	3,4070	16,29**	2,0399	21,86**						
AXB	18	1860,05	119,20**	0,174905	38,09**	43,9382	3,70**	439,80	10,63**	16,2714	12,96**	68,0972	121,65**						
Hata	56	48,55		0,014286		36,9209	128,70			3,9047		1,7415							
Toplam	83	23711,59		0,360548		138,9550	3418,23			41,6380		94,0986							

A, Hammade farklılığı; B, depolama süresi, AXB, interaksyon, **, P < 0.01, KO: Kareler ortalaması

Ayçiçek yağının stabilitesini depolama süresi ve hammadde farklılığına göre değerlendiren analizlere ait ortalamalar Çizelge 4.4'te sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Hızlandırılmış oksidasyon şartlarında farklı hammadde ekstraktı ilave edilmiş ayçiçek yağının stabilitesini değerlendiren analizlere ait ortalamalar

Muameleler	Peroksit değeri (meq O ₂ /kg yağ)	Özgül soğurma değeri	<i>p</i> -anisidin değeri	Renk parametreleri		
				<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Hammadde						
Kontrol	18,90±15,263 ^{BC*}	0,54±0,120 ^{BC}	4,50±2,124 ^C	64,72±6,08 ^E	-1,57±0,537 ^B	2,49±0,428 ^B
BHT (250 ppm)	10,23±6,643 ^D	0,56±0,421 ^A	5,22±0,957 ^{BC}	71,04±7,21 ^A	-2,70±0,951 ^C	1,38±2,257 ^C
Buğday k. ekstraktı (1000ppm)	18,80±18,689 ^{BC}	0,53±0,028 ^C	5,08±0,884 ^{BC}	68,32±5,33 ^C	-1,47±0,248 ^B	2,52±0,560 ^B
Yulaf k. ekstraktı (1000ppm)	20,18±18,407 ^A	0,53±0,066 ^C	6,61±0,892 ^A	66,55±8,43 ^D	-1,51±0,171 ^B	2,99±0,223 ^A
Pirinç k. ekstraktı (1000ppm)	19,80±20,675 ^{AB}	0,47±0,035 ^D	5,96±1,242 ^{AB}	69,19±4,80 ^{BC}	-1,10±0,703 ^A	2,50±0,806 ^B
Mısır k. ekstraktı (1000ppm)	18,39±18,959 ^C	0,55±0,034 ^{AB}	5,49±0,801 ^B	70,55±7,17 ^{AB}	-1,43±0,552 ^B	2,09±0,454 ^A
Susam k. ekstraktı (1000ppm)	20,55±17,887 ^A	0,48±0,025 ^D	5,78±0,643 ^{AB}	68,10±3,93 ^{CD}	-1,68±0,244 ^B	2,61±0,189 ^B
Süre (gün)						
1	2,25±0,391 ^D	0,48±0,0656 ^C	5,86±0,966 ^A	59,31±3,21 ^C	-0,290±0,230 ^A	2,67±0,52 ^A
3	7,20±2,438 ^C	0,52±0,0586 ^B	4,57±1,582 ^B	68,89±5,25 ^B	-0,780±0,612 ^B	2,53±0,62 ^A
6	20,01±4,513 ^B	0,52±0,0402 ^B	5,81±0,956 ^A	72,04±1,94 ^{AB}	-1,760±0,723 ^B	2,58±0,45 ^A
9	43,02±10,712 ^A	0,57±0,0683 ^A	5,82±1,165 ^A	73,17±2,08 ^A	-1,720±0,980 ^B	2,25±1,94 ^B

A,.....,E : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (P <0,01).

Peroksit değeri (meq O₂/kg yağ) değeri bakımından yağda yapılan analizler incelendiğinde BHT'ye ait ortalamalar en düşük çıkmıştır. Susam kabuğuna ait ortalamalar ise en yüksek sonucu vermiştir. Hammadde açısından kontrol, buğday kepeği ve mısır kepeği en düşük değerleri vermiş ve diğerlerine göre istatistiksel olarak bu fark önemli (P<0.01) çıkmıştır. Süre artışı ile 60⁰C'lik fırında bekletilen yağ örneklerinin peroksit değeri artışı düzenli olarak artış göstermiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Özgül soğurma değeri açısından en yüksek değer BHT ve mısır kepeği ekstraktı katılmış örneklerden elde edilmiştir. En düşük sonuç ise pirinç kepeği ve susam kepeği ekstraktlarının katıldığı yağlarda elde edilmiştir. Özgül soğurma değerinin depolama sürecinde artış göstererek 9. günün sonunda en yüksek değerine ulaşmıştır (P<0.01). *p*-anisidin değeri en yüksek yulaf kepeği, pirinç kepeği ve susam kepeği ekstraktları için elde edilmiştir. En düşük sonuç kontrol örneğinde görülmüştür. Bu sebeple

p-anisidin sonuçları diğer analiz sonuçları ile uyum sağlamamaktadır. *p*-anisidin değerinin depolama sürecine göre değişimi incelendiğinde 3. günün diğerlerine göre düşük sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Bu farklılığın her ne kadar istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0.01$) sonucu alınmış olsa da anlamlandırılmasında güçlük çekilmiştir. L^* değeri en yüksek BHT katılmış yağ örnekleri için elde edilmiştir. En yüksek parlaklık değeri BHT katılmış ve mısır kepeği ekstraktı katılmış yağların sonuçlarından elde edilmiştir. En düşük değerin ise yulaf kepeği ve susam kepeği ekstraktı katılmış yağların analiz sonuçlarından elde edildiği sonucu görülmüştür. Süre artışı ile L^* değeri artışı olmuştur. Bu durum oksidasyonun ilerleyişi ile L^* değerinin arttığı kanısını oluşturmaktadır. a^* değeri hammadde ekstraktlarına göre incelendiğinde pirinç keğeri en yüksek değeri sağlamıştır. Kontrol, buğday kepeği, yulaf kepeği, mısır kepeği ve susam kabuğu açısından değerlendirildiğine birbirleri arasında fark bulunamamıştır. En düşük a^* değeri BHT için elde edilmiştir. Renk skalasında negatif artışın yeşil renk artışı ile arttığı bilinmektedir. Bu durumda en az oksidasyon verilerine sahip olan BHT'nin en yüksek yeşil renk skalasına doğru meyil ettiği görülmüş ve a^* değeri 1. günden sonra azalmıştır. Bu durum da en az oksidasyon seviyesinde, en az yeşillenme eğilimi olduğu yönünde sonuç oluşturmuştur. b^* değeri açısından sonuçlara göz atıldığında ise, en düşük değerin BHT için elde edildiği ve farkın ise istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu görülmektedir. b^* değeri en çok yulaf kepeği ve mısır kepeği ekstraktlarının katıldığı yağlar için elde edilmiştir (Çizelge 4.4.).

Denemede kullanılan hammadde metanol ekstraktlarının peroksit değerleri incelendiğinde, BHT'nin 10.23 meq O_2/kg yağ, sonucunu verirken, diğer ekstraktların 18.39 ile 20.18 meq O_2/kg yağ aralığında sonuç verdiği görülmektedir. Depolama süreci artışının peroksit değerini yükselttiği de görülmektedir. BHT'nin oksidasyonu engelleme kabiliyetinin, ekstraktlara göre yaklaşık iki kat daha fazla olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar indüksiyon zamanı testinde alınan sonuçlarla uyumlu çıkmıştır.

Denemede kullanılan hammadde metanol ekstraktlarının özgül soğurma değerleri incelendiğinde, sonuçların 0.48 ile 0.57 arasında değiştiği görülmüştür. Depolama sürecinde de özgül soğurma değerinin yükseldiği gözlemlenmiştir.

Denemede kullanılan hammadde metanol ekstraktlarının *p*-anisidin değerleri incelendiğinde, sonuçların 4.50 ile 6.61 arasında değiştiği görülmüştür. Depolama sürecinde anlamlı bir artış gözlemlenmemiştir.

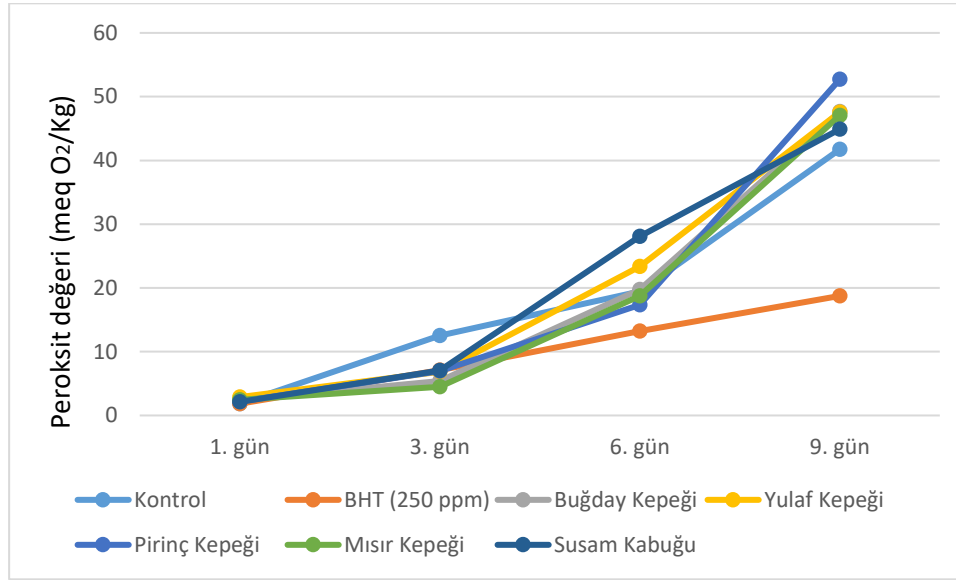
Renk değerleri açısından sonuçlar ele alındığında ise; hammadde değişimine göre L^* değerinin 59.31 ile 71.04 aralığında değiştii gözlemlenmiştir. Depolama sürecinin artışı ile L^* değerinin arttığı gözlemlenmiştir. a^* değeri hammadde değişimine göre -2.70 ile -1.29 aralığında değişmiştir. Depolama sürecinin artışı ile a^* değerinin 3. güne kadar arttığı sonra ise sabit kaldığı gözlemlenmiştir. b^* değeri hammadde değişimine göre 1.38 ile 2.99 aralığında değişmiştir. Depolama sürecinin artışı ile b^* değerinin 9. güne kadar bir miktar düştüğü gözlemlenmiştir.

Ayçiçek yağının stabilitesini değerlendiren analizlere ait ortalamaların yer aldığı hammadde farklılığı x depolama süresi interaksyonu izelge 4.5'te sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Hızlandırılmış oksidasyon şartlarında farklı hammadde ekstraktı ilave edilmiş ayçiçek yağıının stabilitesini değerlendiren analizlere ait ortalamaların yer aldığı hammadde farklılığı x depolama süresi etkisi interaksyonu

HammaddeSüre (Gün) İnteraksyonu	60°C'de Depolama z (gün)	Peroksit değeri meq O ₂ /kg yağ)	Özgül soğurma değeri	p-anisidim değeri	Renk parametreleri		
					L*	a*	b*
Kontrol	1	1,85±0,110 ^M	0,40±0,008 ^L	5,30±1,08 ^{BCDEF}	55,97±0,85 ^J	-0,930±0,35 ^B	2,25±0,12 ^{IJK}
	3	12,53±0,186 ^I	0,52±0,011 ^{DE}	1,97±2,51 ^G	63,12±1,076 ^H	-1,42±0,15 ^{CDE}	2,40±0,03 ^{HJK}
	6	19,47±0,18 ^{GM}	0,53±0,168 ^{CD}	6,56±0,51 ^{ABC}	69,17±0,829 ^{EF}	-1,61±0,68 ^{CDEF}	2,16±0,28 ^{JKL}
	9	41,74±1,27 ^P	0,71±0,516 ^A	4,15±0,11 ^F	70,61±0,89 ^{DEFG}	-2,33±0,18 ^G	3,15±0,11 ^{CD}
BHT (250 ppm)	1	1,840±0,142 ^M	0,50±0,010 ^{DEFG}	5,04±0,55 ^{CDEF}	59,43±1,09 ^I	-1,17±0,17 ^{CD}	3,29±0,14 ^{BC}
	3	7,120±0,101 ^J	0,60±0,010 ^D	4,30±0,816 ^{EF}	75,74±1,26 ^{ABC}	-2,96±0,12 ^H	2,42±0,07 ^{HJK}
	6	13,22±0,210 ^I	0,57±0,090 ^{BC}	6,44±0,40 ^{ABCD}	72,67±1,02 ^{B-E}	-3,37±0,27 ^H	2,10±0,22 ^{KL}
	9	18,75±0,586 ^{GH}	0,58±0,015 ^B	5,09±0,59 ^{CDEF}	76,34±0,96 ^{AB}	-3,30±0,13 ^H	2,29±0,24 ^{IJK}
Buğday k. ekstraktı (1000ppm)	1	2,430±0,08 ^{LM}	0,53±0,008 ^D	5,58±0,61 ^{BCDEF}	60,79±2,30 ^{HI}	-1,32±0,18 ^{CDE}	2,68±0,097 ^{EF}
	3	5,380±0,219 ^{JK}	0,49±0,009 ^{EF}	4,48±0,95 ^{CDEF}	67,37±2,18 ^G	-1,42±0,22 ^{CDE}	1,63±0,087 ^M
	6	19,76±0,064 ^G	0,53±0,007 ^D	4,31±0,29 ^{DEF}	73,06±1,83 ^{ABCD}	-1,35±0,15 ^{CDE}	2,98±0,162 ^{CDEF}
	9	47,64±1,38 ^B	0,57±0,014 ^{BC}	5,92±0,24 ^{BCDEF}	72,07±1,40 ^{CDEF}	-1,80±0,10 ^{DEFG}	2,79±0,155 ^{DEFGH}
Yulaf k. ekstraktı (1000ppm)	1	2,880±0,123 ^{LM}	0,43±0,015 ^{KL}	5,89±0,15 ^{BCDEF}	54,96±1,02 ^J	-1,51±0,04 ^{CDE}	3,25±0,236 ^C
	3	6,870±0,191 ^J	0,59±0,003 ^B	6,06±0,10 ^{ABCD}	63,28±0,81 ^H	-1,67±0,12 ^{CDEF}	2,90±0,045 ^{CDEF}
	6	23,39±2,053 ^F	0,54±0,005 ^{CD}	6,48±0,47 ^{ABC}	72,96±1,01 ^{ABCD}	-1,33±0,20 ^{CDE}	3,05±0,101 ^{CDE}
	9	47,57±1,986 ^B	0,57±0,014 ^{BC}	7,98±0,28 ^A	74,98±1,59 ^{ABC}	-1,54±0,13 ^{CDE}	2,78±0,157 ^{DEFGH}
Pirinç k. ekstraktı (1000ppm)	1	2,180±0,187 ^M	0,45±0,009 ^{IJK}	7,22±0,69 ^{AB}	62,21±1,43 ^{HI}	-1,46±0,09 ^{CDE}	1,79±0,065 ^{LM}
	3	6,930±0,151 ^J	0,44±0,005 ^{JK}	4,75±1,07 ^{CDEF}	68,72±0,94 ^{FG}	-1,09±0,20 ^C	2,23±0,293 ^{JK}
	6	17,36±0,413 ^H	0,47±0,014 ^{GHI}	5,53±1,33 ^{BCDEF}	72,90±2,55 ^{ABCD}	-1,56±0,09 ^{CDE}	2,20±0,250 ^{JKL}
	9	52,71±1,751 ^A	0,52±0,019 ^{DE}	6,31±0,14 ^{AB}	72,93±1,57 ^{ABCD}	-0,31±1,10 ^A	3,77±0,106 ^A
Mısır k. ekstraktı (1000ppm)	1	2,460±0,376 ^{LM}	0,60±0,008 ^B	6,29±1,17 ^{AB}	59,34±3,84 ^I	-1,33±0,31 ^{CDE}	2,59±0,092 ^{FGHI}
	3	4,500±0,700 ^{KL}	0,54±0,012 ^{CD}	4,90±0,47 ^{CDEF}	76,65±1,03 ^A	-2,25±0,24 ^{FG}	3,66±0,456 ^{AB}
	6	18,76±1,019 ^{GH}	0,54±0,029 ^{CD}	5,51±0,59 ^{BCDEF}	73,07±1,58 ^{ABCD}	-1,21±0,26 ^{CDE}	3,06±0,173 ^{CDE}
	9	47,05±1,886 ^G	0,53±0,008 ^D	5,24±0,09 ^{BCDEF}	73,19±0,98 ^{ABCD}	-0,94±0,05 ^B	3,06±0,126 ^{CDE}
Susam k. ekstraktı (1000ppm)	1	2,130±0,254 ^M	0,48±0,010 ^{FGHI}	5,67±0,92 ^{BCDEF}	62,44±1,47 ^{HI}	-1,33±0,17 ^{CDE}	2,88±0,143 ^{CDEF}
	3	7,080±0,201 ^J	0,45±0,011 ^{IJK}	5,54±0,74 ^{BCDEF}	67,37±1,08 ^G	-1,69±0,09 ^{CDEF}	2,51±0,079 ^{GHIJK}
	6	28,09±0,697 ^E	0,46±0,007 ^{HJK}	5,82±0,73 ^{BCDEF}	70,53±0,84 ^{DEFG}	-1,87±0,09 ^{DEFG}	2,52±0,111 ^{GHIJK}
	9	44,90±1,688 ^C	0,51±0,014 ^{DEF}	6,07±0,30 ^{AB}	72,04±0,49 ^{CDEF}	-1,83±0,12 ^{DEFG}	2,53±0,09 ^{GHIJK}

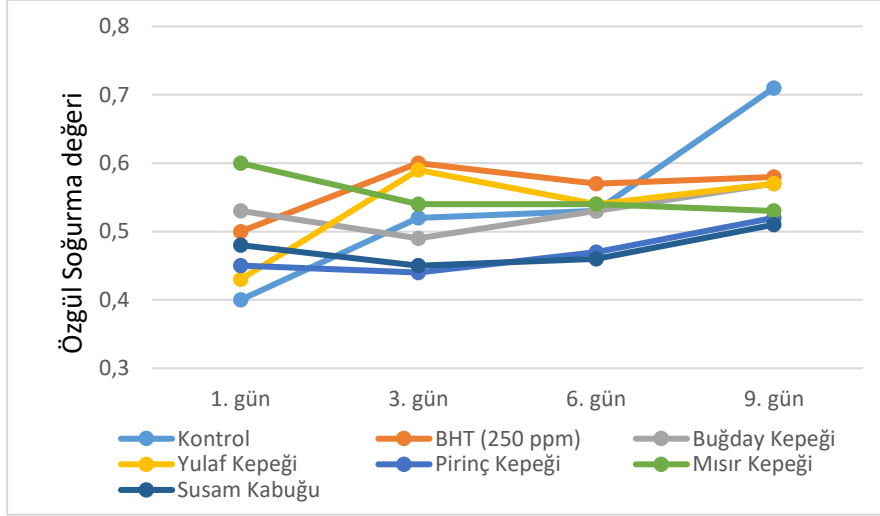
A.....M : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P <0,01).



Şekil 4.1. Analiz edilen hammadde ekstraktlarının peroksit değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu.

Şekil 4.1’de hammadde ekstraktlarının peroksit değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonuna göre BHT’nin peroksit değeri artışı 9.güne kadar stabildir. Yağa katılan kepek ve kabuk ekstraktlarının diğer yağlarda 3.günden sonra etkisi olmadığı gözlemlenmekte ve hepsinin 9.günden sonra 40 meq O₂/kg yağın üstüne çıktığı görülmüştür.

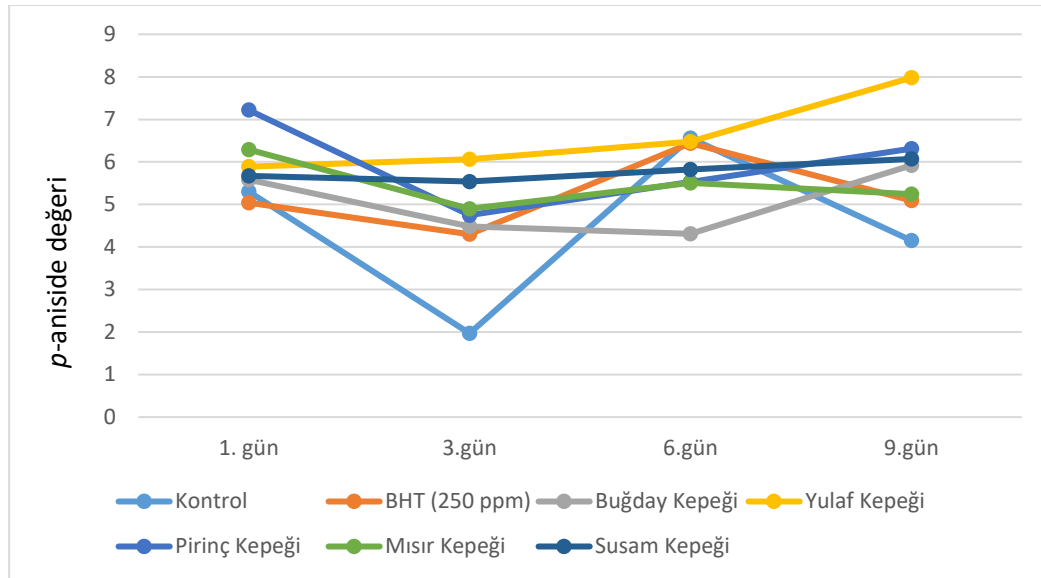
Şekil 4.1’de hammadde ekstraktlarının peroksit değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu görülmektedir. Depolama sürecinde peroksit değerinin artışı açıkça görülmektedir. BHT’nin depolama süreci boyunca ekstraktlara göre daha etkin bir oksidasyon önleme kabiliyetinin olduğu da anlaşılmaktadır. 9 günde pirinç kepeği ekstraktının etkisinin 52.71 meq O₂/kg yağ peroksit değeri ile en zayıf aktivitede olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 4.2. Analiz edilen hammadde ekstraktlarının özgül soğurma değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu.

Şekil 4.2’deki hammadde ekstraktlarının özgül soğurma değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonuna göre kontrol örneğinin 9.gündeki hızlı artışı dikkat çekmektedir. Diğer örneklerin özgül soğurma değeri değişimleri belirli bir seviyede değişim göstermiştir. Özgül soğurma değerlerindeki değişimler genel olarak istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Fakar grafik üzerinde bu değişimlerin irdelenmesinde güçlük çekilmiştir.

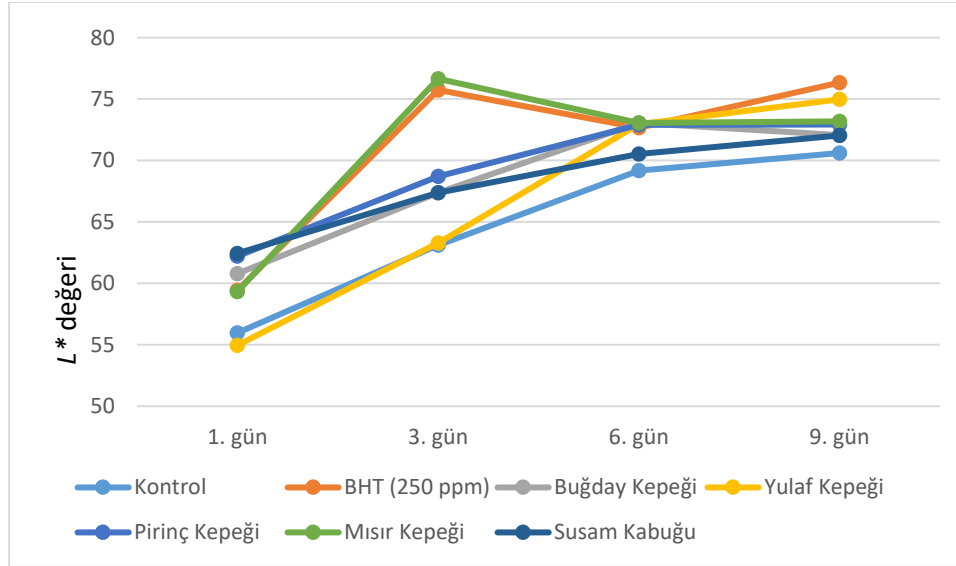
Şekil 4.2’de hammadde ekstraktlarının özgül soğurma değerleri (ΔK) üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu görülmektedir. Depolama sonunda hiçbir katkı maddesi ilave edilmemiş olan ayçiçek yağının özgül soğurma değeri artış göstermesine karşın, mısır kepeği ekstraktı ilave edilen ayçiçek yağının özgül soğurma değeri düşüş göstermiştir.



Şekil 4.3. Analiz edilen hammadde ekstraktlarının *p*-anisidin değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu.

Şekil 4.3’de hammadde ekstraktlarının *p*-anisidin değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonuna göre kontrol örneğinde ve BHT’de günlere göre anlamsız artış ve azalışlara rastlanmıştır. Yulaf kepeği ekstraktı katılmış yağların *p*-anisidin değeri artışı ise 9.güne doğru düzgün bir artış göstermiş ve bu artışın farklılığı ise 1.gün dışında ($P < 0.01$) diğer günler için önemsiz olarak değerlendirilmiştir.

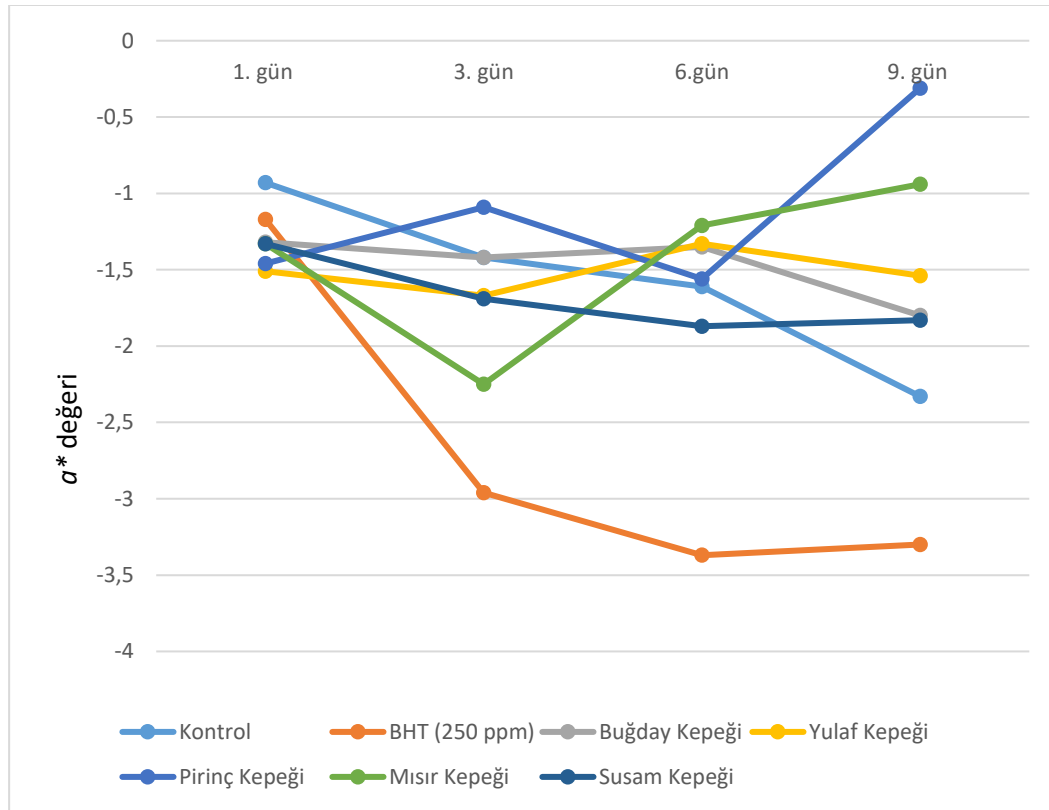
Şekil 4.3’te hammadde ekstraktlarının *p*-anisidin değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu görülmektedir. *p*-anisidin değeri yemeklik yağların oksidasyonunda önemli bir rol oynamaktadır. Analiz sonuçlarına göre elde edilen veriler 1.97 ile 7.98 arasında bulunmuştur. Yulaf kepeğinin *p*-anisidin değeri 7.98 ile 9.günde en yüksek değere ulaşmıştır.



Şekil 4.4. Analiz edilen hammadde ekstraktlarının L^* değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu.

Şekil 4.4’de hammadde ekstraktlarının L^* değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonuna göre muameleler arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($P < 0,01$). L^* değeri zaman artışı ile birlikte artış göstermiştir. Mısır kepeği ekstraktı ve BHT’nin eklendiği yağ örnekleri 3.günde beklenmedik bir artış göstermişlerdir. L^* değeri en yüksek 9.günde BHT için elde edilmiştir.

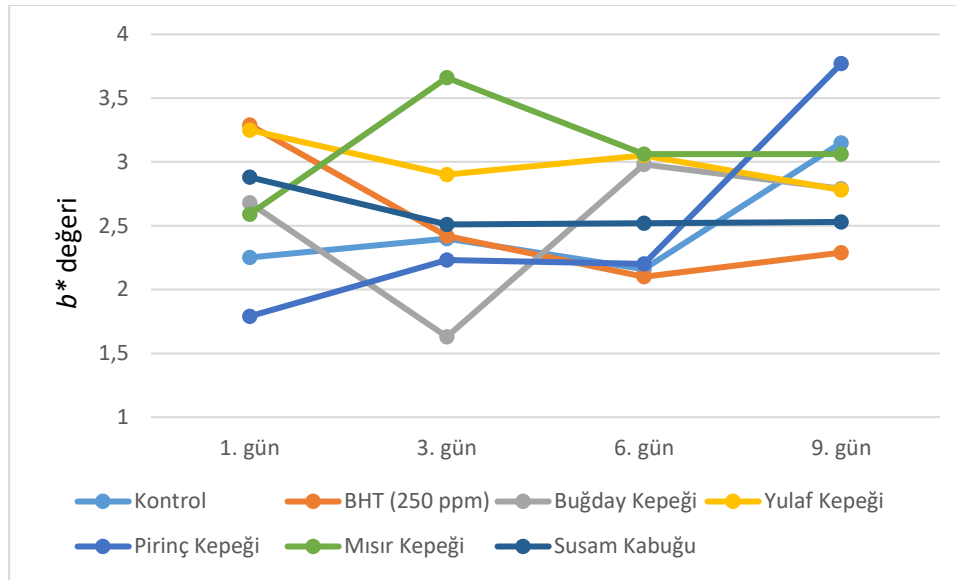
Şekil 4.4’te hammadde ekstraktlarının L^* değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu görülmektedir. L^* değeri renk değerlendirmesinde parlaklığın göstergesidir. Depolama sürecinde artış belirgindir. En çok renk değişimi BHT’nin katıldığı yağlarda olmuş ve en yüksek değeri 9.günde 76,34 olarak bulunmuştur. En düşük değerler kontrol örneği için elde edilmiştir.



Şekil 4.5. Analiz edilen hammadde ekstraktlarının a^* değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksiyonu.

Şekil 4.5’de hammadde ekstraktlarının a^* değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksiyonuna göre muameleler arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($P < 0,01$). BHT katılmış yağlar için a^* değeri zaman artışı ile birlikte 6.güne kadar azalış göstermiştir, 9.gün ile birlikte stabil kalmıştır. Buna benzer bir düşüş kontrol örneği için de gözlemlenmiştir. Oksidasyon artışı ile a^* değerinin düşüşü ile BHT ve kontrol örneğinde gözlenmiş ve yeşil renk oluşumu ile ilgili veri elde edilmiştir. Diğer örnekler için aynı durum geçerli olmamıştır.

Şekil 4.5’te hammadde ekstraktlarının a^* değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksiyonu görülmektedir. a^* değeri renk değerlendirmesinde kırmızılığın göstergesidir. Depolama sürecinde örneklerden alınan sonuçlarda genel olarak bir düşüş hakimdir. En çok renk değişimi BHT’nin katıldığı yağlarda olmuş ve zamana bağlı olarak 6.güne kadar düşüş sergilemiştir.



Şekil 4.6. Analiz edilen hammadde ekstraktlarının b^* değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu.

Şekil 4.6’de hammadde ekstraktlarının b^* değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonuna göre muameleler arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($P < 0,01$). BHT a^* değeri sonuçlarında olduğu gibi düşüş göstermiştir. 3.günde mısır ve buğday kepeği ekstraktı eklenmiş yağların b^* değerleri beklenmedik değişimler göstermiştir.

Peroksit analizinin dışında yapılan, renge ve absorpsiyona dayalı analizler için beklenmedik sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu sonuçların yağa ekstrakt katıldıktan sonra yağın yansıma veya absorpsiyon açısından analiz sonuçlarını olumsuz etkilediği kanaati oluşmasına sebep olmuştur.

Şekil 4.6’te hammadde ekstraktlarının b^* değerleri üzerine etkili ‘hammadde ekstraktı farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu görülmektedir. b^* değeri renk değerlendirmesinde sarılığın göstergesidir. Depolama sürecinde örneklerden alınan sonuçlarda genel olarak stabil bir görüntü sergilemekle beraber pirinç kepek ekstraktı katılmış yağların b^* değeri depolama sürecinde artış göstermiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada, ülkemizde yemeklik yağlar içerisinde büyük öneme sahip ve oksidatif stabilitesi düşük olan ayçiçek yağı kullanılarak buğday, yulaf, pirinç, mısır kepeği ve susam kabuklarının metanol ekstraktlarının antioksidan özellikleri kıyaslanmıştır.

Kullanılan hammadeler değerlendirildiğinde, DPPH'in inhibisyonu bakımından BHT en yüksek aktiviteyi göstererek, hammadde ekstraktlarından önemli seviyede yüksek bulunmuştur. Hammadde ekstraktları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise, en yüksek DPPH inhibisyon oranı susam kabuğunda görülürken, bu değer mısır hariç, diğerlerinden yüksek bulunmuştur. Hammadde ekstraktlarının serbest radikal süpürücü etkisi % 7.10 ile % 11.07 arasında değişirken, BHT'nin inhibisyonu % 84.27 olarak tespit edilmiştir.

Kullanılan hammadeler indüksiyon zamanı bakımından değerlendirildiğinde, BHT açısından DPPH'in inhibisyonu sonuçlarına benzer durum görülmüş, hammadde ekstraktlarından en yüksek değer yine susam kabuğunda görülmüştür. Pirinç kepeğinin ortalama indüksiyon zamanı ise diğerlerinin tamamından önemli seviyede düşük bulunmuş ve oksidasyon stabilitesi açısından olumsuz netice vermiştir. BHT'nin indüksiyon zamanı 9.05 saat bulunurken, hammaddelerin ise 4.67 saat ile 5.85 saat arasında etki gösterdiği görülmektedir. BHT'nin serbest radikale süpürücü etkisi ekstraktlara göre yaklaşık on kat çıkmasına rağmen, ekstraktların ayçiçek yağının içine katılması ile yapılan indüksiyon zamanı analiz sonuçlarına göre de yaklaşık iki kat farklılık elde edilmiştir. Bu durum ekstraktların yağın içerisinde iken yapılan analizinde farklı tepki verdiğini göstermektedir.

Denemede kullanılan hammadde metanol ekstraktlarının yağa katılmasının ardından, etüvde bekletme esnasında peroksit değerleri değişimi incelendiğinde; depolama sürecinde peroksit değerinin artışı açıkça görülmektedir. BHT'nin depolama süreci boyunca ekstraktlara göre daha etkin bir oksidasyon önleme kabiliyetinin olduğu da anlaşılmaktadır. 9.günde pirinç kepeği ekstraktının etkisinin 52.71 meq O₂/kg peroksit değeri ile en zayıf aktivitede olduğu anlaşılmıştır. Yağa katılan kepek ve kabuk ekstraktlarının diğer 3.günden sonra etkisi olmadığı gözlemlenmekte ve hepsinin 9.günden sonra 40 meq O₂/kg'ın üstüne çıktığı görülmüştür.

Denemede kullanılan hammadde metanol ekstraktlarının yağa katılmasının

ardından, etüvde bekletme esnasında özgül soğurma değerleri (ΔK) değişimi incelendiğinde; hiçbir katkı maddesi ilave edilmemiş olan ayçiçek yağının özgül soğurma değeri artış göstermesine karşın, mısır kepeği ekstraktı ilave edilen ayçiçek yağının özgül soğurma değeri düşüş göstermiştir. Özgül soğurma değerlerindeki değişimlerin irdelenmesinde güçlük çekilmiştir. Bu durumun ekstraktların yağ içinde kendilerine has absorpsiyon oluşturmalarından kaynaklandığı kanaati oluşmuştur.

Denemede kullanılan hammadde metanol ekstraktlarının yağa katılmasının ardından, etüvde bekletme esnasında *p*-anisidin değeri değişimi incelendiğinde; kontrol örneğinde ve BHT’de günlere göre anlamsız artış ve azalışlara rastlanmıştır. Yulaf kepeği ekstraktı katılmış yağların *p*-anisidin değeri artışı ise 9.güne doğru düzgün bir artış göstermiştir.

Denemede kullanılan hammadde metanol ekstraktlarının yağa katılmasının ardından, etüvde bekletme esnasında parlaklığın göstergesi olan L^* değeri açısından değerlendirmesinde depolama sürecinde artış belirgindir. En çok renk değişim BHT’nin katıldığı yağlarda olmuş ve en yüksek değeri 9.günde 76.34 olarak bulunmuştur. En düşük değerler kontrol örneği için elde edilmiştir. Mısır kepeği ekstraktı ve BHT’nin eklendiği yağ örnekleri 3.günde beklenmedik bir artış göstermişlerdir.

Denemede kullanılan hammadde metanol ekstraktlarının yağa katılmasının ardından, etüvde bekletme esnasında kırmızılığın göstergesi olan a^* değeri açısından değerlendirildiğinde ise; BHT katılmış yağlar için a^* değeri zaman artışı ile birlikte 6.güne kadar azalış göstermişirken, 9.gün ile birlikte stabil kalmıştır. Buna benzer bir düşüş kontrol örneği için de gözlemlenmiştir. Oksidasyon artışı ile a^* değerinin düşüşü ile BHT ve kontrol örneğinde gözlenmiş ve yeşil renk oluşumu ile ilgili veri elde edilmiştir. Diğer örnekler için aynı durum geçerli olmamıştır.

Denemede kullanılan hammadde metanol ekstraktlarının yağa katılmasının ardından, etüvde bekletme esnasında sarılığın göstergesi olan b^* değeri açısından değerlendirmesinde BHT’nin sonuçlarının, a^* ’dan alınan sonuçlarında olduğu gibi düşüşü görülmüştür. 3.günde mısır ve buğday kepeği ekstraktı eklenmiş yağların b^* değerleri beklenmedik değişimler göstermiştir.

Peroksit analizinin dışında yapılan, renge ve absorpsiyona dayalı analizler için beklenmedik sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu sonuçların, yağa ekstrakt katıldıktan sonra

yağın yansıma yada absorpsiyon özellikleri açısından analiz sonuçlarını olumsuz etkileyen değişimlere uğradığı kanaati oluşmuştur.

5.2 Öneriler

Elde edilen sonuçlara göre hammaddelerin metanol ekstraktlarının oksidasyonu önleme kabiliyetleri BHT'nin etkisinden düşük çıkmıştır. Serbest radikal süpürücü etki ve indüksiyon zamanı analizleri açısından yapılan testlerde ekstraktlardan alınan sonuçlar 5 kat farklılık göstermiştir. Bu durumda bu iki analizin de oksidasyon kabiliyeti farkının ifadesinde farklı oransal göstergeler ile sonuç verdiği görülmüştür. Ekstraktlar kendi aralarında kıyaslandığında, antioksidan aktivite analizlerinde susam kabuğunun etkili olduğu görülmüştür.

Peroksit analizinin dışında yapılan, renge ve absorpsiyona dayalı analizler için beklenmedik sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu sonuçların, yağa ekstrakt katıldıktan sonra yağın yansıma yada absorpsiyon özellikleri açısından analiz sonuçlarını olumsuz etkileyen değişimlere uğradığı kanaati oluşmuştur. Ekstraktların ilave edilmesi ile yapılan yağ oksidasyon denemelerinde bu duruma dikkat edilmesi gerekliliği anlaşılmaktadır.

Bu hammadde ekstraktlarının kullanımının, oksidasyonu önleme kabiliyetlerinin düşük olmasından dolayı, doğal antioksidan kaynağı olarak uygun olmadığı anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Adom, K. K., Sorrels, M. E., and Liu, R. H., 2003. Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties. *Journal of Agriculture of Food Chemistry*, 51(26), 7825-7834.
- Aguilar-Garcia, C., Gavino, G., Baragano-Mosqueda, M., Hevia, P., & Gavino, V. C. (2007). Correlation of tocopherol, tocotrienol, γ -oryzanol and total polyphenol content in rice bran with different antioxidant capacity assays. *Food Chemistry*, 102(4), 1228-1232.
- Altuğ, T., 2001. Gıda Katkı Maddeleri, Meta Basım. Bornova, İzmir, s. 17-39.
- Anonymous, 1997. Report of twenty-ninth session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Alinorm 9 7/12A. FAO/WHO, Rome.
- Anonim, 2008. US Patent Application No.60/404.004 Process for extraction of antioxidants from sesame seed/cake.
- Anonim, 2014. 2013 yılı Ayçiçeği Raporu. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. s. 26
- Anonymous, 1996. Official methods and recommended practices of the American. American Oil Chemists' Society, Fourth Edition, Methods: Cd 18-90.
- Anonymous, 2006. Official methods and recommended practices of the American. American Oil Chemists' Society, Fourth Edition, Methods: Cd8-53, Ch5-91 and Cd 12b-92.
- Baldioli, M., Servili, M., Perretti, G. and Montedoro, G. F., 1996. Antioxidant activity of tocopherols and phenolic compounds of virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 73(11),1589–1593.
- Bensmira, M., Jiang, B., Nsabimana, C. and Jian, T., 2007. Effect of Lavender and Thyme incorporation in sunflower seed oil on its resistance to frying temperatures. *Food Research International*, 40 (3), 341–346.
- Brewer, L. R., Kubola, J., Siriamornpun, S., Herald, T. J., and Shi, Y. C., 2014. Wheat bran particle size influence on phytochemical extractability and antioxidant properties. *Food Chemistry*, 152, 483-490.
- Bryngelsson, S., Mannerstedt-Fogelfors, B., Kamal-Eldin, A., Andersson, R. and Dimberg,

- L. H., 2002. Lipids and antioxidants in groats and hulls of Swedish oats (*Avena sativa* L). *Journal of the American Oil Chemists Society*, 82, 606–614.
- Budowsky, P., 1964. Recent research on sesamin, sesamol, and related compounds *Journal of the American Oil Chemists Society*, 41,280–285.
- Caponio, F., Bilancia, M. T., Pasqualone, A., Sikorska, E. and Gomes, T., 2005. Influence of the exposure to light on extra virgin olive oil quality during storage. *European Food Research and Technology*, 221(1–2), 92–98.
- Chang, L. W., Yen, W. J., Huang, S. C., and Duh, P. D., 2002. Antioxidant activity of sesame coat. *Food Chemistry*, 78(3), 347-354.
- Chotimarkorn, C., Benjakul, S. and Silalai, N., 2008. Antioxidative effects of rice bran extracts on refined tuna oil during storage. *Food Research International*, 41, 616–622.
- Chotimarkorn, C., Silalai, N. 2008a. Oxidative stability of fried dough from rice flour containing rice bran powder during storage. *LWT.*, 41,561–568.
- Chotimarkorn, C. and Silalai, N., 2008b. Addition of rice bran oil to soybean oil during frying increases oxidative stability of fried dough from rice flour during storage. *Food Research International*, 41,308–317.
- Chu, Y. and Hus, H., 1999. Effects of antioxidants on peanut oil stability. *Food Chemistry*, 66, 29–34.
- Dolde, D., Vlahakis, C. and Hazebroek, J., 1999. Tocopherols in breeding lines and effects of planting location, fatty acid composition, and temperature during development. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 76, 349-355.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:295, Ankara.
- El-Adawy, T., Ramha, E.H., El-Bedawy, A.A. and Gaffar, A.M., 1999. Properties of some citrus seeds. Part 3. *Evaluation as a new source of protein and oil*. *Nahrung*, 43, 385-391.
- Fennema, O. R., 1976. Principles of Food Science, Part 1, Food chemistry, Marcel Dekker Inc.
- Gandhi, V.M., Mulky, M.J., Mukerji, B., Iyer, V.J. and Cherian, K.M., 1997. Safety evaluation of wild apricot oil. *Food and Chemical Tox.*, 35, 583-587.
- Grigoriadou, D. and Tsimidou, M. Z. 2006. Quality control and storage studies of virgin olive oil: Exploiting UV spectrophotometry potential. *European Journal of Lipid*

- Science and Technology*, 108(1), 61–69.
- Hamilton, R. J., 1994. The Chemistry of Rancidity in Foods. In J. C. Allen, R. J. Hamilton (Eds.), *Rancidity in foods* (3rd ed.). New York: Chapman and Hall (pp. 1–21).
- Iqbal, S., Bhangar, M. I. and Anwar, F., 2005. Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. *Food Chemistry*, 93,265–272.
- İbanoğlu, Ş., Gökpınar, İ., Dalgıç, A.C. and Öner ve M. D., 1999. Buğday ruşeymi özellikleri ve kullanım Alanları. *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 8(6), 39-43.
- Judde, A., Villeneuve, P., Rossignol-Castera, A. and Le Guillou, A., 2003. Antioxidant Effect of Soy Lecithins on Vegetable Oil Stability and Their Synergism with Tocopherols. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80 (12), 1209-1215.
- Kamel, B.S., Deman, J.M. and Blackman, B., 1982. Nutritional fatty acid and oil characteristics of different agricultural seed. *Food Tech.*, 17, 263-267.
- Karaoğlu, M. M. and Kotancılar, H.G., 2001. Tahıl Ürünlerinin Sağlığımız Açısından Önemi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (1), 101-108.
- Kochhar, S. P., 2000. Stable and healthful frying oil for 12th century. *Inform.*, 11,642–647.
- Krings, U. and Berger, R. G., 2001. Antioxidant Activity of Some Roasted Foods. *Food Chemistry*, 72, 223-229.
- Kurilich, A.C. and Juvik, J.A., 1999. Simultaneous quantification of carotenoids and tocopherols in corn kernel extracts by HPLC. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 22, 2925-2934.
- Liu, R. H., 2003. Health benefits of fruit and vegetables are form additive and synergistic combinations of phytochemicals. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78,517–520.
- Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J-J., Parry, J., Gao, J-M. and Yu, L. L., 2010. Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils . *LWT - Food Science and Technology*, 43(9), 1409–1413.
- Madhavi, D. L., Deshpande, S. S. and Salunkhe, D. K., 1996. Food Antioxidants: Technological, Toxicological and Health Perspectives, *Marcel Dekker*, New York.
- Marinova, E. M. and Yanishlieva, N. V., 1997. Antioxidative activity of extracts from selected species of the family Lamiaceae in sunflower oil. *Food Chemistry*, 58 (3), 245–248.

- Minitab, M., 2000, Minitab reference manual (release 13.0), *Minitab Inc. State Coll. PA, USA*.
- Morello J.R., Motilva M.J., Tovar M.J. and Romero M.P., 2004, Changes in commercial virgin olive oil (cv. Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction, *Food Chemistry*, 85, 357-364
- Mstat-C, 1989, A microcomputer program for the design, management, and analysis of agronomic research experiments, (Distribution April 1989, After Version I in 1983), *Michigan State Univ, USA*.
- Nakajima, A. and Hidaka, H., 1993. Photosensitized oxidation of oleic-acid, methyl oleate, and olive oil using visible-light. *Journal of Photochemistry and Photobiology A – Chemistry*, 74(2–3),189–194.
- Naz, S., Siddiqi, R., Sheikh, H. and Sayeed, S. A., 2005. Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep-frying. *Food Research International*, 38(2), 127–134.
- Nicolosi, R. J., Rogers, E. J., Ausman, L. M. and Orthoefer, F. T., 1994. In: Marshall, W. E., Wadsworth J. I. (Eds.), Rice bran oil and its health benefit- rice science and technology (s. 350–421). New York: Marcel Dekker.
- Nystrom, L., Arcenius, T., Lampi, A. M., Moreau, R. A. and Piironen, V., 2007. A comparison of the antioxidant properties of steryl ferulates with tocopherol at high temperature. *Food Chemistry*, 101,947–954.
- Okada, T. and Yamaguchi, N., 1983. Antioxidative effect and pharmacology of oryzanol. *Journal Japan Oil Chemistry Society (in Japanese)*, 32,305.
- Park, Y. S., Kim, Y. S. and Shin, D. H., 2002. Antioxidative effects of ethanol extracts from *Rhus verniciflua* stoke on yukwa (oil popped rice snack) base during storage. *Journal of Food Science*, 67,2474–2479.
- Pellegrini N., Serafini, M., Salvatore, S., Rio, D.D., Bianchi, M. and Brighenti, F., 2006. Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed in italy assessed by three different in vitro assays. *Molecular Nutrition and Food Research* 50: 1030-1038
- Pietta, P. G., 2000. Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63,1035–1042.
- Pignitter, M. and Somoza, V., 2012. Are vegetable oils always a reliable source of vitamin A? *Sight and Life*, 26 (1), 18-27.

- Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M., 2001. Antioxidants in food. Woodhead Publishing Ltd., 365 p., England.
- Prakash A. Antioxidant Activity. 2001. *Medallion Laboratories Analytical Progress*, 19, 1-6.
- Reische, D., Lillard, W. D. A. and Eitenmiller, R. R., 1998. In: C. C. Akoh ve D. Min (Eds.), *Antioxidants food lipids-chemistry, nutrition and biotechnology* (s. 423–448). New York: Marcel Decker.
- Shahidi, F., 2000. Antioxidants in food and food antioxidants. *Food/Nahrung*, 44(3), 158-163.
- Sikorska, E., Caponio, F., Bilancia, M.T., Summo, C., Pasqualone, A., Khmelinskii, I.V. and Sikorski, M., 2007. Changes in colour of extra-virgin olive oil during storage, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(4),495-498.
- Silva, F. A. M., Borges, F. and Ferreira, M. A., 2001. Effects of Phenolic Propyl Esters on the Oxidative Stability of Refined Sunflower Oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 3936-3941.
- Singh, R. P., Chidambara, K. N. and Jayaprakasha, G. K., 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 81- 87.
- Singleton, V. L., Orthofer, R. AND Lamuela-Raventos, R. M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152–178.
- Tyagi, V. K. and Vasishtha, A. K., 1996. Changes in the characteristic and composition of oil during deep-fat frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73,499–506.
- Ulaş, M., 2015. Ayçiçek Yağının Oksidatif Stabilitesi Üzerine Çörekotu (*Nigella sativa*) Yağının Etkileri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*. Yüksek lisans tezi.
- Velasco, J. and Dobarganes, C., 2002. Oxidative stability of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9–10), 661–676.
- Warnwe, K. and Mounts, T. L., 1993. Frying stability of soybean and canola oils with modified fatty acid compositions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73,499–506.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Fatma Uçar
Uyruğu: T. C.
Doğum Yeri ve Tarihi: Meram 05.01.1990
Telefon: 05412938666
Faks:
e-mail: fatmaterlemez11@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise:	Özel İsmail Kaya Lisesi, Selçuklu, Konya	2007
Üniversite:	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü	2008-2012
	Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Sosyoloji Bölümü	2013- devam ediyor
Yüksek Lisans:	Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü	2013- devam ediyor
Doktora:	-	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014	Panagro Et-Süt Entegre Üretim Tesisi	Et Ürünleri Proses Kalite Kontrol Mühendisi

UZMANLIK ALANI

Uçucu Yağlar – Aromatik Bitkiler

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

Sertifikalar

2010- ISO 22000 GIDA GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİ
 2013- AGİLENT HPLC CİHAZI YAZILIM, DONANIM VE KULLANICI EĞİTİMİ
 2016- RANCİMAT CİHAZI EĞİTİMİ

YAYINLAR

1. ÜZÜM ÇEKİRDEĞİ YAĞI EKSTRAKSİYONUNDA SU İLAVESİNİN YAĞA GEÇEN FENOLİK BİLEŞENLER VE BUNLARIN MİKTARINA ETKİSİ
2. TAHİN ÜRETİMİNDE UYGULANAN PROSES AŞAMALARININ ÜRÜNÜN MİNERAL MADDE VE FENOLİK BİLEŞEN İÇERİĞİ İLE RADİKAL TUTUCU ETKİSİNDE MEYDANA GETİRDİĞİ DEĞİŞİMLER

3. SCI İNDEKSLİ MAKALE: DEMİR MUSTAFA KÜRSAT, ÜNVER AHMET, ARSLAN DANACIOGLU DERYA, ÜÇOK GAMZE, TERLEMEZ FATMA, TÜRKER SELMAN (2015). Characterisation of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) wheat oil. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7(5), 707.
4. SEMPOZYUM BİLDİRİSİ: TERLEMEZ FATMA, ÜNVER AHMET, ARSLAN DANACIOGLU DERYA (2014). TAHİN ÜRETİM PROSESİNDE MINERAL MADDE DEĞİŞİMİ. 4. GELENEKSEL GIDALAR SEMPOZYUMU, 844-844.
5. SEMPOZYUM BİLDİRİSİ: ARSLAN DERYA, TERLEMEZ FATMA, ÜNVER AHMET (2013). ZEYTİNYAĞININ BİLEŞİMİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ. 2. ULUSLARARASI HELAL VE SAĞLIKLI GIDA KONGRESİ, A-41.