



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

**GAMA-ORİZANOL İÇEREN HAM PİRİNÇ
KEPEK YAĞININ BAZI BİTKİSEL
YAĞLARIN OKSİDASYON STABİLİTESİ VE
YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU ÜZERİNE
ETKİSİ**

Muhammet ERCAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Ağustos-2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Muhammet ERCAN tarafından hazırlanan “Gama-Orizanol İçeren Ham Pirinç Kepek Yağının Bazı Bitkisel Yağların Oksidasyon Stabilitesi Ve Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması 26/08/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Mehmet AKBULUT
(Danışman)

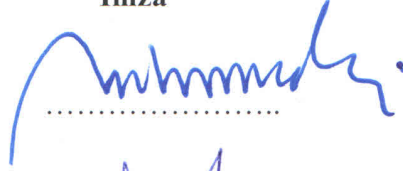
Üye

Yrd. Doç. Dr. M. Kürşat DEMİR

Üye

Yrd. Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Aşır GENÇ
FBE Müdürü

Bu tez çalışması ÖYP Koordinatörlüğü tarafından 2013- ÖYP-065 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 atf 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.

Muhammet ERCAN

03/09/2014

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GAMA-ORİZANOL İÇEREN HAM PİRİNÇ KEPEK YAĞININ BAZI BİTKİSEL YAĞLARIN OKSİDASYON STABİLİTESİ VE YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ

Muhammet ERCAN

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

2014, 68 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

Yrd. Doç. Dr. M. Kürşat DEMİR

Yrd. Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR

Bu çalışmada ayçiçek, kanola ve mısırözü yağlarına antioksidatif doğal bir bileşen olan gama orizanol içeren ham pirinç kepek yağı eklenmiştir ve 90 gün boyunca oda sıcaklığında depolama işlemi yapılmıştır. Depolama sürecinde yağ örneklerinin oksidasyon stabilitesi, yağ asidi kompozisyonu ve bazı kalite kriterleri incelenmiştir. Araştırmada kullanılan pirinç kepeği, üretim yerinden pirinç kabuk soyma işleminin hemen ardından temin edilmiştir. Pirinç kepeği daha sonra 110 °C'de 10 dakika boyunca etüvde lipaz enzimi inaktivasyonunu sağlamak amacıyla stabilize edilmiştir. Ham pirinç kepeği yağı eldesi için soğuk ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır.

Elde edilen ham pirinç kepek yağına, rafine edilmiş ayçiçek, kanola ve mısırözü yağlarına % 0 (kontrol), % 1, % 2 ve % 5 oranlarında eklenmiştir. Depolama süresi boyunca 1., 15., 30., 50., ve 90., günlerde laboratuvar analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu elde edilen peroksit değerleri verilerine göre yağ çeşitlerinin, ham pirinç kepeği yağı ekleme oranlarının, depolama sürecinin ve bunların etkileşimlerinin tamamı istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. En yüksek peroksit değerleri ortalamasına 90. depolama gününde ulaşılrken (34.25 ± 12.79), % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı ilave edilen yağ örnekleri (10.45 ± 7.34) ile kontrol örnekleri (10.10 ± 9.23) de en düşük peroksit değerlerine sahiptir. Bununla birlikte serbest yağ asitliği değerlerinde sadece depolama süreci istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Yağ çeşitleri, ham pirinç kepek yağı ekleme oranları ve diğer etkileşimler ise serbest yağ asitliği değeri üzerine istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Yapılan renk ölçümlerinde ise depolama x yağ çeşitleri etkileşimi hariç, bütün diğer varyasyon kaynakları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Yapılan ölçümlerde ayçiçek ve kanola yağlarına ait L^* değerleri ortalaması ile son depolama günü ve % 0, % 1 ve % 2 oranında eklenen ham pirinç kepeği ölçülen L^* değerleri ortalamaları en yüksek çıkmıştır. Benzer şekilde bütün varyasyon kaynakları a^* değerleri üzerine istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) etki göstermiştir. Ayçiçek ve kanola yağlarına ait örneklerde, son depolama gününde, % 0 ve % 1 oranında ham pirinç kepeği yağı eklenen örneklerde a^* değerleri ortalamaları en yüksek çıkmıştır. b^* değerleri üzerine ise yağ çeşitleri x pirinç kepeği yağı ekleme miktarı x depolama etkileşimi hariç diğer bütün faktörler istatistiksel olarak çok önemli oranda ($p<0.01$) etki etmiştir. En yüksek b^* değerlerine ilk depolama gününde ve % 5 oranında ham pirinç kepeği eklenen örneklerde ulaşılmıştır. Chroma değerleri üzerine yağ çeşidi, depolama süresi ve ham pirinç kepeği yağı ekleme oranları ile bu faktörlerin birbirleri arasındaki etkileşimleri istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0.01$) oranda etki etmiştir. En yüksek chroma değerlerine 1. gün depolama sürecinde, % 5 oranında ham pirinç kepeği yağı eklenen örneklerde tespit edilmiştir. Hue değerleri üzerine yağ çeşitleri, depolama süreci ve yağ çeşidi x depolama süresi etkileşimi istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. en yüksek hue değerlerine ise ayçiçeği ve kanola yağında, 90. gün depo sürecinde ve % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham

pirinç kepeği yağı oranlarında ulaşılmıştır. Yağ asitleri kompozisyonu sonuçlarında ise palmitik, stearik ve linolenik asit değerleri üzerine bütün faktörler istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) oranda etki etmiştir. Linoleik asit miktarında ise yağ çeşidi, depolama süresi ve yağ çeşidi x depolama süresi x eklenen ham pirinç kepeği yağı oranı interaksiyonları istatistiksel açıdan çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: depolama, gama-orizanol, oksidasyon, pirinç kepeği yağı, yağ asidi kompozisyonu.

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECT OF CRUDE RICE BRAN OIL CONTAINING GAMMA-ORYZANOL ON OXIDATION STABILITY AND FATTY ACID COMPOSITION OF SOME VEGETABLE OILS

Muhammet ERCAN

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

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

2014, 68 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

Assist. Prof. Dr. M. Kürşat DEMİR

Assist. Prof. Dr. Hacer ÇOKLAR

In the present study, crude rice bran oil a natural antioxidative component gamma-oryzanol was added on the oils of sunflower, canola and corn germ and, these samples were stored for 90 days at room temperature. During the storage period, oxidation stability, fatty acid composition and some of the quality characteristics of the oil samples were investigated. Rice bran was provided from production ground just after rice milling process. Rice bran was stabilized to inactivate of lipase enzyme for 10 minutes at 110 °C in incubator. Cold extraction method was used to obtain crude rice bran oil.

Addition ratios of the crude rice bran oil on the refined sunflower, canola and corn germoil was 0 % (control), 1 %, 2 % and 5 %. Laboratory analyses were made on the 1st, 15th, 30th, 50th and 90th days, during the storage period. According to the results of the peroxide values obtained from analyses, statistical analysis were highly significant ($p<0.01$) for all the factors that were consisted from oil species, addition ratio of the crude ricebran and storage period. Means of the results showed that the highest peroxide value (34.25 ± 12.79) was on the 90th day of storage period while the lowest values were found on both the 5% crude rice bran oil addition (10.45 ± 7.34) and control samples (10.10 ± 9.23). The only factor that was affecting free fatty acid content was only storage period that was highly significant on the importance level of 1 %. Effects of the oil species, crude rice bran oil addition ratios and the other interactions on the free fatty acid content were non-significant. All of the variation sources except for storage period x oil species interaction showed highly significance ($p<0.01$) on the color measurement. The highest L^* values were measured on the sunflower, canola oil and at the last day of the storage period and on the crude rice bran oil addition ratios of 0 %, 1 % and 2 %. Similarly, all of the variation sources were found statistically significant ($p<0.01$) for the a^* values. The highest a^* value was found on the sunflower, canola oil and on the last day of the storage period and on the crude ricebran oil addition ratios of 0 % and 1 %. The b^* values were statistically significant ($p<0.01$) for all the factors except for oil species x ricebran oil addition ratio x storage period interaction. The highest b^* value was obtained from the first day of the storage period and on the crude rice bran oil addition ratios of 5 %. All of the variation sources were found statistically significant ($p<0.01$) for the chroma values. The highest chroma value was obtained from the first day of the storage and on the crude rice bran oil addition ratios of 5%. The hue values were statistically significant ($p<0.01$) for only oil species, storage period and the interaction between oil species and storage time. The highest hue values were obtained from sunflower oil and canola oil, 90th storage period and on the crude rice bran oil addition ratios of % 0, % 1, % 2 and % 5.

According to the results of the fatty acid composition, effects of all the factors were highly significant on palmitic, stearic and linolenic acid contents. The variation of oil species, storage time and interaction of oil species x storage period x crude rice bran oil addition were highly significant ($p < 0.01$) on the linoleic acid content.

Key words: fatty acid composition, gamma-oryzanol, oxidation, rice bran oil, storage.

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, karşılaştığım her zorlukta yardımını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet AKBULUT'a, tezimin laboratuvar aşamasında yardımlarını gördüğüm değerli asistan arkadaşlarım Arş. Gör. Hasan İbrahim KOZAN'a, Arş. Gör. Ali Samet BABAOĞLU'na, Arş. Gör. Talha DEMİRCİ'ye ve bilgi ve desteği ile her zaman yanımda olan Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÜNVER'e, beni her zaman destekleyen ve tüm öğrenim hayatım süresince hep yanımda olan aileme ve tez araştırmamın her safhasında özellikle sabırla manevi desteğini benden esirgemeyen eşim Zeynep ERCAN'a şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam için gerekli olan bitkisel yağları temin ettiğim Helvacızade A.Ş. Genel Müdürlüğü'ne ve Mustafa YILDIZ Bey'e de teşekkürlerimi sunarım.

Muhammet ERCAN
KONYA-2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal	10
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Deneme planı	10
3.2.2. Analiz edilen örneklerin ekstraksiyonu	11
3.2.3. Analiz metotları.....	11
3.2.3.1. Gama-orizanol miktarının belirlenmesi	11
3.2.3.2. Peroksit değeri.....	11
3.2.3.3. Serbest Yağ Asitliği (% oleik asit cinsinden)	11
3.2.3.4. Yağ asitleri analizi	11
3.2.3.5. Renk değerlerinin belirlenmesi	12
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	13
4.1. Gama-orizanol miktarı	13
4.2. Peroksit Değeri.....	13
4.3. Serbest Yağ Asitliği(% oleik asit cinsinden)	18
4.4. Yağ Asiti Kompozisyonu Analizleri.....	22
4.5. Renk Analizi Sonuçları	30
4.5.1. L^* değeri	34
4.5.2. a^* değeri.....	37
4.5.3. b^* değeri.....	40
4.5.4. Chroma değeri.....	43
4.5.5. Hue değeri	45
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	48
5.1 Sonuçlar	48
5.2 Öneriler	49
KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ.....	58

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

a^*	: Kırmızılık
b^*	: Sarılık
BHA	: Bütillendirilmiş hidroksianisol
BHT	: Bütillendirilmiş hidroksitoluen
C	: Karbon
L^*	: Parlaklık
SYA	: Serbest yağ asitliği
TBA	: Tiyobarbutirik asit
TBARS	: Tiyobarbitürat reaktif maddeler
TBHQ	: Tersiyer bütıl hidroküinon
UV	: Ultraviyole

1. GİRİŞ

Üç temel besin maddesinden biri olan yağların insan organizması enerji ihtiyacının büyük çoğunluğunu karşılaması yanında başka pek çok fizyolojik ve biyolojik fonksiyonları bulunmaktadır (Gadoth, 2008; Lorgeril ve ark., 2004).

İnsan beslenmesi açısından önemli olan yağlar, canlı yapısının temel birimi olan hücrelerin oluşumunda ana bileşenlerden biridir. Yağlar genel olarak bitkisel ve hayvansal kaynaklı olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Yemelik yağların yaklaşık % 71'i bitkisel kaynaklıdır. Yağ elde edilen bitkilerin yağları tohum ya da meyve kısmında depo edilmektedir. Yağlı tohumların bazıları (yer fıstığı, fındık gibi) insanlar tarafından direkt olarak tüketilirken bazıları da birtakım işlemler sonucunda tüketilir hale gelmektedir (Salunkhe ve ark., 1992).

Dünya üzerinde yemelik olarak en fazla kullanılan bitkisel yağlar yer fıstığı, soya fasulyesi, ay çiçeği, kolza, hardal, susam ve aspir gibi tek yıllık bitki tohumlarından ve palm, fındık ve zeytin gibi çok yıllık ağaçların meyvelerinden elde edilir. Pamuk yağı da son yıllarda yenilebilir olarak üretilen yağlar arasına girmiştir. Benzer şekilde mısırözü ve pirinç kepeği yağı da lifli tahıllardan elde edilen değerli birer yan ürün olarak ticari kullanım için üretilmektedir. Ayrıca kakao yağı ve avakado yağı da meyve orijinli yağlar arasında yerini almaktadır (Rekha ve ark., 1997).

Yenilebilir yağlar yüksek enerji değerlerinin yanı sıra A, D, E ve K gibi vitaminler için iyi bir çözücü ve taşıyıcı olması, esansiyel yağ asitleri içerikleri ile diyetin vazgeçilmez yapı taşlarıdır. Esansiyel yağ asitleri insan vücudunda sentezlenemez, bu nedenle de günlük besinlerle hazır olarak alınmaları gerekir (Martin ve ark. 1981).

Bitkisel yağlar içerdiği yağ asidi içerikleri, antioksidan özellikleri gibi konularda araştırmacılar için ilgi çekici bir konu olmuştur. Son yıllarda geleneksel bitkisel yağların (zeytinyağı, ayçiçeği yağı, mısır özü vb.) yanı sıra geleneksel olmayan yağlar üzerine yapılan araştırmalar da artmıştır. Geleneksel olmayan bitkisel yağlar özgün kimyasal özelliğe sahip bileşenleri, antioksidan bileşikleri, vitaminleri, mineral içerikleri nedeniyle önemlidir ve belki de bu yağlar gelecekte yemelik yağ ihtiyacını karşılayabilir duruma gelecektir (Ramadan ve ark. 2006).

Yağlar, üç değerlikli bir alkol olan gliserin ($C_3H_5(OH)_3$) ile yağ asitlerinin ($R-COOH$) esterleşmesinden meydana gelmektedir. Bu esterleşme sonucunda trigliserid molekülleri oluşur. Bir trigliserid molekülünün yaklaşık % 94-96'sını yağ asitleri oluşturmaktadır. Yağlar bulundukları yere göre bitkisel ve hayvansal yağlar; yapılarına

göre katı yağlar, yarı katı yağlar ve sıvı yağlar; fonksiyonlarına göre organ yağları ve depo yağları olarak sınıflandırılabilirler (Demirci, 2001).

Katı ve sıvı yağlar insan ve hayvan diyetlerinde temel bileşen olarak yer alan bileşiklerdir. Yağlar, gıda maddelerini oluşturan çeşitli grup bileşikler içerisinde enerji bakımından en yoğunlaştırılmış kaynağı teşkil ederler. Esansiyel niteliğe sahip çeşitli yağ asitlerini içerirler. Yağlar yemeklerden sonra tokluk hissine katkıda bulunurlar. Gıdaların daha lezzetli olmasına hizmet ederler. Ayrıca yağlar, yağda çözünen vitaminler için de taşıyıcı fonksiyona sahiptirler (Nas ve ark., 2001).

Doğal haliyle veya teknolojik işlemler uygulanarak tüketilen yağlardan, vücudun gerektiğinde yararlanabilmesini sağlamak tüketicinin en temel görevidir. Fakat hiçbir gıda maddesinin belli bir süreç içinde ve uygun şekilde tüketilmedikçe, fiziksel, kimyasal ve özellikle biyokimyasal niteliklerini uzun süre koruması mümkün değildir. Kaldı ki, en uygun biçim ve niteliklerde kullanılması halinde bile toplumlarda çıkabilecek sağlık sorunları ile beslenme rejimleri arasındaki ilişki araştırıldığında en çok sorgulanan gıda maddesinin yağlar olduğu görülmektedir (Kayahan, 2001).

Katı ve sıvı yağlar, gliserol ve yağ asitlerinden oluşan trigliseritlerin hakim olduğu bileşikler grubudur. Bu bileşikler suda çözünmediği halde pek çok organik çözücüde çözünür ve sudan daha düşük yoğunluğa sahiptirler. Normal oda sıcaklığında sıvı formdan katı forma kadar değişim gösteren bir erime aralığında bulunabilmektedirler.

Oda sıcaklığında katı formda iseler katı yağlar (fats), sıvı formda iseler sıvı yağlar (oils) olarak tanımlanmaktadır (Koçak, 2005).

Bitkisel yağlar, önemli esansiyel yağ asitlerini içermelerine karşın yapılarında kolesterol içermezler. Vücutta yapılamayan ve mutlaka dışardan alınması gerekli olan oleik, linoleik ve linolenik asit gibi doymamış ve esansiyel yağ asitleri, bitkisel yağların bünyesinde fazla oranda yer alırlar (Babayan ve ark., 1989).

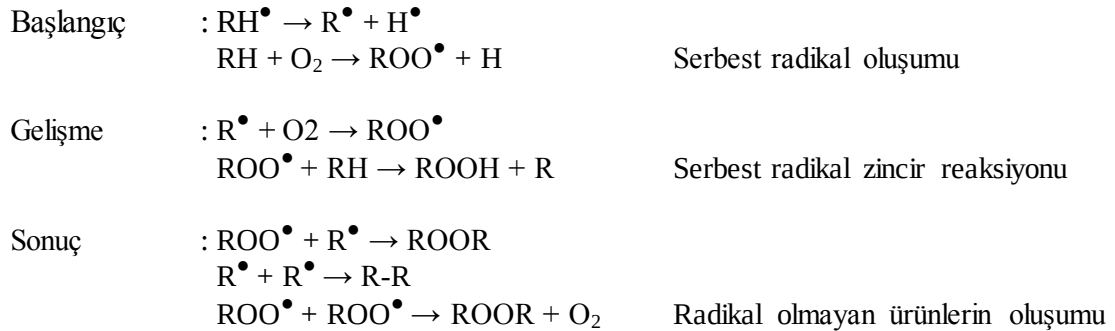
Yağ asitleri, genellikle çift sayıda karbon atomu içeren, alifatik ve mono bazik asitler şeklinde tanımlanmaktadır. Şimdiye kadar açıklığa kavuşturulabilen yağ asitlerinin sayısının 200'den fazla olduğu bilinmektedir. (Kayahan, 2003). Yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini yapılarında bulunan yağ asitlerinin yağdaki oranı ve çeşitleri etkilemektedir (Gökalp ve ark., 2001).

Bitkisel yağların, hava veya oksijene maruz bırakıldıklarında oksidatif parçalanmaya uğradıkları bilinmektedir. Oksidasyon yağların maruz kaldıkları en önemli reaksiyon olup, asitlik, korozyon, viskozite ve uçucu bileşenlerin oranında artışa

neden olur. Trigliserid molekülünde oleik, linoleik ve linolenik asitlerin içerdikleri C=C bağları çeşitli oksidasyon reaksiyonlarında aktif bölge olarak davranırlar. Doymuş yağlar nispeten daha yüksek oksidatif stabiliteye sahiptirler. Oksidasyon genelde bir radikal oluşumu başlangıç mekanizması içerisinde yer alır (Kayahan, 2003). Başlangıç aşamasında oluşan serbest radikaller oksijen ile tepkimeye girerek peroksit, serbest radikaller ve hidroperoksitleri oluştururlar. Bu aşamada oksijen tüketilirken, peroksitlere dönüşmeden önce yapıları tam olarak bilinmeyen ara ürünlerin oluşumunu sağlarlar. Peroksitler daha sonra acılaşmaya ve toksisiteye neden olan alkoller, ketonlar, aldehitler ve karboksilik asitlere dönüştürler. Bu bileşenlerin molekül ağırlıkları yağlarınkine yakın olduğunda yağda çözünmüş olarak kalırlar (Kaya, 2008).

Yağ oksidasyonu sonucu oluşan ürünler genellikle istenilmeyen lezzet değişimlerine neden oldukları için gıdaların pazarlanabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedirler (Gür, 2006).

Oksidasyon yağlar ve yağ içeren gıdalarda lezzet kaybına ve arzu edilmeyen lezzet oluşumuna neden olan önemli bir kimyasal tepkime olup, oksidatif reaksiyonun aşırı olması durumunda ise toksik yan ürünler oluşabilmektedir. Ancak genellikle yağların oksidasyonu toksik yan ürünlerin dikkate alınacağı bir noktaya kadar ilerlememektedir. Oksidasyon mekanizması aşağıdaki şekilde ilerler ve sonlanır:



Şekil 2.1. Lipid oksidasyon reaksiyonları (Khayat ve Schwall 1983; Morrissey ve ark. 1998)

RH : Yağ asidi (PUFA : Çoklu doymamış yağ asidi)

ROOH : Hidroperoksit

ROOR : Eter

$ROO^{\bullet}$: Peroksi radikali

$RO^{\bullet}$: Alkoksi radikali

$HO^{\bullet}$: Hidroksi radikali

$R^\bullet$: Lipit radikali

M : Çok değerlikli metaller (Cu, Fe)

Antioksidanlar oksidatif bozunmanın geciktirilmesi suretiyle yemeklik katı ve sıvı yağların oksidatif stabilitesini destekleyen ve daha uzun raf ömrüne sahip olmalarını sağlayan kimyasal bileşiklerdir. Oksidasyon serbest radikal oksidasyonu olarak da ifade edilen bir seri reaksiyondur. Serbest radikaller yüksek derecede reaktif olan ve oksijenle reaksiyonları sonucunda peroksit ve hidroperoksit leri oluşturan bileşikler olup diğer serbest radikalleri de teşvik etmek suretiyle ileri oksidasyonların başlamasına sebep olabilirler. (O'Brien, 2004a).

Antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek veya mevcut radikalleri süpürerek hücrenin zarar görmesini engelleyen ve yapısında genellikle fenolik fonksiyon taşıyan moleküllerdir (Kahkönen ve ark., 1999; Nagai ve ark., 2005). Antioksidanlar etki mekanizmalarına göre primer ve sekonder olmak üzere iki sınıfa ayrılır. (Reische ve ark., 1998). Yağlarda en çok kullanılan primer antioksidanlar tokoferoller, butillenmiş hidroksianisol (BHA) ve butillenmiş hidroksitoluendir (BHT) (Chu Hus, 1999).

Son yıllarda birçok araştırmacı doğal antioksidanlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Bitki ekstraktları güçlü antioksidan aktivite gösterebilen fenolik bileşikler içermektedir (Chotimarkorn, ve ark., 2008). Sentetik antioksidanların kullanımlarının sınırlandırılması ve tüketicilerin bilinçlenmesi nedeniyle, yenilebilir maddelerden, yenilebilir yan ürünlerden ve diğer sınırlı doğal kaynaklardan elde edilen antioksidanlar ilgi çekici hale gelmişlerdir (Moure ve ark., 2001).

Vücutta kalkan görevi yapan antioksidanların özelliği, kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri nötralize etmeleri ve bu sırada serbest radikal haline gelmemeleridir (Prior ve Cao, 1999).

Serbest radikaller atomik ya da moleküler orbitallerde bir veya daha fazla ortaklanmamış elektrona sahip atom ya da moleküllerdir. Bu ortaklanmamış elektron(lar) serbest radikale büyük ölçüde reaktivite kazandırır. Serbest radikaller küçük moleküllerdir, düşük aktivasyon enerjisine sahiptirler ve kısa ömürlüdürler. Boyutlarının küçük olması hücre membranlarından kolaylıkla geçmelerine olanak sağlar (Jensen, 2003).

Lipitlerde oluşan oksidatif tepkimeler oluşum şekil ve koşullarına göre kimyasal veya enzimatik olabildiği gibi, otokatalitik, termik oksidasyon, oksipolimerizasyon

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 ortamda ışık, dalga boyu, çok değerlikli metallerin bulunması, su aktivitesi ve ortamın sıcaklık derecesi tepkimelerin başlaması ve hızlanmasını etkileyen diğer faktörlerdir (Kayahan, 2003; Bayrak, 2006).

Bazı yağların pirinç kepeği yağı ve pirinç kepeği ekstraktı ilavesi ile oksitadif stabilitelerinin artırıldığı bildirilmiştir. Ayrıca, bazı yağların ısı işlemlere ve ışığa karşı duyarlılıkları da araştırmalara konu olmuştur. Bu çalışmada ise ham pirinç kepek yağının içerdiği antioksidan bileşenlerin ayçiçeği, kanola ve mısırözü yağlarının raf ömrüne etkileri üzerinde durulmuştur. Antioksidan aktiviteye sahip bileşenlerden gama-orizanol ve tokoferol içeriği yüksek olan pirinç kepeği yağının, bazı bitkisel sıvı yağlara eklenmesiyle, bu yağların stabilizasyonu ve bileşenlerinin değişimi incelenerek sıvı yağlara ait kalite parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yağlar stabil ürünler değildir, çeşitli dönüşümlere uğramaktadır. Sıcaklık, ışık, oksijen varlığı, doymamışlık derecesi, antioksidant içerip içermemesi gibi birçok faktör yağların tüm performansını ve meydana gelen değişimleri etkilemektedir (Andrikopoulos ve ark., 2002).

Katı ve sıvı yağların bozulmasının en önemli etmeni olan lipid oksidasyonu kalite ve besinsel değerin düşmesine ve istenmeyen tat ve kokunun oluşmasına neden olmaktadır (Tan ve ark., 2002).

Yağlarda oksidatif reaksiyonların bir sonucu olarak açık sarıdan kırmızı kahve bir renge dönüşümle birlikte yağın viskozitesinde bir artış gözlenmektedir (Tan ve ark., 1985). Renk ve viskozitede meydana gelen bu değişim bozulma göstergeleri arasında yer almaktadır.

Yağların oksidatif stabilitesinin diğer bir ifadeyle oksidasyona karşı dayanıklılığının belirlenmesinde en uygun ölçüt, çok hızlı gerçekleşen oksidasyon aşamasına kadar geçen zamandır (Wagner ve Elmadfa, 1999). Aynı zamanda indüksiyon periyodu olarak bilinen ve ransimat metodu kullanılarak ölçülen bu süre devam eden kızartma uygulamaları süresince yağın direncindeki değişiklikleri takip etmek daha doğru sonuçlar vermektedir (Tsaknis ve ark., 1999).

Yağların, depolama anında oransal olarak, oksidasyonuyla çoklu doymamış yağ asitlerinin oranının azaldığı ve doymuş yağ asitlerinin arttığı bildirilmiştir (Chung ve ark., 2004; Park ve ark., 2002; Tyagi ve Vasishtha, 1996; Warnwe ve Mounts, 1993).

Serbest yağ asitleri, gıdanın yapısındaki nem oranına bağlı olarak ilerleyen yağın hidrolitik değişimi sırasında oksidasyonun son ürünleri olarak üretilmektedir (Fritsch, 1981). Buna bağlı olarak yağın serbest yağ asidi içeriği artmaktadır.

Oksidasyonun engellenmesi ya da geciktirilmesinde fenolik antioksidanlar, α - tokoferol, köpük oluşumunu engelleyici ajanlar ve azot gazından yararlanılabileceği rapor edilmiştir (Gertz ve ark., 2000).

Bitkisel materyallerin antioksidan aktivitelerinin ana amilleri fenolik bileşiklerdir ve bitkilerin bu özellikleri popüler araştırma konuları içindedir (Rice-Evans ve ark., 1977). Chotimarkorn ve ark. (2008) pirinç kepeği ekstraktlarının fenolik madde içerikleri ve bunların stabiliteyi üzerine araştırma yapılmadığını bildirmiştir.

Tokoferoller, bitkisel yağlarda iz miktarlarda bulunmaları nedeniyle, doymamış yağ asitli trigliseritlerin oksidasyonunu önlemede bir dereceye kadar etkilidir. Yağda

çözünen E vitamininin aktivitesi tokoferollerce sağlanmaktadır (Chow Ching, 1985). Yağlarda gerçekleşen oksidatif reaksiyonlarını engellemek veya hızlarını yavaşlatmak üzere gıdalara antioksidan maddeler eklenmektedir. Eklenen antioksidanlar gıda maddesinin kalitesinin korunması ve raf ömrünün arttırılmasını sağlar. Sentetik antioksidanların gıdalarda kullanımı, bu maddelerin sağlık üzerindeki olası olumsuz etkileri nedeniyle birçok ülke tarafından sınırlandırılırken, doğal antioksidanların kullanılmasına yönelik ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Hras ve ark., 2000).

Günümüzde askorbik asit, sitrik asit ve onların tuzları, tokoferoller ve baharat özleri rağbet gören en önemli doğal antioksidanlar arasında yer almaktadırlar (Weinreich, 1998).

Peroksit, tiyobarbiturik ve anisidin sayıları, yağların oksidasyon hızının belirlenmesinde sıkça başvurulanan önemli kriterler arasında yer almaktadırlar. Peroksit sayısı yağların birincil oksidasyon ürünleri olan hidroperoksitleri temsil ederken, tiyobarbiturik ve anisidin sayıları, oksidasyonun ikincil ürünleri olan malonaldehidleri temsil etmektedir (Shahidi ve Wanasundara, 2002; Mao ve ark., 2006).

Gıda sanayinin yan ve atık ürünleri son yıllarda araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Bu ürünlerin yeniden değerlendirilmesine yönelik çalışmalar artış göstermektedir (Kamel ve ark., 1982; Gandhi ve ark., 1997; El-Adawy ve ark., 1999). Pirinç değirmencilğinde bir yan ürün olan pirinç kepeğinin değerli bir yağ kaynağı olduğu bildirilmiştir (Chotimarkorn ve ark., 2008).

Literatürde pirinç kepeği ekstraktının serbest radikal süpürme, çelat oluşturma ve indirgen etki gösterdiği bildirilmiştir (Iqbal ve ark., 2005; Nam ve ark., 2006). Ancak pirinç kepeği ekstraktının yağ depolama sürecinde sentetik antioksidanlara ikame bir alternatif olarak kullanılması konusunda sistematik bir araştırma yapılmamıştır (Chotimarkorn ve ark., 2008).

Pirinç kepeği ve pirinç kepeği ekstraktlarının iyi birer tokoferol ve tokotrienoid kaynağı olduğu bildirilmiştir (Aguilar-Garcia ve ark., 2007; Iqbal ve ark., 2005). 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 gamma-orizanol içeriği ise (825.45 ± 54.3 µg/g pirinç kepeği) olarak bildirilmiştir (Chotimarkorn, ve ark., 2008).

Bir çok araştırmacı sentetik antioksidanların toksisite ve kanserojen açıdan olumsuz etkileri olduğunu bildirmişlerdir (Ito ve ark., 1986; Whysner ve ark., 1994; Williams ve ark., 1999). Yapılan çalışmalarda pirinç kepeği ekstraktı ve yağlarının

oksidasyon ve kolesterole olan etkileri incelenmiştir. Araştırmalar sonucunda gama-orizanolün plazma kolestrolünü (Yoshino ve ark., 1989), trombosit agregasyonunu (Seetharamaiah ve ark., 1990), hepatik kolesterol biyo sentezini (Nakamura, 1966) düşürdüğü bildirilmiştir.

Pirinç kepeği sterollerin, yüksek moleküllü alkollerin, gama-orizanol, tokoferol, tokotrienol ve fenolik maddeler açısından da potansiyel bir kaynaktır (Nicolosi ve ark., 1994). Pirinç kepeğinin biyolojik yarayışlılığı, içerdiği önemi antioksidanların varlığından ileri gelmektedir (Liu, 2003; Pietta, 2000).

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 bildirilmiştir (Nystrom ve ark., 2007). Bazı çalışmalarda 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).

Gama-orizanol pirinç kepeğinde bulunan ve fitosterol ferulatların bir grubu olan ve antioksidan özelliği yanı sıra bazı biyoaktiviteleri de olan bir bileşiktir. Gama orizanol, doğal antioksidan özelliğe sahip bileşenlerinden arındırılmış pirinç yağına ilave edilmiş ve bu yağ içinde gama-orizanolün değişik sıcaklıklarda (132 °C, 160 °C, 192 °C ve 222 °C) ve değişik sürelerde (50, 60, 140 ve 480 saat) antioksidan aktivitesini kaybetme hızı ve parçalanması araştırılmış ve ısı artışının parçalanma reaksiyonlarını artırdığı bildirilmiştir (Khuwijiitjaru ve ark., 2009)

Pirinç kepeği ekstraktlarındaki antioksidan bileşenlerin otooksidasyon süresince değişimleri konusunda bir araştırma yapılmamıştır (Chotimarkorn ve ark., 2008).

Tokoferoller de pirinç kepeği yağının önemli bileşenlerindendir. Yağda tokoferol miktarının azalması peroksit radikallerine bir hidrojen atomu vermesinden kaynaklanmakta ve bu açıdan alfa-tokoferol diğer tokoferol izomerlerine göre en yatkın olanıdır (Huang ve ark., 1994; Wright ve ark., 2001).

Soya ve kanola gibi yüksek linolenik asit içeriği olan yağların oksidatif stabilitelerinin artırılması amacı ile pirinç kepek yağı katılmıştır. % 2 - % 5 pirinç kepeği yağı ilavesinin oksidatif stabiliteye etkili olduğu bildirilmiştir (Anonymous, 1996)

Pirinç kepeği yüksek besin değerine sahiptir (Saunders, 1990), kan kolesterolünü düşürücü etkisi vardır (Kahlon ve ark., 1994) ve yüksek laksatif etki gösterir (Saunders, 1990).

Pirinç kepeği yağının serum kolesterol seviyesi ve lipoprotein profilini dengelediği bilinmektedir. Aspir yağına değişik oranlarda pirinç kepeği yağı katılmış ve kolesterol seviyesi açısından deney farelerinin kan değerleri incelenmiştir. Aspir yağına katılan 7:3 oranında pirinç kepeği yağının deney farelerinin kan kolesterol seviyelerini etkilediği bildirilmiştir (Suganove Tsuji, 1997).

Pirinç kepek yağı yaklaşık % 36 linoleik asit içeriği ile yağ asidi bileşimi açısından yer fıstığı yağına benzemektedir (Rukmini, 1988). Rukmini (1988) deney farelerinin rasyonlarına pirinç kepek yağı ve yer fıstığı yağı katmış ve pirinç kepek yağının serum ve karaciğer lipid seviyelerini düşürdüğünü bildirmiştir. Rukmini (1988) pirinç kepek yağının insan beslenmesinde kullanımının herhangi bir toksikolojik belirtisine rastlanmadığını bildirmiştir.

Pirinç kepeği ekstraktları *in vitro* şartlarda antioksidatif özellik göstermektedir (Chotimarkorn ve ark, 2008). Chotimarkorn ve ark, (2008) yaptıkları çalışmada, pirinç kepeği metanol ekstraktının antioksidatif özelliklerini BHT ile karşılaştırmalı olarak Tuna balığı yağlarında denemişler ve depolama süresince meydana gelen değişimleri tespit etmişlerdir. Chotimarkorn ve ark. (2008) 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-aniside 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 iletmışlerdir. Araştırmacılar, pirinç kepeği ekstraktının çoklu doymamış yağ asidi yüksek olan yağlarda oksidasyonun engellenmesi amacıyla kullanılabilecek potansiyel bir doğal antioksidan olduğunu da belirtmişlerdir.

Oksidasyon yağların bozulmasına sebep olur ve yağların raf ömrü ile besleyici özelliklerinin azalmasına sebep olur. Bu esnada ayrıca toksik özellikteki bileşenler de oluşur. Primer oksidasyon ürünleri hidroperoksitler olup, onlar da aldehitler, alkoller, ketonlar ve hidrokarbonlar gibi sekonder bileşiklere parçalanırlar. Bu bileşikler bozulmuş yağlardaki kötü kokunun amilleridir. Oksidasyon derecesi ve hızı ışığa (Caponio ve ark., 2005; Grigoriadou ve Tsimidou, 2006; Nakajima ve Hidaka, 1993), ısıya (Choe ve Min, 2006; Naz ve ark., 2005), metallere, pigmentlere, fosfolipidlere antioksidanlara (Baldioli ve ark., 1996; Hamilton, 1994; Velasco ve Dobarganes, 2002) bağlıdır. Ayrıca, yağ asidi kompozisyonu da oksidatif prosesi etkiler.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılmak üzere pirinç kepeği Torunoğlu Gıda A.Ş. (Edirne, Türkiye) 'den pirinç kabuk soyma işleminin hemen ardından temin edilmiştir. Temin edilen pirinç kepeği öncelikli olarak, bileşiminde bulunan lipaz enziminin yağları parçalayarak ransiditeye sebep vermemesi için stabilizasyon işlemine (Etüv içerisinde 110°C 'de 15 dakika) tabi tutulmuştur. Daha sonra soğuk ekstraksiyonla yağı alınarak oda sıcaklığında ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$), farklı sürelerde (1, 15, 30, 50 ve 90 gün) depolanmıştır.

Ayrıca denemelerde kullanılan bitkisel yağlar (ayçiçeği, mısırözü ve kanola yağı) Helvacıade A.Ş. (Konya, Türkiye)'den temin edilmiştir.

Stabilizasyon işlemleri için etüv (Nüve, Türkiye) kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan kimyasallar; hekzan ($\geq \% 98$ saflık), kloroform, asetik asit, KI (Potasyum iyodür), nişasta, sodyum tiyosülfat, ethanol, dietileter, fenolftaleyn, KOH (potasyum hidroksit), izooktan, metil oranj, HCl (Hydrochloric acid fuming $\% 37$)'dir. Bütün kimyasallar kromatografik analizlerde kullanılacak saflıkta olup, Merck markalıdır (Darmstadt, Almanya).

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Araştırma için hazırlanan yağ örneklerine depolama sürecinde meydana gelmesi muhtemel değişimlerin saptanması amacıyla peroksit, serbest yağ asitliği, yağ asidi kompozisyonu ve renk analizleri yapılmıştır.

Araştırmada kullanılacak yağ örnekleri kontrol (rafinasyon sonrası bir işleme tabi tutulmamış) ve 3 farklı oranda ($\% 1$, $\% 2$, $\% 5$) pirinç kepek yağı eklenmiş örnek olmak üzere 4 farklı grupta incelenmiştir. Her bir grup için yapılan analizler 1., 15., 30., 50. ve 90. günlerde 2 tekerrürlü olacak şekilde oda sıcaklığında ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Analiz edilen örneklerin ekstraksiyonu

Pirinç kepeği numuneleri soğuk ekstraksiyon yöntemi kullanılarak hekzanla 25 °C'de 8 saat karıştırılarak yapılmıştır. Bu amaçla 10 g örnek için 100 ml hekzan kullanılmıştır. Elde edilen çözeltinin hekzanı rotary evaporatörde vakum altında 40 °C'de uçurularak yağ elde edilmiştir (El-Adawy ve Taha, 2001).

3.2.3. Analiz metotları

3.2.3.1. Gama-orizanol miktarının belirlenmesi

Ham pirinç kepeği yağı içerisindeki gama-orizanol miktarının belirlemek için Bucci ve ark. (2003) tanımladığı metot kullanılmıştır. Ham pirinç kepeği yağı örnekleri kloroform ile çözündürülmüş, daha sonra örneğin absorbanı 330 nm. dalga boyunda kuartz küvetlerde UV/Visible spektrofotometre (Mecasys Optizen Pop Single Beam UV/Vis, Güney Kore) kullanılarak ölçülmüştür (Bucci, 2003).

3.2.3.2. Peroksit değeri

Bir kilogram yağda bulunan aktif oksijenin milieşdeğer cinsinden değeridir (meqO₂/kg yağ). Yağ ile kloroform/asetik asit karışımı, karanlıkta potasyum iyodür çözeltisi ile reaksiyona bırakılmıştır. Daha sonra açığa çıkan iyot, sodyum sülfat çözeltisine karşı titre edilmiştir (Anonymous,1973).

3.2.3.3. Serbest Yağ Asitliği (% oleik asit cinsinden)

Serbest yağ asitleri etanol/eter (1:1, v/v) çözeltisinde çözünmüş yağın 0.1 N etanolü KOH çözeltisine karşı titrasyonu ile belirlenmiştir. Sonuçlar % oleik asit cinsinden verilmiştir (Anonymous,1973).

3.2.3.4. Yağ asitleri analizi

Yağ asitleri kompozisyonu için metil ester oluşturma: 5 mL'lik vida kapaklı deney tüpüne 0.1 g yağ örneği tartılmıştır. Üzerine 0.2 mL, 2 N metanolü potasyum hidroksit çözeltisi ve birkaç damla metiloranj çözeltisi ilave edilip, PTFE-septumla

birlikte tüpün kapağı kapatılmıştır. 30 saniye süreyle kuvvetlice çalkaladıktan sonra üst faz oluşuncaya kadar beklenmiştir (AOCS, 1984). Yağ asitlerinin metil esterleri (1 µL) GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectroscopy) cihazında incelenmiştir.

GC-MS Şartları;

GC Kromatograf	:Agilent 7890A Serisi
Otomatik örnekleyici	:Agilent 7863 Enjektör ve örnek tablası
Kolon	:HP-88, 100 m x 0,25 mm x 0,2 µm(p/n 112-88A7)
GC Inlet	:260 °C, split ratio 30:1
Taşıyıcı Gaz	:Helyum, sabit akış, 20 cm/sn
Fırın Sıcaklık Programı	:140 °C (5 dk)'den 240 °C (15 dk)'ye 4 °C/dk artış
hızı ile	
Enjeksiyon Hacmi	:1 µl
Kütle Seçimli Dedektör	:5975C MSD
Transfer Hattı	:80 °C
Çözücü Piki Çıkış Zamanı	:10,5 dk
Algılama Modu	:Tarama (40-400 amu)

3.2.3.5. Renk değerlerinin belirlenmesi

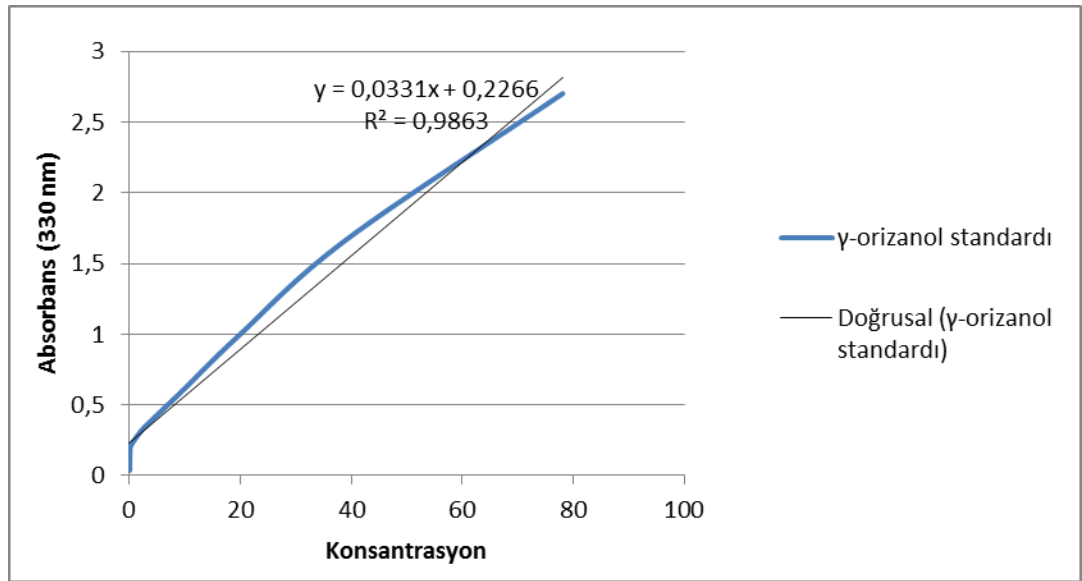
Renk ölçümleri için Konica Minolta CM5 spektrofotometrik kolorimetre kullanıldı. Ölçümler L^* (parlaklık), a^* (+ kırmızı, - yeşil) ve b^* (+ sarı, - mavi) renk koordineleri CIELab renk skalasına göre yapılmıştır (Hunt ve ark., 1991). Elde edilen L^* , a^* ve b^* değerlerinden, Chroma ve Hue değerleri belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Gama-orizanol miktarı

Gama-orizanol pirinç kepeğinde bulunan ve fitosterol ferulatların bir grubu olan antioksidan özelliği yanı sıra bazı biyoaktiviteleri olan bir bileşiktir.

Yapılan analizler sonucunda UV-VIS spektrofotometrede 330 nm de okunan ham pirinç kepek yağı absorbans değeri 1000 kat seyreltme ile okunabilir olmuş ve ölçüm sonucu 0,630 abs olarak belirlenmiştir. 11 farklı konsantrasyon ile saf γ -orizanol'den elde edilen standart küre Şekil 4.1' de yer almaktadır. Bu grafikten elde edilen formüle göre analizlerde kullanılan ham pirinç kepeği yağı içerisinde bulunan γ -orizanol miktarı 12.18 mg.g^{-1} olarak bulunmuştur. Bu sonuç, Xu ve Godber (1999)'in bulduğu 9.8 mg.g^{-1} orizanol miktarı, Hu ve ark., (1996)'nın bulduğu $12.8\text{-}13.9 \text{ mg.g}^{-1}$ orizanol miktarı, Zhao ve ark. (1987)'nin bulduğu 14 mg.g^{-1} orizanol miktarı ve Nicolosi ve ark. (1994)'nin bulduğu 12.2 mg.g^{-1} orizanol miktarı ile paralellik göstermektedir.



Şekil 4.1. Saf γ -orizanole ait 330 nm de spektrofotemterik ölçüm ile okunan standart küre.

4.2. Peroksit Değeri

Peroksit değeri, yağlarda raf ömrüne direkt etkili olan bir kalite kriteridir. Yağların havanın oksijeni ile temas etmesi sonucu bir veya daha çok sayıda çift bağ içeren yağ asidi kökleri hava oksijeni ile reaksiyona girer. Bu reaksiyon başka bir etkiye

gereksinme olmadan zincirleme reaksiyona neden olur. Bu tür oksitlenmeye “otooksidasyon” denir ve önce peroksitler, hemen ardından da hidroperoksitler oluşur. Hidroperoksitler de stabil bileşikler olmadıklarından aldehitleri, ketonları ve polimer türevlerini meydana getirirler. Bunlar yağın renk, koku ve lezzetini olumsuz etkilerler (Altan, 2009).

Yapmış olduğumuz çalışmaya ait farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının peroksit değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.1 ’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının peroksit değerleri üzerine etkileri (ortalama $\pm$ standart sapma)

Yağ Çeşitleri	Pirinç Kepeği Yağı ekleme oranı (%)	Depolama(gün)				
		1	15	30	50	90
Ayçiçek yağı	0	3.49 $\pm$ 0.13	3.74 $\pm$ 0.08	6.02 $\pm$ 0.88	10.93 $\pm$ 0.50	29.08 $\pm$ 0.43
	1	3.70 $\pm$ 0.03	4.09 $\pm$ 0.05	8.99 $\pm$ 0.04	11.02 $\pm$ 0.07	31.73 $\pm$ 0.38
	2	4.00 $\pm$ 0.12	4.08 $\pm$ 0.13	9.98 $\pm$ 0.07	16.67 $\pm$ 1.40	62.77 $\pm$ 4.60
	5	5.17 $\pm$ 0.11	5.42 $\pm$ 0.04	8.56 $\pm$ 0.33	10.58 $\pm$ 0.55	26.09 $\pm$ 1.07
Kanola yağı	0	3.32 $\pm$ 0.06	3.50 $\pm$ 0.16	5.58 $\pm$ 0.04	10.01 $\pm$ 0.02	28.89 $\pm$ 1.56
	1	3.63 $\pm$ 0.06	4.04 $\pm$ 0.06	8.03 $\pm$ 0.36	11.03 $\pm$ 0.11	32.07 $\pm$ 2.80
	2	3.99 $\pm$ 0.03	4.04 $\pm$ 0.24	11.56 $\pm$ 0.70	14.61 $\pm$ 1.62	53.34 $\pm$ 4.74
	5	4.8 $\pm$ 0.03	4.97 $\pm$ 0.06	7.70 $\pm$ 0.04	10.15 $\pm$ 0.09	24.35 $\pm$ 1.22
Mısırözü yağı	0	3.08 $\pm$ 0.08	3.42 $\pm$ 0.28	5.86 $\pm$ 0.08	10.59 $\pm$ 0.42	24.06 $\pm$ 0.90
	1	3.75 $\pm$ 0.06	3.96 $\pm$ 0.05	8.33 $\pm$ 0.79	10.00 $\pm$ 0.01	30.06 $\pm$ 0.09
	2	3.79 $\pm$ 0.13	3.75 $\pm$ 0.09	8.77 $\pm$ 0.22	12.54 $\pm$ 0.67	46.61 $\pm$ 6.39
	5	4.12 $\pm$ 0.10	4.19 $\pm$ 0.04	9.00 $\pm$ 0.01	9.59 $\pm$ 0.71	22.01 $\pm$ 0.02

Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının peroksit değeri (meq O₂ / kg yağ) üzerine etkilerine ilişkin Varyans analizi Çizelge 4.2 ’de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.3 ’te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Peroksit değeri üzerine etkilerine ilişkin Varyans Analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	SD	Peroksit değeri (meq O ₂ / kg yağ)	
		KO	F
A	4	3822.98	2138.07**
B	2	37.64	21.05**
C	3	343.49	192.10**
A*B	8	15,13	8.46**
B*C	12	205.45	114.90**
A*C	6	7.13	3.99**
A*B*C	24	4.69	2.62**
Hata	60	1.79	
Toplam	119		

A: depolama (gün), B: Yağ çeşitleri, C: Ham pirinç kepek yağı ekleme oranları, **p<0.01 seviyesinde önemli, * p<0.05 seviyesinde önemli

Yapılan analizler sonucunda örneklerin Peroksit değerlerinde depolama süresi boyunca sürekli değişim göstermiş ve bu değişim istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (p<0.01). Ayrıca yine yağ çeşitlerinin ve ham pirinç kepek yağı ekleme oranlarının da Peroksit değeri üzerine etkisi de istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (p<0.01). Depolama süresi X yağ çeşitleri interaksyonu istatistiksel olarak önemli çıkarken (p<0.01), diğer tüm interaksyonlar da istatistiksel olarak çok önemli çıkmıştır (p<0.01).

Çizelge 4.3. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Peroksit değerleri üzerine etkilerine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Analiz sonuçları.

Faktör	n	Peroksit değeri (meq O ₂ / kg yağ)
Yağ çeşidi		
Ayçiçeği	40	13.30±14.34 ^a
Mısırözü	40	11.37±11.12 ^c
Kanola	40	12.48±12.74 ^b
Depolama(gün)		
1	24	3.90±0.58 ^d
15	24	4.10±0.57 ^d
30	24	8.20±1.74 ^c
50	24	11.47±2.15 ^b
90	24	34.25±12.79 ^a
Eklenen Ham Yağ Oranı		
% 0	30	10.10±9.23 ^c
% 1	30	11.63±10.38 ^b
% 2	30	17.36±19.53 ^a
% 5	30	10.45±7.34 ^c

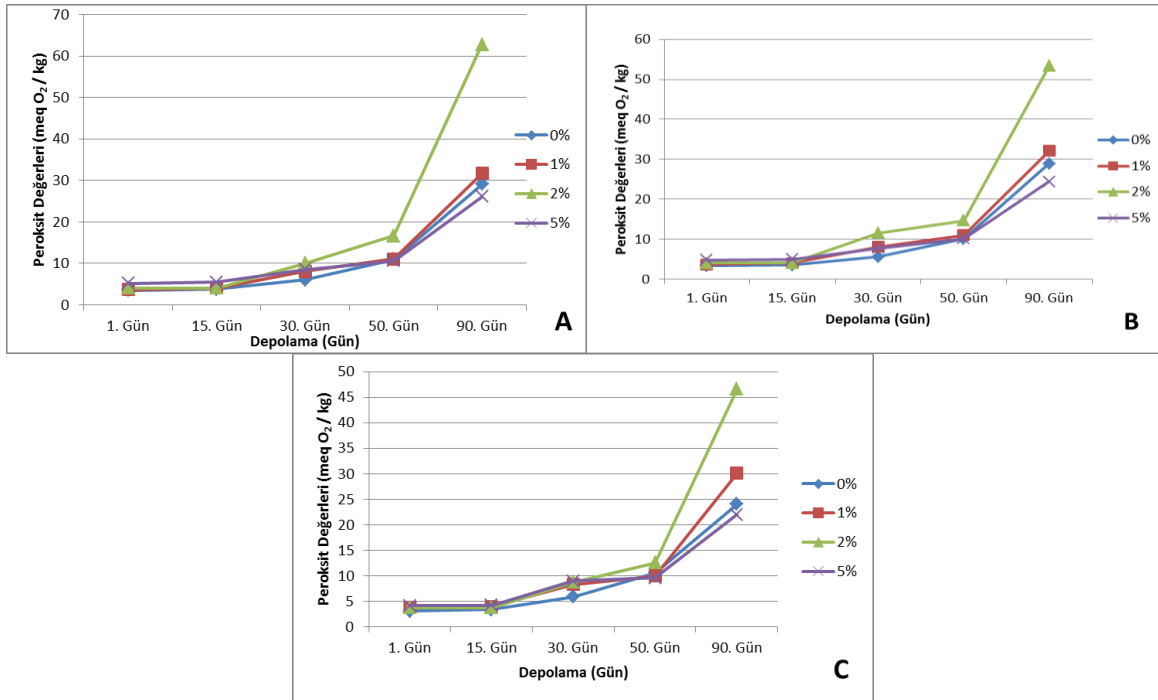
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır

Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre ayçiçek yağının peroksit değerleri ortalaması en yüksek olarak tespit edilirken, bunu sırasıyla kanola yağı ve mısırözü yağı peroksit değerleri takip etmiştir.

Depolama süreci boyunca en yüksek peroksit değerleri sırasıyla 90. gün, 50.gün ve 30. günlerde elde edilirken, en düşük peroksit değeri ise 1. günde tespit edilmiştir.

% 2 oranında ham pirinç kepeği eklenen örneklerde en yüksek peroksit değerlerine ulaşılmıştır. En düşük peroksit değerleri % 0 ve % 5 oranlarında eklenen ham pirinç kepeği yağı ile elde edilmiştir.

Farklı oranlarda eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağlarının peroksit değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı oranlarda (% 0, % 1, % 2, % 5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca (1., 15., 30., 50., 90. gün): A: Ayçiçek yağı; B: Kanola Yağı ve C: Mısırözü Yağlarının Peroksit değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri.

Ayçiçek yağına ait bütün örneklerde 90 günlük depolama periyodunda Peroksit değerleri açısından sürekli bir artış görülmüştür. En fazla artış % 2 oranında ham pirinç kepeği eklenen ayçiçek yağı örneğinde görülmüştür. En az artış ise % 5 oranında ham pirinç kepek yağı eklenen örneklerde tespit edilmiştir.

Kanola yağına ait bütün örneklerde 90 günlük depolama periyodunda Peroksit değerleri açısından sürekli bir artış görülmüştür. En fazla artış % 2 oranında ham pirinç kepeği eklenen kanola yağı örneğinde görülmüştür. En az artış ise % 5 oranında ham pirinç kepek yağı eklenen örneklerde tespit edilmiştir.

Mısırözü yağına ait bütün örneklerde 90 günlük depolama periyodunda Peroksit değerleri açısından sürekli bir artış görülmüştür. En fazla artış % 2 oranında ham pirinç kepeği eklenen mısırözü yağı örneğinde görülmüştür. En az artış ise % 5 oranında ham pirinç kepek yağı eklenen örneklerde tespit edilmiştir.

Azeez ve ark., (2013), bazı bitkisel yağların oda sıcaklığında ve yükseltilmiş sıcaklıklarda çeşitli antioksidanların etkilerini incelemiş, antioksidan eklenmemiş palm oleinde, soya yağında ve keten yağında oda sıcaklığında 168 saat boyunca depolama süreci sonucu peroksit değerlerinin başlangıça göre sırasıyla % 22,73, % 320 ve % 25.70 oranında arttığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada çeşitli oranlarda eklenen TBHQ ve BHT sentetik antioksidanların varlığında sıcaklığın etkisi olmaksızın bu yağ çeşitlerinin peroksit değerini düşürdüğünü gözlemlemişlerdir. Iqbal ve Bhanger (2007) sarımsak ekstraktının ayçiçeği yağının depolama boyunca stabilitesini inceledikleri çalışmalarında peroksit değerinin depolama boyunca giderek arttığını gözlemlemiş, yine Mohdaly ve ark. (2011) susam ekstraktının ayçiçeği yağının stabilizasyonunu incelemiş ve yine peroksit değerinin giderek arttığını belirtmişlerdir. Przybylski ve ark. (1993) düşük linolenik asit içeriğine sahip kanola yağlarında depolama boyunca peroksit değerlerini incelemiş ve peroksit değerlerinin giderek arttığını saptamışlardır, yine TBHQ'nin kanola yağındaki etkisini inceleyen Hawrysh ve ark. (1988) TBHQ, BHA/BHT karışımı ekli örneklerde ve kontrol örneklerinde peroksit değerleri depolama süresince hep artan bir seyir gözlemlemiş ve TBHQ ilave miktarı arttıkça ölçülen peroksit değerlerinde düşme görülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen veriler ışığında ayçiçek, kanola ve mısırözü yağına % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağının peroksit değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, % 2 oranında eklenen ham pirinç kepeği yağının peroksit değerini kontrol örneklerine ve diğer örneklere göre yüksek oranda artırdığı, fakat % 5 oranında eklenen ham pirinç kepeği yağının ise antioksidatif etki gösterdiği tespit edilmiştir. Yüksek oranda oryzanol içeren pirinç kepeği yağının sabunlaşmayan tokotrienol ve tokoferol içerdiği ve bu maddelerin antioksidatif özellik gösterdiği bilinmektedir (Nanua ve ark., 2000). Özellikle γ -oryzanol gibi fitosterollerin antioksidatif özellik gösterdiği Graf (1992) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda Yagi ve Ohishi (1979) tarafından pirinç kepeği yağının birçok gıdada oksidasyonu azalttığı belirlenmiş, fakat pirinç kepek yağının ayçiçek, kanola ve mısır yağları üzerine etkisi ile ilgili herhangi bir veriye rastlanılmamıştır. Fakat bizim sonuçlarımıza benzer bir sonuç ise Nanua ve ark. (2000), tarafından belirlenmiş, düşük sıcaklıkta elde edilen süt tozlarına % 0.1 ve % 0.2

oranlarında pirinç kepek yağı eklenmiş ve oksidasyon belirlemede kullanılan bir diğer yöntem olan TBARS analizini uygulamışlardır. % 0.1 oranında eklenen pirinç kepek yağının 45 °C’de 40 gün boyunca depolanan süt tozlarında TBA değeri sürekli olarak kontrol örneğine yaklaşıırken, % 0.2 oranında eklenen pirinç kepek yağının ise antioksidatif etki gösterdiğini bulmuşlardır. Yine benzer bir diğer örnek ise Targan ve ark., (2008) tarafından çalışılmış, ayçiçek yağının raf ömrünün uzatılmasında sitrik asit ve fosforik asidin antioksidan etkisi belirlemek üzere farklı konsantrasyonlarda sitrik asit ilave etmişler; 1-5 ppm arasındaki numunelerin peroksit miktarında şahit numuneye göre düşme gözlemlenmiştir. 10-50 ppm arasındaki numunelerde ise peroksit miktarının daha da düştüğünü bulmuşlar, daha sonra 100-1000 ppm arasındaki numunelerin peroksitlerinde yeniden bir artış gözlemlenmiştir. Chotimarkorn ve ark., (2008) yapmış oldukları çalışmada tuna yağına çeşitli oranlarda ekledikleri pirinç kepeği ekstraktlarının kontrol örneğine göre peroksit değerinde önemli bir azalışa sebebiyet verdiklerini bulmuşlardır.

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği (Tebliğ No: 2012/29) Ek-2 Diğer Kalite Kriterleri’nde yer alan bilgilere göre ülkemizde satılan bitkisel yağların peroksit değerleri; rafine yağlarda en çok 10 meqO₂ / kg yağ, soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda ise en çok 15 meqO₂ / kg yağ olmak zorundadır.

4.3. Serbest Yağ Asitliği(% oleik asit cinsinden)

Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Serbest yağ asitliği değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Serbest Yağ Asitliği değerleri üzerine etkileri (ortalama $\pm$ standart sapma)

Yağ Çeşitleri	Pirinç Kepeği Yağı Ekleme Oranı (%)	Depolama(gün)				
		1. gün	15. gün	30. gün	50. gün	90. gün
Ayçiçek yağı	0	0.21 $\pm$ 0.02	0.32 $\pm$ 0.03	0.39 $\pm$ 0.08	0.47 $\pm$ 0.06	0.59 $\pm$ 0.03
	1	0.23 $\pm$ 0.00	0.35 $\pm$ 0.04	0.45 $\pm$ 0.09	0.46 $\pm$ 0.00	0.60 $\pm$ 0.00
	2	0.32 $\pm$ 0.01	0.42 $\pm$ 0.00	0.51 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.05	0.84 $\pm$ 0.05
	5	0.36 $\pm$ 0.01	0.40 $\pm$ 0.00	0.46 $\pm$ 0.07	0.53 $\pm$ 0.04	0.62 $\pm$ 0.02
Kanola yağı	0	0.22 $\pm$ 0.03	0.30 $\pm$ 0.01	0.36 $\pm$ 0.05	0.49 $\pm$ 0.00	0.55 $\pm$ 0.05
	1	0.24 $\pm$ 0.01	0.30 $\pm$ 0.01	0.38 $\pm$ 0.00	0.40 $\pm$ 0.01	0.60 $\pm$ 0.00
	2	0.31 $\pm$ 0.01	0.42 $\pm$ 0.00	0.46 $\pm$ 0.01	0.53 $\pm$ 0.04	0.67 $\pm$ 0.08
	5	0.39 $\pm$ 0.03	0.44 $\pm$ 0.01	0.47 $\pm$ 0.02	2.66 $\pm$ 3.05	0.57 $\pm$ 0.03
Mısırözü yağı	0	0.24 $\pm$ 0.01	0.27 $\pm$ 0.00	0.37 $\pm$ 0.00	0.47 $\pm$ 0.04	0.59 $\pm$ 0.00
	1	0.25 $\pm$ 0.00	0.29 $\pm$ 0.00	0.38 $\pm$ 0.00	0.53 $\pm$ 0.03	0.62 $\pm$ 0.02
	2	0.23 $\pm$ 0.02	0.21 $\pm$ 0.01	0.39 $\pm$ 0.00	0.48 $\pm$ 0.03	0.53 $\pm$ 0.10
	5	0.23 $\pm$ 0.03	0.27 $\pm$ 0.01	0.34 $\pm$ 0.02	0.4 $\pm$ 0.00	0.41 $\pm$ 0.00

Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Serbest Yağ Asitliği üzerine etkilerine ilişkin Varyans analizi Çizelge 4.5'te ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Serbest Yağ Asitliği değeri üzerine etkilerine ilişkin Varyans Analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	SD	Serbest Yağ Asitliği (% oleik asit cinsinden)	
		KO	F
A	4	0.71	4.54**
B	2	0.26	1.70
C	3	0.20	1.29
A*B	8	0.14	0.89
B*C	6	0.24	0.95
A*C	12	0.15	1.52
A*B*C	24	0.15	0.99
Hata	60	0.16	
Toplam	119		

A: depolama (gün), B: Yağ çeşitleri, C: Ham pirinç kepek yağı ekleme oranları, **p<0.01 seviyesinde önemli, * p<0.05 seviyesinde önemli

Yapılan analizler sonucunda örneklerin Serbest yağ asitliği değerlerinde depolama süresi boyunca sürekli değişim göstermiştir. Bu değişimlerden sadece depolama süreci istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (p<0.01). Yağ çeşitleri,

ham pirinç kepek yağı ekleme oranları ve diğer interaksiyonlar ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Serbest Yağ Asitliği değerleri üzerine etkilerine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Analiz sonuçları.

Faktör	n	Serbest Yağ Asitliği (% oleik asit cinsinden)
Yağ çeşidi		
Ayçiçeği	40	0.46±0.15 ^a
Mısırözü	40	0.37±0.13 ^a
Kanola	40	0.54±0.70 ^a
Depolama(gün)		
1	24	0.27±0.06 ^c
15	24	0.33±0.07 ^{bc}
30	24	0.41±0.06 ^{abc}
50	24	0.67±0.88 ^a
90	24	0.60±0.10 ^{ab}
Eklenen Ham Yağ Oranı		
% 0	30	0.39±0.13 ^a
% 1	30	0.40±0.13 ^a
% 2	30	0.46±0.16 ^a
% 5	30	0.57±0.81 ^a

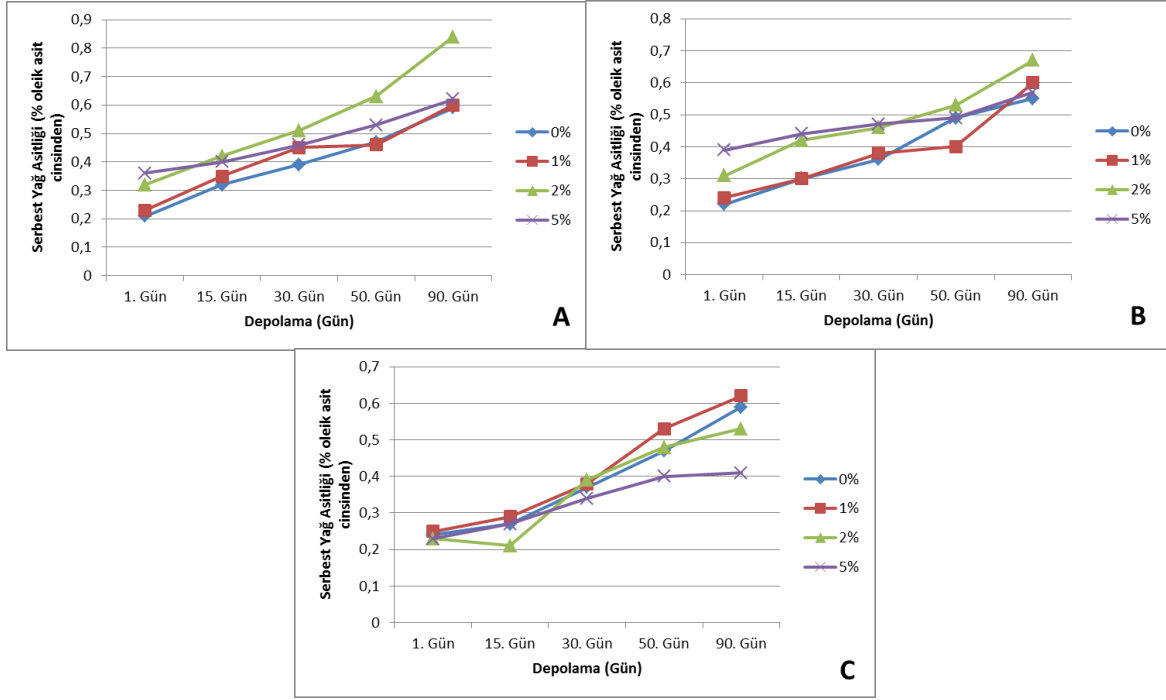
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının serbest yağ asitliği değerleri ortalaması birbirine yakın olarak tespit edilmiştir.

Depolama süreci boyunca en yüksek serbest yağ asitliği değerleri 90. günde bulunurken en düşük değer ise 1. gün depolama sürecinde bulunmuştur.

Serbest yağ asitliği değerleri % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranlarında ham pirinç kepeği eklenen örneklerde en yüksek ve birbirine yakın bulunmuştur.

Farklı oranlarda eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağlarının serbest yağ asitliği değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı oranlarda (% 0, % 1, % 2, % 5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca (1., 15., 30., 50., 90., gün): A: Ayçiçek yağı; B: Kanola Yağı ve C: Mısırözü Yağlarının Serbest yağ asitliği değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri.

Ayçiçek yağına ait bütün örneklerde 90 günlük depolama periyodunda serbest yağ asitliği değerleri açısından sürekli bir artış görülmüştür. %1 oranında ham pirinç kepeği eklenen ayçiçek yağı örneğinde 30. ve 50. gün dönemlerinde serbest yağ asitliği açısından birbirine yakın değerler elde edilmiştir.

Kanola yağına ait bütün örneklerde 90 günlük depolama periyodunda serbest yağ asitliği değerleri açısından sürekli bir artış görülmüştür. %1 oranında ham pirinç kepeği eklenen kanola yağı örneğinde 30. ve 50. gün dönemlerinde serbest yağ asitliği açısından birbirine yakın değerler elde edilmiştir.

Mısırözü yağına ait bütün örneklerde 90 günlük depolama periyodunda Serbest yağ asitliği değerleri açısından 15. gün depolama süreci haricinde sürekli bir artış görülmüştür.

Elde ettiğimiz Ayçiçek ve Mısır yağına ait serbest yağ asitliği değerleri, Çalışkan (2008)'inkine çok benzerdir. Serbest yağ asidi içeriği, yağların kalite kontrolü ile ilgili olarak en sık kullanılan parametredir. Asitlik, trigliseritlerin hidrolizi ve yağların oksidasyonu ile şekillenmektedir. Yapmış olduğumuz bu tez çalışmasında depolama hariç, eklenen ham pirinç kepek yağı miktarı, yağ çeşitleri ve diğer bütün interaksiyonlarda serbest yağ asitliği değişimi istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Depolama süreci boyunca serbest yağ asitliği artmış, fakat son depolama sürecinde çok

az bir düşüş gözlenmiştir. Ayrıca depolama süreci boyunca yağ örneklerinin hiç biri yasal asitlik sınırını 0.6 mg KOH/g yağ geçmemiştir. Depolama süreci boyunca serbest yağ asitliği değerinin artışı Sinağ ve Fenercioğlu (1994); Targan ve ark, (2008); Tasan ve ark., (2011); Zhang ve ark., (2010); Iqbal ve ark, (2005) tarafından belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği (Tebliğ No: 2012/29) Ek-2 Diğer Kalite Kriterleri'nde yer alan bilgilere göre ülkemizde satılan bitkisel yağların serbest yağ asitliği değerleri; rafine yağlarda en çok 0.6 mg KOH/ g yağ, soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda en çok 4 mg KOH/ g yağ ve natürel palm yağında en çok 10.0 mg KOH/ g yağ olmak zorundadır.

4.4. Yağ Asiti Kompozisyonu Analizleri

Analiz edilen örneklerin yağ asitleri kompozisyonuna ait ortalamalar Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. Analiz edilen örneklerin yağ asitleri kompozisyonuna ait varyans analizi Çizelge 4.8'de, Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları ise Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı oranlarda (% 0, % 1, % 2, % 5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca (1., 15., 30., 50., 90., gün): A: Ayçiçek yağı; B: Kanola Yağı ve C: Mısırözü Yağlarının palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit miktarları üzerine etkileri (ortalama $\pm$ standart sapma)

Yağ Çeşidi	Eklenen ham pirinç kepeği yağı	Oleik Asit (%)					Linoleik Asit (%)				
		Depolama(gün)					Depolama(gün)				
		1. gün	15. gün	30. gün	50. gün	90. gün	1. gün	15. gün	30. gün	50. gün	90. gün
Ayçiçek yağı	0	25.20 $\pm$ 0.29	25.48 $\pm$ 0.01	25.53 $\pm$ 0.01	25.94 $\pm$ 0.31	25.82 $\pm$ 0.38	63.32 $\pm$ 0.38	62.81 $\pm$ 0.12	62.60 $\pm$ 0.41	62.22 $\pm$ 0.31	62.22 $\pm$ 0.17
	1	25.29 $\pm$ 0.08	25.48 $\pm$ 0.01	25.82 $\pm$ 0.06	25.84 $\pm$ 0.27	24.39 $\pm$ 0.48	62.97 $\pm$ 0.02	62.75 $\pm$ 0.08	62.46 $\pm$ 0.05	62.33 $\pm$ 0.15	63.56 $\pm$ 0.30
	2	25.75 $\pm$ 0.34	25.59 $\pm$ 0.01	25.67 $\pm$ 0.01	23.39 $\pm$ 0.87	23.94 $\pm$ 0.31	62.86 $\pm$ 0.19	62.67 $\pm$ 0.02	62.45 $\pm$ 0.18	64.62 $\pm$ 0.77	63.24 $\pm$ 0.30
	5	25.57 $\pm$ 0.06	25.46 $\pm$ 0.25	25.50 $\pm$ 0.31	23.14 $\pm$ 0.03	23.47 $\pm$ 0.58	62.84 $\pm$ 0.06	62.63 $\pm$ 0.19	62.55 $\pm$ 0.23	63.92 $\pm$ 0.04	63.43 $\pm$ 0.55
Kanola yağı	0	63.49 $\pm$ 0.72	63.09 $\pm$ 0.25	62.91 $\pm$ 0.01	66.11 $\pm$ 0.02	66.13 $\pm$ 0.21	24.82 $\pm$ 0.78	25.20 $\pm$ 0.30	25.52 $\pm$ 0.08	25.75 $\pm$ 0.16	25.62 $\pm$ 0.14
	1	65.90 $\pm$ 0.27	65.59 $\pm$ 0.17	65.74 $\pm$ 0.01	65.46 $\pm$ 0.25	66.54 $\pm$ 0.01	25.65 $\pm$ 0.18	25.96 $\pm$ 0.06	25.93 $\pm$ 0.02	25.93 $\pm$ 0.25	25.30 $\pm$ 0.07
	2	66.10 $\pm$ 0.12	65.96 $\pm$ 0.04	65.75 $\pm$ 0.30	66.28 $\pm$ 0.17	66.75 $\pm$ 0.11	25.81 $\pm$ 0.01	25.87 $\pm$ 0.01	25.94 $\pm$ 0.06	25.42 $\pm$ 0.17	25.20 $\pm$ 0.04
	5	65.69 $\pm$ 0.02	65.52 $\pm$ 0.40	65.95 $\pm$ 0.07	65.27 $\pm$ 0.46	66.03 $\pm$ 0.01	26.20 $\pm$ 0.01	26.39 $\pm$ 0.37	25.69 $\pm$ 0.01	25.84 $\pm$ 0.25	25.64 $\pm$ 0.08
Mısırözü yağı	0	30.02 $\pm$ 0.14	30.26 $\pm$ 0.08	30.20 $\pm$ 0.01	29.94 $\pm$ 0.45	30.65 $\pm$ 0.01	55.60 $\pm$ 0.12	55.63 $\pm$ 0.01	55.76 $\pm$ 0.06	55.97 $\pm$ 0.14	55.08 $\pm$ 0.06
	1	30.23 $\pm$ 0.01	30.13 $\pm$ 0.04	29.76 $\pm$ 0.33	29.24 $\pm$ 0.43	29.66 $\pm$ 0.01	55.37 $\pm$ 0.07	55.32 $\pm$ 0.01	55.67 $\pm$ 0.13	56.11 $\pm$ 0.18	55.72 $\pm$ 0.16
	2	30.38 $\pm$ 0.04	30.32 $\pm$ 0.08	30.21 $\pm$ 0.02	29.35 $\pm$ 0.19	29.58 $\pm$ 0.13	55.34 $\pm$ 0.04	55.36 $\pm$ 0.08	55.35 $\pm$ 0.04	55.94 $\pm$ 0.09	55.25 $\pm$ 0.09
	5	30.30 $\pm$ 0.02	30.33 $\pm$ 0.04	30.35 $\pm$ 0.01	29.06 $\pm$ 0.62	29.46 $\pm$ 0.33	55.35 $\pm$ 0.06	55.40 $\pm$ 0.01	55.22 $\pm$ 0.02	56.39 $\pm$ 0.31	55.87 $\pm$ 0.15
Yağ Çeşidi	Eklenen ham pirinç kepeği yağı	Linolenik Asit (%)									
		Depolama(gün)									
		1. gün	15. gün	30. gün	50. gün	90. gün					
Ayçiçek yağı	0	0.31 $\pm$ 0.01	0.34 $\pm$ 0.01	0.37 $\pm$ 0.06	0.34 $\pm$ 0.02	0.36 $\pm$ 0.01					
	1	0.41 $\pm$ 0.02	0.33 $\pm$ 0.01	0.32 $\pm$ 0.01	0.32 $\pm$ 0.01	0.31 $\pm$ 0.01					
	2	0.31 $\pm$ 0.01	0.35 $\pm$ 0.01	0.31 $\pm$ 0.01	0.335 $\pm$ 0.01	0.33 $\pm$ 0.01					
	5	0.31 $\pm$ 0.01	0.36 $\pm$ 0.01	0.33 $\pm$ 0.02	0.33 $\pm$ 0.01	0.37 $\pm$ 0.01					
Kanola yağı	0	0.31 $\pm$ 0.01	0.24 $\pm$ 0.01	0.31 $\pm$ 0.01	0.64 $\pm$ 0.01	0.65 $\pm$ 0.02					
	1	0.63 $\pm$ 0.01	0.60 $\pm$ 0.01	0.63 $\pm$ 0.01	0.63 $\pm$ 0.03	0.64 $\pm$ 0.01					
	2	0.69 $\pm$ 0.01	0.42 $\pm$ 0.01	0.62 $\pm$ 0.01	0.64 $\pm$ 0.05	0.60 $\pm$ 0.01					
	5	0.63 $\pm$ 0.01	0.46 $\pm$ 0.01	0.62 $\pm$ 0.01	0.62 $\pm$ 0.03	0.66 $\pm$ 0.03					
Mısırözü yağı	0	0.44 $\pm$ 0.01	0.46 $\pm$ 0.01	0.46 $\pm$ 0.01	0.46 $\pm$ 0.01	0.49 $\pm$ 0.01					
	1	0.76 $\pm$ 0.01	0.55 $\pm$ 0.01	0.46 $\pm$ 0.01	0.50 $\pm$ 0.02	0.45 $\pm$ 0.01					
	2	0.45 $\pm$ 0.01	0.44 $\pm$ 0.02	0.46 $\pm$ 0.01	0.44 $\pm$ 0.02	0.42 $\pm$ 0.01					
	5	0.44 $\pm$ 0.01	0.29 $\pm$ 0.02	0.45 $\pm$ 0.01	0.42 $\pm$ 0.01	0.465 $\pm$ 0.02					

Çizelge 4.7. Devamı

Yağ Çeşidi	Eklenen ham pirinç kepeği yağı	Palmitik Asit (%)					Stearik Asit (%)				
		Depolama(gün)					Depolama(gün)				
		1. gün	15. gün	30. gün	50. gün	90. gün	1. gün	15. gün	30. gün	50. gün	90. gün
Ayçiçek yağı	0	6.067±0.098	6.184±0.043	6.211±0.068	6.481±0.057	6.267±0.054	5.106±0.004	5.179±0.070	5.288±0.204	5.015±0.070	5.338±0.268
	1	6.274±0.051	6.317±0.102	6.299±0.060	6.394±0.070	6.670±0.156	5.060±0.071	5.130±0.017	5.097±0.064	5.124±0.045	5.068±0.048
	2	6.020±0.070	6.200±0.014	6.205±0.013	6.255±0.070	7.234±0.031	5.051±0.069	5.189±0.013	5.324±0.190	5.402±0.029	5.255±0.040
	5	6.212±0.003	6.425±0.050	6.546±0.187	7.422±0.020	7.612±0.004	5.057±0.008	5.127±0.002	5.069±0.125	5.189±0.020	5.117±0.008
Kanola yağı	0	6.279±0.040	6.300±0.001	6.193±0.008	5.461±0.072	5.430±0.045	5.104±0.001	5.168±0.046	5.065±0.098	2.050±0.099	2.160±0.007
	1	5.813±0.079	5.631±0.055	5.527±0.050	5.941±0.099	5.352±0.041	2.007±0.008	2.224±0.047	2.173±0.069	2.046±0.074	2.167±0.023
	2	5.396±0.110	5.539±0.016	5.565±0.240	5.617±0.036	5.395±0.233	2.015±0.005	2.212±0.019	2.135±0.001	2.043±0.085	2.066±0.089
	5	5.563±0.024	5.465±0.035	5.610±0.071	6.028±0.083	5.485±0.075	1.920±0.042	2.160±0.014	2.125±0.007	2.240±0.156	2.189±0.019
Mısırozü yağı	0	11.244±0.063	11.143±0.062	11.038±0.063	10.996±0.176	11.391±0.031	2.508±0.056	2.514±0.018	2.540±0.011	2.636±0.132	2.390±0.016
	1	11.148±0.063	11.488±0.049	11.848±0.098	11.655±0.332	11.620±0.086	2.500±0.001	2.513±0.006	2.263±0.356	2.500±0.099	2.543±0.045
	2	11.297±0.004	11.312±0.018	11.430±0.073	11.651±0.185	11.907±0.057	2.528±0.008	2.562±0.043	2.554±0.002	2.632±0.059	2.848±0.091
	5	11.428±0.035	11.378±0.070	11.422±0.043	11.520±0.057	11.411±0.103	2.486±0.018	2.606±0.022	2.558±0.029	2.610±0.240	2.797±0.065

Çizelge 4.8. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırozü yağının palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit miktarları değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans Analiz sonuçları.

Varyasyon	Palmitik Asit			Stearik Asit		Oleik Asit		Linoleik Asit		Linolenik Asit	
Kaynakları	SD	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
A	4	0.284	31.87**	0.3081	36.20**	0.67	3.31*	0.73	4.31**	0.0246	95.19**
B	2	386.831	43399.48**	90.1671	10596.58**	19454.61	96295.67**	15564.85	91868.93**	0.5078	1962.06**
C	3	0.213	23.90**	2.6860	315.66**	0.71	3.53*	0.62	3.65*	0.0425	164.35**
A*B	8	0.419	47.01**	0.5480	64.40**	2.78	13.77**	0.45	2.66*	0.0212	82.06**
A*C	6	0.190	21.34**	0.5408	63.55**	1.86	9.20**	0.23	1.37	0.015	57.62**
B*C	12	0.553	62.08**	2.7375	321.71**	4.02	19.88**	0.31	1.85	0.0364	140.88**
A*B*C	24	0.103	11.60**	0.4411	51.84**	0.38	1.89*	0.44	2.59**	0.0084	32.62**
Hata	60	0.009		0.0085		0.20		0.17		0.0003	
Toplam	119										

A: depolama (gün), B: Yağ çeşitleri, C: Ham pirinç kepek yağı ekleme oranları, **p<0.01 seviyesinde önemli, * p<0.05 seviyesinde önemli

Yapılan analizler sonucunda yağ örneklerinde bulunan Palmitik asit miktarı depolama süresi boyunca sürekli değişim göstermiş ve bu değişim istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ayrıca yine yağ çeşitlerinin ve ham pirinç kepek yağı ekleme oranlarının Palmitik asit değeri üzerine etkisi de istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Stearik asit miktarında Depolama süresi X yağ çeşitleri, Depolama süresi X ham pirinç kepeği ekleme oranları, yağ çeşitleri X ham pirinç kepeği ekleme oranları ve Depolama süresi X yağ çeşitleri X ham pirinç kepeği ekleme oranları interaksiyonları da istatistiksel açıdan çok önemli çıkmıştır ($p<0.01$).

Yine yapılan analizler sonucunda yağ örneklerinde bulunan Stearik asit miktarı depolama süresi boyunca sürekli değişim göstermiş ve bu değişim istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ayrıca yine yağ çeşitlerinin ve ham pirinç kepek yağı ekleme oranlarının Stearik asit değeri üzerine etkisi de istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Stearik asit miktarında Depolama süresi X yağ çeşitleri, Depolama süresi X ham pirinç kepeği ekleme oranları, yağ çeşitleri X ham pirinç kepeği ekleme oranları ve Depolama süresi X yağ çeşitleri X ham pirinç kepeği ekleme oranları interaksiyonları da istatistiksel açıdan çok önemli çıkmıştır ($p<0.01$).

Depolama süreci, ham pirinç kepek yağı ekleme oranları ve depolama süresi X yağ çeşitleri X ham pirinç kepeği ekleme oranları bakımından analizi yapılan yağ örneklerinde bulunan oleik asit miktarı değişimi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Oleik asit miktarı; yağ çeşidi, depolama süresi X yağ çeşitleri, Depolama süresi X ham pirinç kepek yağı ekleme oranları, yağ çeşitleri X ham pirinç kepeği ekleme oranları interaksiyonları istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Linoleik asit miktarı değişimi, depolama süresi, yağ çeşidi ve depolama süresi X yağ çeşitleri X ham pirinç kepeği ekleme oranları interaksiyonları açısından çok önemli bulunurken ($p<0.01$); ham pirinç kepek yağı ekleme oranı ve depolama süresi X yağ çeşitleri interaksiyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama süresi X ham pirinç kepeği ekleme oranı ve yağ çeşitleri X ham pirinç kepeği ekleme oranı interaksiyonları ise istatistiksel açıdan önemsiz olarak tespit edilmiştir.

Linolenik asit miktarı ise bütün interaksiyonlar açısından istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.9. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının, palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit miktarları değerleri üzerine etkilerine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Faktör	n	Palmitik Asit	Stearik Asit	Oleik Asit	Linoleik Asit	Linolenik Asit
Yağ çeşidi						
Ayçiçeği	40	6.47±0.44 ^b	5.16±0.13 ^a	25.11±1.02 ^c	62.92±0.77 ^a	0.34±0.03 ^c
Mısırözü	40	11.42±0.25 ^a	2.55±0.15 ^b	29.98±0.47 ^b	55.59±0.35 ^b	0.46±0.08 ^b
Kanola	40	5.68±0.31 ^c	2.56±1.09 ^b	65.51±1.08 ^a	25.68±0.40 ^c	0.56±0.13 ^a
Depolama(gün)						
1	24	7.73±2.58 ^c	3.45±1.42 ^b	40.34±18.15 ^a	48.01±16.48 ^b	0.47±0.16 ^a
15	24	7.78±2.58 ^{bc}	3.55±1.40 ^a	40.27±18.02 ^{ab}	48.00±16.28 ^b	0.40±0.10 ^c
30	24	7.83±2.63 ^b	3.52±1.44 ^{ab}	40.28±18.03 ^a	47.93±16.27 ^b	0.44±0.12 ^b
50	24	7.95±2.58 ^a	3.29±1.39 ^c	39.92±18.82 ^b	48.37±16.64 ^a	0.47±0.13 ^a
90	24	7.98±2.70 ^a	3.29±1.37 ^c	40.20±19.04 ^{ab}	48.01±16.62 ^b	0.48±0.13 ^a
Eklenen Ham Yağ Miktarı						
% 0	30	7.78±2.45 ^c	3.87±1.41 ^a	40.06±17.59 ^a	47.88±16.44 ^b	0.41±0.12 ^c
% 1	30	7.73±2.68 ^b	3.23±1.35 ^c	40.34±18.44 ^a	48.07±16.33 ^{ab}	0.50±0.14 ^a
% 2	30	7.81±2.14 ^{bc}	3.21±1.41 ^b	40.33±18.72 ^a	48.09±16.47 ^{ab}	0.45±0.12 ^b
% 5	30	7.97±2.57 ^a	3.28±1.34 ^{bc}	40.07±18.57 ^a	48.22±16.32 ^a	0.45±0.13 ^b

Analiz sonuçları

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

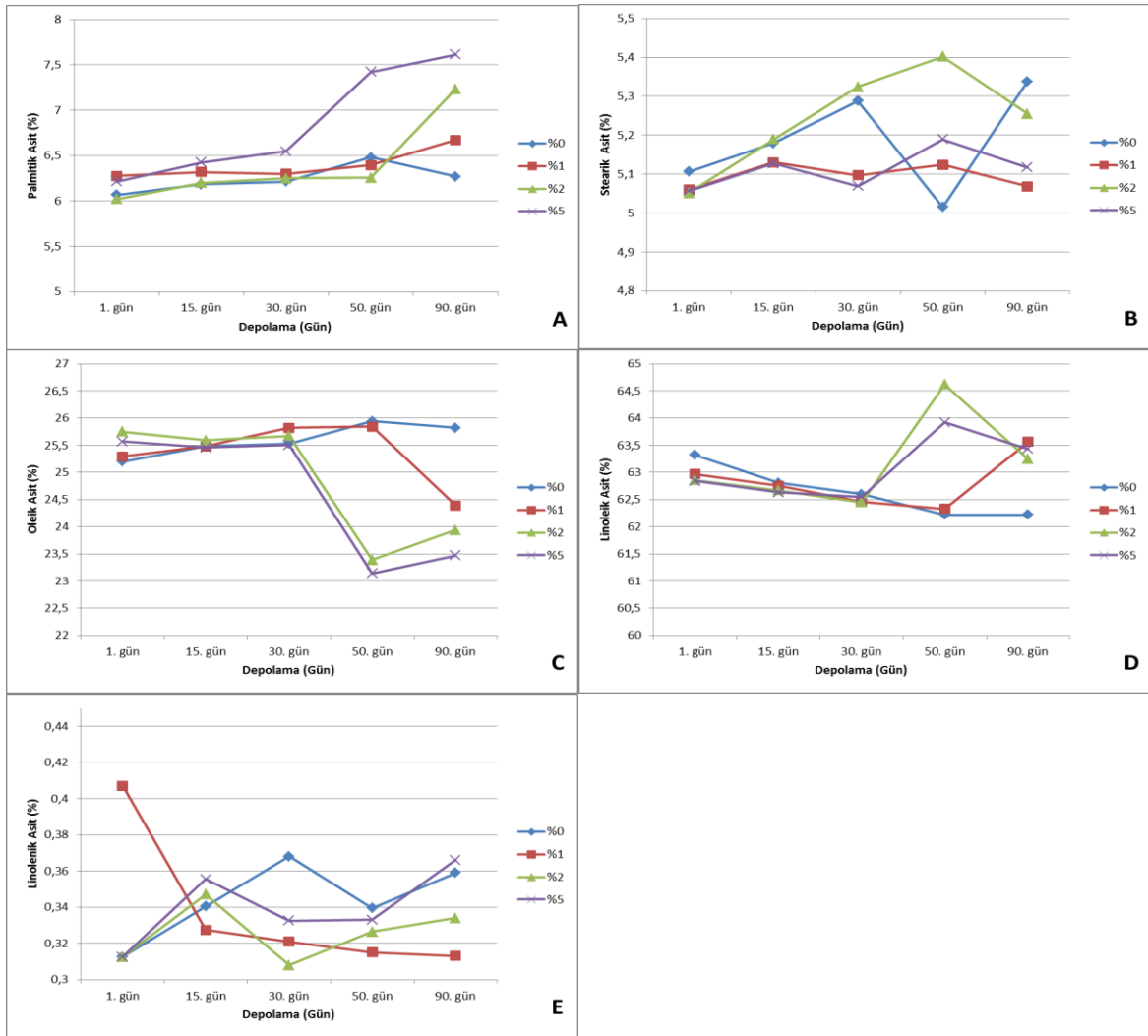
Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre palmitik asit miktarı en fazla mısırözü yağında bulunurken, bunu sırasıyla ayçiçeği ve kanola yağı takip etmiştir. Yağ çeşitlerinde bulunan Palmitik asit miktarında meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Ayrıca palmitik asit miktarı depolama sürecinde en fazla 50. ve 90. günlerde tespit edilirken, palmitik asitin en az bulunduğu depo süreci 1. gün depo zamanı olarak bulunmuştur. Ayrıca eklenen ham pirinç kepek yağı oranları gözönüne alındığında en fazla palmitik asit miktarı % 5'lik oranda elde edilirken, bunu sırasıyla % 1, % 2 ve % 0'lık oranlar takip etmiştir.

Yapılan analizler sonucunda stearik asit miktarı en fazla ayçiçeği yağında bulunmuştur. Mısırözü ve kanola yağında bulunan stearik asit miktarı ise birbirine yakın ve benzer çıkmıştır. Stearik asit miktarı depo sürecinde değişik göstermiş ve en fazla stearik asit 15. gün depo sürecinde elde edilmiştir. En az stearik asit miktarı 50. ve 90. gün depo süreçlerinde tespit edilmiştir. Eklenen ham pirinç kepek yağı oranı açısından ise en fazla stearik asit % 5'lik oranda elde edilmiş olup bunu sırasıyla % 1, % 2 ve % 0 oranları takip etmiştir.

Doymamış yağ asitleri grubunda olan oleik asit, linoleik asit ve linoleik asit miktarları sırasıyla, kanola, ayçiçeği ve yine kanola yağlarında elde edilmiştir. Oleik asit miktarı depo sürecinde en fazla 1. ve 30. gün depolama zamanlarında tespit edilirken, ham pirinç kepek yağı ekleme oranları açısından da en fazla bütün oranlarda birbirine yakın ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Linoleik asit miktarı en fazla 50. gün depo sürecinde elde edilmiştir, ayrıca

eklenen ham pirinç kepeği yağı oranı açısından da en fazla % 5'lik oran bulunmuştur. Linolenik asit miktarı en fazla 1., 50. ve 90. gün depolama süreçlerinde tespit edilmiştir. Linolenik asit miktarı en fazla %1'lik ham pirinç kepek yağı ekleme oranında elde edilirken, en az % 0'lık orandan elde edilmiştir.

Farklı oranlarda eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağında bulunan palmitik (A), stearik (B), oleik (C), linoleik (D) ve linolenik (E) yağ asitleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri Şekil 4.4'te verilmiştir.

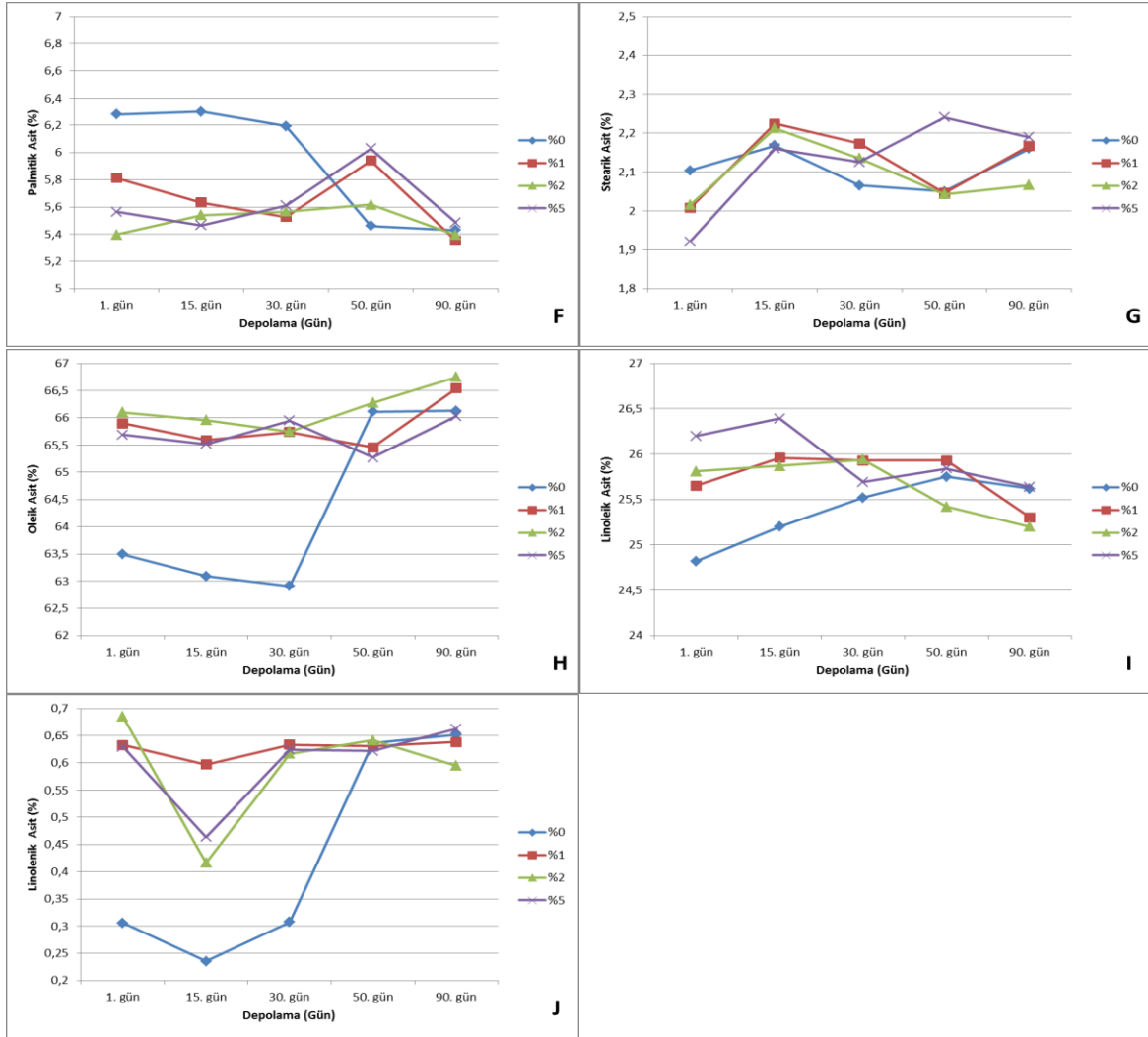


Şekil 4.4. Farklı oranlarda (% 0, % 1, % 2, % 5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca (1., 15., 30., 50., 90. gün) Ayçiçek yağında bulunan Palmitik (A), Stearik (B), Oleik (C), Linoleik (D) ve Linolenik (E) Yağ asitleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri.

Depolama sürecinde ayçiçek yağının tüm örneklerinde (% 0, % 1, % 2 ve % 5 oranda ham pirinç kepek yağı eklenmiş) yüzdesel olarak; palmitik asit miktarı % 6.02 ile % 7.612 arasında, stearik asit miktarı % 5.015 - % 5.402, oleik asit miktarı % 23.14 - % 25.84, linoleik

asit miktarı % 62.22 - % 64.62 ve linolenik asit miktarı ise % 0.308 - % 0.368 aralığında değişmiştir.

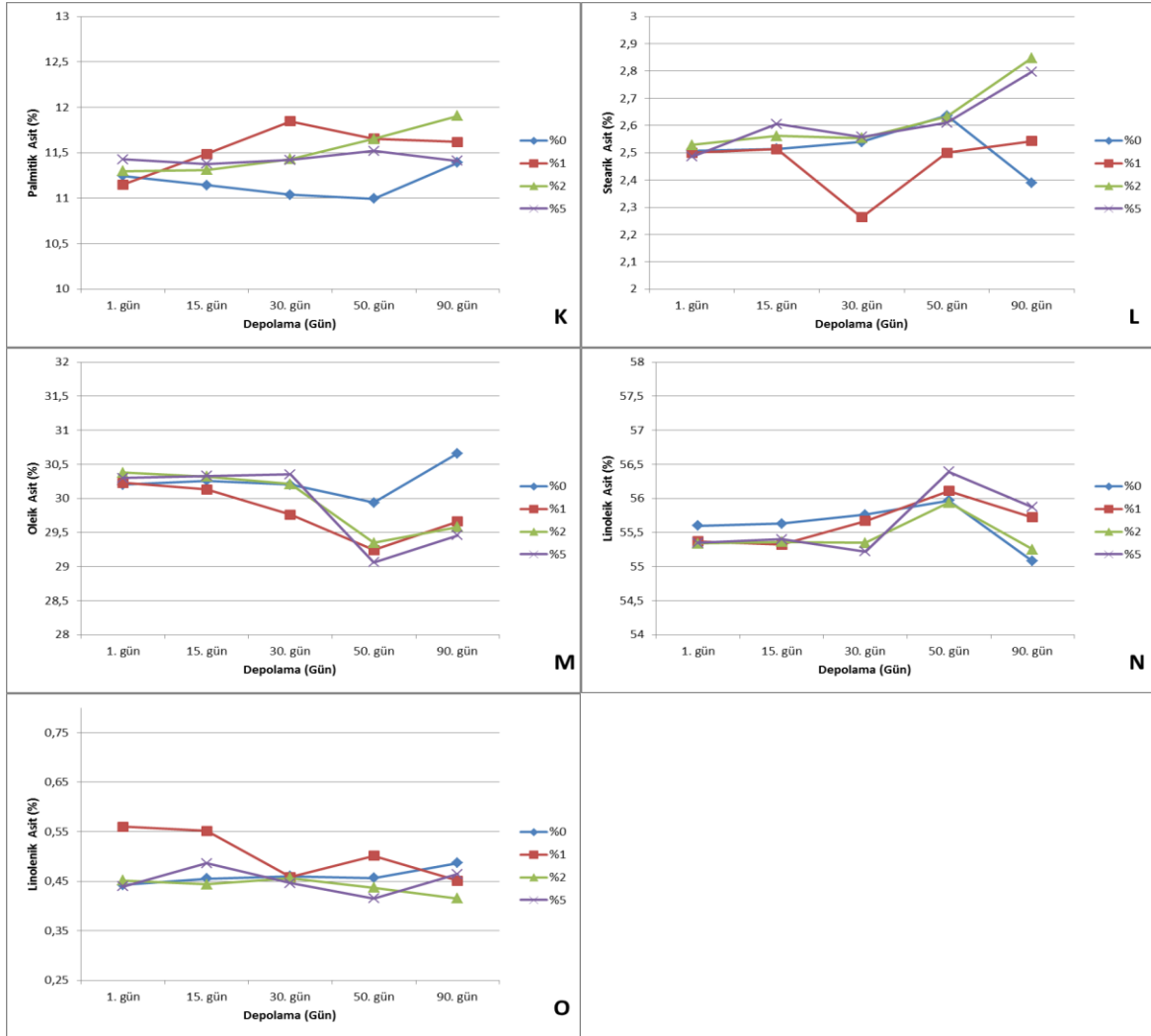
Farklı oranlarda eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca kanola yağında bulunan palmitik (A), stearik (B), oleik (C), linoleik (D) ve linolenik (E) yağ asitleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı oranlarda (% 0, % 1, % 2, % 5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca Kanola yağında bulunan Palmitik (F), Stearik (G), Oleik (H), Linoleik (I) ve Linolenik (J) Yağ asitleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri.

Depolama sürecinde kanola yağının tüm örneklerinde (% 0, % 1, % 2 ve % 5 oranda ham pirinç kepek yağı eklenmiş) yüzdesel olarak; palmitik asit miktarı % 5.395 ile % 6.3 arasında, stearik asit miktarı % 2.007 - % 2.224, oleik asit miktarı % 62.91 - % 66.75, linoleik asit miktarı % 24.82 - % 25.96 ve linolenik asit miktarı ise % 0.235 - % 0.685 aralığında değişmiştir.

Farklı oranlarda eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca mısırözü yağında bulunan palmitik (A), stearik (B), oleik (C), linoleik (D) ve linolenik (E) yağ asitleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Farklı oranlarda (% 0, % 1, % 2, % 5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca (1., 15., 30., 50., 90. gün) Mısırözü yağında bulunan Palmitik (K), Stearik (L), Oleik (M), Linoleik (N) ve Linolenik (O) Yağ asitleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri.

Depolama sürecinde mısırözü yağının tüm örneklerinde (% 0, % 1, % 2 ve % 5 oranda ham pirinç kepek yağı eklenmiş) yüzdesel olarak; palmitik asit miktarı % 10.996 ile % 11.907 arasında, stearik asit miktarı % 2.263 - % 2.848, oleik asit miktarı % 29.06 - % 30.66, linoleik asit miktarı % 55.08- % 56.11 ve linolenik asit miktarı ise % 0.4155- % 0.5575 aralığında değişmiştir.

4.5. Renk Analizi Sonuçları

Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının renk değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Renk değişimlerini belirlemek için L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerleri 2 tekerrür 2 paralel olacak şekilde ölçülmüştür. Renk değerleri CIELab skalasına göre tekerrürlerin ortalaması $\pm$ standart sapma şeklinde verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırozü yağının renk değerleri üzerine etkileri (ortalama $\pm$ standart sapma)

Renk Skalaları	Yağ Çeşitleri	Pirinç Kepeği Yağı ekleme miktarı (%)	Depolama (gün)				
			1	15	30	50	90
<i>L*</i>	Ayçiçek Yağı	0	73.38 $\pm$ 0.52	72.53 $\pm$ 0.56	71.71 $\pm$ 0.30	69.89 $\pm$ 1.85	69.07 $\pm$ 0.68
		1	71.15 $\pm$ 1.29	70.37 $\pm$ 0.45	71.28 $\pm$ 1.27	72.51 $\pm$ 0.35	72.91 $\pm$ 0.14
		2	71.26 $\pm$ 0.50	71.82 $\pm$ 0.59	72.15 $\pm$ 0.67	72.09 $\pm$ 0.58	72.42 $\pm$ 0.30
		5	68.63 $\pm$ 0.10	69.00 $\pm$ 1.40	70.94 $\pm$ 0.16	72.34 $\pm$ 0.06	72.40 $\pm$ 0.28
	Kanola Yağı	0	73.00 $\pm$ 0.35	72.31 $\pm$ 0.08	72.53 $\pm$ 0.36	72.28 $\pm$ 0.01	72.16 $\pm$ 0.04
		1	72.03 $\pm$ 0.47	71.44 $\pm$ 1.70	71.7 $\pm$ 1.58	71.27 $\pm$ 1.01	70.58 $\pm$ 0.41
		2	70.5 $\pm$ 0.08	70.39 $\pm$ 0.18	71.22 $\pm$ 1.48	72.58 $\pm$ 0.52	72.95 $\pm$ 0.16
		5	68.59 $\pm$ 0.10	69.15 $\pm$ 0.04	69.61 $\pm$ 0.38	71.28 $\pm$ 0.59	72.07 $\pm$ 0.68
	Mısır Yağı	0	70.03 $\pm$ 0.09	69.56 $\pm$ 0.75	70.09 $\pm$ 0.08	70.26 $\pm$ 1.19	70.11 $\pm$ 1.33
		1	69.55 $\pm$ 0.06	69.83 $\pm$ 0.09	70.21 $\pm$ 1.09	71.94 $\pm$ 0.40	73.48 $\pm$ 0.39
		2	68.56 $\pm$ 0.20	69.58 $\pm$ 0.55	69.76 $\pm$ 0.63	70.10 $\pm$ 0.13	70.85 $\pm$ 0.20
		5	67.09 $\pm$ 0.0	68.76 $\pm$ 0.28	69.28 $\pm$ 0.54	69.48 $\pm$ 0.50	70.20 $\pm$ 0.30
<i>a*</i>	Ayçiçek Yağı	0	-1.87 $\pm$ 0.02	-1.59 $\pm$ 0.01	-1.10 $\pm$ 0.04	-0.61 $\pm$ 0.11	1.09 $\pm$ 0.17
		1	-4.07 $\pm$ 0.91	-1.56 $\pm$ 0.01	-1.10 $\pm$ 0.06	-0.44 $\pm$ 0.10	1.00 $\pm$ 0.04
		2	-4.90 $\pm$ 0.11	-2.61 $\pm$ 0.16	-1.97 $\pm$ 0.03	-0.33 $\pm$ 0.05	0.60 $\pm$ 0.06
		5	-7.33 $\pm$ 0.06	-4.73 $\pm$ 0.17	-3.70 $\pm$ 0.08	-0.88 $\pm$ 0.22	0.08 $\pm$ 0.07
	Kanola Yağı	0	-1.72 $\pm$ 0.01	-1.56 $\pm$ 0.04	-1.08 $\pm$ 0.01	-0.10 $\pm$ 0.08	1.07 $\pm$ 0.06
		1	-4.78 $\pm$ 0.00	-1.63 $\pm$ 0.23	-1.25 $\pm$ 0.09	-0.11 $\pm$ 0.02	0.73 $\pm$ 0.06
		2	-5.75 $\pm$ 0.10 ^z	-2.56 $\pm$ 0.13	-1.87 $\pm$ 0.14	-0.27 $\pm$ 0.08	0.35 $\pm$ 0.09 ^a
		5	-7.46 $\pm$ 0.12	-4.67 $\pm$ 0.10	-3.52 $\pm$ 0.10	-0.86 $\pm$ 0.07	0.06 $\pm$ 0.18
	Mısır Yağı	0	-4.62 $\pm$ 0.05	-4.43 $\pm$ 0.06	-4.28 $\pm$ 0.07	-2.53 $\pm$ 0.36	-0.99 $\pm$ 0.01
		1	-5.06 $\pm$ 0.00	-2.39 $\pm$ 0.38	-1.90 $\pm$ 0.24	-1.60 $\pm$ 0.16	-1.15 $\pm$ 0.05
		2	-5.62 $\pm$ 0.16	-3.48 $\pm$ 0.46	-2.48 $\pm$ 0.14	-1.66 $\pm$ 0.13	-1.40 $\pm$ 0.03
		5	-6.48 $\pm$ 0.01	-4.89 $\pm$ 0.48	-3.88 $\pm$ 0.18	-2.25 $\pm$ 0.22	-1.59 $\pm$ 0.06

Çizelge 4.10. Devamı

<i>b*</i>	Ayçiçek Yağı	0	7.39±0.06	6.63±0.03	5.69±0.01	3.25±0.37	2.01±0.16
		1	15.07±3.27	7.77±0.01	5.78±0.13	3.09±0.13	2.03±0.06
		2	18.36±0.30	11.75±0.35	8.98±0.03	4.12±0.27	2.68±0.13
		5	30.68±0.56	21.87±0.59	16.19±0.42	5.85±0.85	3.13±1.20
	Kanola Yağı	0	7.17±0.07	6.77±0.15	5.60±0.06	3.87±0.18	1.51±0.59
		1	17.50±0.30	8.56±1.27	6.86±0.07	4.16±0.59	1.12±0.05
		2	22.02±0.40	12.73±0.77	9.32±0.35	5.78±0.25	1.87±0.08
		5	32.20±0.53	24.08±0.58	17.44±0.47	8.55±0.41	2.89±0.01
	Mısır Yağı	0	23.78±0.27	23.59±0.01	22.90±0.04	20.91±1.05	19.51±0.87
		1	26.79±0.06	17.93±0.06	15.15±0.68	11.04±1.29	6.41±0.23
		2	30.09±0.54	22.27±0.55	18.16±2.26	13.13±0.73	8.37±0.63
		5	38.05±0.07	29.84±0.70	24.31±2.74	15.89±1.17	9.50±0.83
Chroma	Ayçiçek Yağı	0	7.62±0.06	6.82±0.02	5.79±0.00	3.31±0.38	2.28±0.22
		1	15.61±3.39	7.93±0.02	5.89±0.14	3.12±0.14	2.27±0.08
		2	19.00±0.32	12.03±0.37	9.19±0.03	4.13±0.27	2.75±0.12
		5	31.54±0.53	22.38±0.62	16.60±0.43	5.92±0.87	3.13±1.19
	Kanola Yağı	0	7.37±0.07	6.94±0.15	5.70±0.05	3.87±0.18	1.87±0.44
		1	18.14±0.29	8.71±1.29	6.97±0.05	4.16±0.59	1.34±0.08
		2	22.75±0.42	12.99±0.78	9.51±0.37	5.78±0.25	1.90±0.06
		5	33.06±0.54	24.53±0.59	17.79±0.48	8.59±0.42	2.89±0.02
	Mısır Yağı	0	24.22±0.27	24.00±0.03	23.30±0.03	21.06±1.00	19.53±0.87
		1	27.26±0.06	18.09±0.01	15.27±0.70	11.15±1.26	6.51±0.21
		2	30.61±0.56	22.54±0.47	18.32±2.25	13.23±0.74	8.48±0.63
		5	38.60±0.07	30.24±0.61	24.61±2.73	16.04±1.19	9.64±0.81

Çizelge 4.10. Devamı

Hue	Ayçiçek Yağı	0	-75.84±0.05	-76.51±0.17	-79.10±0.36	-79.41±0.76	61.56±1.80
		1	-74.92±0.11	-78.65±0.08	-79.18±0.38	-82.02±1.60	63.83±0.25
		2	-75.07±0.07	-77.48±0.37	-77.63±0.13	-85.38±0.36	77.26±1.91
		5	-76.55±0.35	-77.80±0.10	-77.12±0.04	-81.56±0.89	88.15±2.00
	Kanola Yağı	0	-76.51±0.02	-77.02±0.07	-79.03±0.18	-88.2±1.09	-87.09±0.17
		1	-74.72±0.25	-79.21±0.10	-79.63±0.85	-88.56±0.10	56.87±1.12
		2	-75.36±0.02	-78.63±0.12	-78.67±0.43	-87.34±0.73	79.17±3.16
		5	-76.97±0.00	-79.02±0.03	-78.59±0.01	-84.26±0.20	-1.18±123.64
	Mısır Yağı	0	-79.02±0.01	-79.38±0.14	-79.41±0.19	-83.08±1.32	-87.09±0.17
		1	-79.30±0.02	-82.40±1.23	-82.87±0.58	-81.65±1.76	-79.77±0.78
		2	-79.42±0.10	-81.12±1.37	-82.19±0.52	-82.82±0.18	-80.48±0.52
		5	-80.34±0.04	-80.68±1.11	-80.90±0.59	-81.96±0.19	-80.46±1.15

4.5.1. L^* değeri

L^* değeri örneklerdeki parlaklığın bir ölçüsüdür, daha yüksek bir L^* değeri, daha açık rengi vermektedir (Rentfrow ve ark., 2004). Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının L^* değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11’de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının L^* değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans Analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	SD	L^*	
		KO	F
A	4	7.6762	15.83**
B	2	28.0679	57.89**
C	3	13.2440	27.32**
A*B	8	0.9520	1.96(ö.siz)
B*C	6	2.9515	6.09**
A*C	12	4.6608	9.61**
A*B*C	24	1.6107	3.32**
Hata	60	0.4848	
Toplam	119		

A: depolama (gün), B: Yağ çeşitleri, C: Ham pirinç kepek yağı ekleme oranları, ** $p<0.01$ seviyesinde önemli, * $p<0.05$ seviyesinde önemli

Yapılan analizler sonucunda L^* değerinde depolama süresi boyunca sürekli değişim göstermiş ve bu değişim istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ayrıca yine yağ çeşitlerinin ve ham pirinç kepek yağı ekleme oranlarının da L^* değeri üzerine etkisi de istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Depolama süresi X yağ çeşitleri interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz çıkarken, diğer bütün interaksyonlar ise istatistiksel olarak çok önemli çıkmıştır ($p<0.01$).

Çizelge 4.12. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının L^* değerleri üzerine etkilerine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Analiz sonuçları.

Faktör	n	L^*
Yağ çeşidi		
Ayçiçeği	40	71.39±1.46 ^a
Mısırözü	40	69.94±1.34 ^b
Kanola	40	71.38±1.31 ^a
Depolama(gün)		
1	24	70.31±1.92 ^c
15	24	70.39±1.40 ^c
30	24	70.87±1.21 ^{bc}
50	24	71.33±1.24 ^{ab}
90	24	71.60±1.41 ^a
Eklenen Ham Yağ Miktarı		
% 0	30	71.26±1.51 ^a
% 1	30	71.35±1.28 ^a
% 2	30	71.08±1.31 ^a
% 5	30	69.92±1.58 ^b

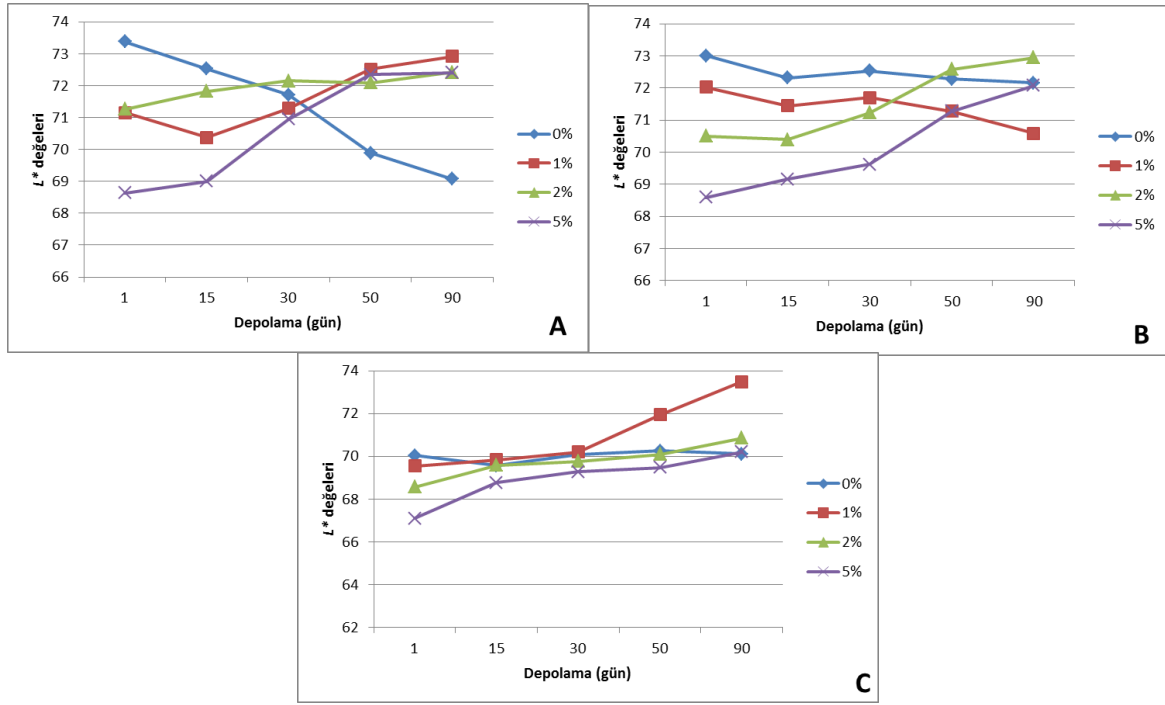
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre ayçiçeği ve kanola yağının L^* değerleri ortalaması birbirine benzer ve en yüksek olarak tespit edilmiştir. Mısırözü yağının L^* değeri ortalaması ise, ayçiçeği ve kanola yağının L^* değeri ortalamasından düşük olarak bulunmuştur.

Depolama sürecinde ise en yüksek L^* değerlerine 90. günde ulaşılırken, bunu sırasıyla 50. ve 30. günler takip etmiştir. Depolama sürecinde en düşük L^* değeri ise 1. günde tespit edilmiştir.

En yüksek L^* değerleri % 0, % 1 ve % 2 oranlarında eklenen ham pirinç kepeği yağı ile elde edilirken, %5 oranında eklenen ham pirinç kepeği yağına ait L^* değerleri ise daha düşük bulunmuştur.

Farklı oranlarda eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağlarının L^* değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı oranlarda (% 0, % 1, % 2, % 5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca (1, 15, 30, 50, 90, gün): A: Ayçiçek yağı; B: Kanola Yağı ve C: Mısırrözü Yağlarının L^* değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri.

Ayçiçek yağının kontrol örneği (% 0)'nde L^* değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir azalma göstermiştir. Buna karşılık % 1, % 2 ve % 5 oranlarında ham pirinç kepek yağı eklenen Ayçiçek yağı örneklerinde ise L^* değerlerinde artış görülmüştür. En fazla artış %5 oranında ham pirinç kepeği eklenen ayçiçek yağı örneğinde görülmüştür.

Kanola yağının % 2 ve % 5 oranında ham pirinç kepeği yağı eklenen örneklerinde L^* değeri artış gösterirken, kontrol (% 0) ve % 1 oranında ham pirinç kepeği eklenen örneklerde ise L^* değeri azalma göstermiştir.

Mısır yağında ise kontrol (% 0) örneği L^* değerlerinde 90 günlük depolama periyodunda önemli bir değişme gözlenmemiştir. % 1, % 2 ve % 5 oranlarında ham pirinç kepeği eklenen örneklerde ise L^* değerlerinde bir depolama periyodu süresince artış gözlenmiştir.

Ham bitkisel yağlar çeşitli doğal renk maddeleri içermektedirler. Ham yağın rengi yağlık tohumun ya da ham yağın depolama şartlarına, oksijen erişilebilirliğine ve sıcaklığa bağlı olarak direk olarak etkilenebilir (Tasan ve ark., 2011). Oksidasyonun katı ve sıvı yağların renkleri üzerinde önemli bir etkisi vardır (Carrin ve Carelli, 2010).

Lipit oksidasyonu gıdaların bozulmasına, yağlarda bulunan önemli kalite kriterlerinin etkisinin azalmasına, yağların acılaşmasına, kızartılmış gıdalarda tat, aroma ve renk gibi parametrelerde kayıplar oluşmasına neden olmaktadır (Rossell, 2001a; Tabee, 2008; Dutta,

2002). Lipit hidroperoksitleri ile ikincil oksidasyon ürünleri ile proteinlerin ve diğer bileşenler arasındaki interaksyon, oksidasyon ve aroma stabilitesi, gıdanın işleme süresince yapısı, pişirilmesi ve depo aşamalarında oldukça önemli bir etkiye sahiptir (Frankel, 1998a). Bütün protein bozunmaları besleyicilik özelliklerini etkilemektedir. Bu reaksiyonlar istenmeyen taste ve koku oluşumuna ayrıca gıdanın renginin kahverengine dönüşümüne sebep olmaktadır. (Pokorny ve Davidek, 1979; Korczak ve ark., 2000). Gıdaların renkleri, antosiyanin, karotenoid, klorofil ya da fırıncılık karamelizasyon ürünleri gibi kararsız pigmentlerin, lipit oksidasyonu sırasında meydana gelen atkif peroksitler tarafından değiştirilir (Finley ve Given, 1986).

Bu sebeplerden dolayı, ham pirinç kepek yağı eklenmemiş kontrol örneklerinde L^* değerlerinde belirgin bir azalış seyri görülürken, ham pirinç kepek yağı eklenmiş örneklerde ise sürekli bir artış gözlemlenmiştir. Pirinç kepek yağı rafine olmamış halde eklendiği için, koyu (kahverengi-siyah) bir renge sahiptir ve yağlara ilk eklendiğinde, eklenme oranına paralel şekilde L^* değerince önemli bir azalışa sebebiyet vermektedir, fakat depolama süreci boyunca L^* değerlerinde artışın antioksidan içeriği nedeniyle olduğu tahmin edilmektedir.

4.5.2. a^* değeri

a^* değeri kırmızılığın bir ölçüsüdür, daha yüksek a^* değeri, daha kırmızı bir rengi belirtir (Rentfrow ve ark., 2004). Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının a^* değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans analizi Çizelge 4.13'te ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının a^* değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans Analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	SD	a^*	
		KO	F
A	4	87.8270	2393.06**
B	2	22.8621	622.93**
C	3	22.0935	601.99**
A*B	8	0.6468	17.62**
B*C	6	2.8288	77.08**
A*C	12	3.4486	93.96**
A*B*C	24	0.2973	8.10**
Hata	60	0.0367	
Toplam	119		

A: depolama (gün), B: Yağ çeşitleri, C: Ham pirinç kepek yağı ekleme oranları, **p<0.01 seviyesinde önemli, * p<0.05 seviyesinde önemli

Yapılan analizler sonucunda a^* değerinde depolama süresi boyunca sürekli değişim göstermiş ve bu değişim istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ayrıca yine yağ çeşitlerinin ve ham pirinç kepek yağı ekleme oranlarının da a^* değeri üzerine etkisi de istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Depolama süresi X yağ çeşitleri interaksyonu, depolama süresi X ham pirinç kepeği ekleme oranları interaksyonu, yağ çeşidi X ham pirinç kepeği ekleme oranları interaksyonu ve depolama süresi X yağ çeşitleri X ham pirinç kepek yağı ekleme oranları interaksyonu da istatistiksel olarak çok önemli çıkmıştır ($p<0.01$).

Çizelge 4.14. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının a^* değerleri üzerine etkilerine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Analiz sonuçları.

Faktör	n	a^*
Yağ çeşidi		
Ayçiçeği	40	-1.80 ± 1.7^a
Mısırözü	40	-3.13 ± 1.64^b
Kanola	40	-1.85 ± 2.28^a
Depolama(gün)		
1	24	-4.97 ± 1.79^e
15	24	-3.00 ± 1.34^d
30	24	-2.35 ± 1.17^c
50	24	-0.97 ± 0.83^b
90	24	-0.01 ± 0.99^a
Eklenen Ham Yağ Miktarı		
% 0	30	-1.62 ± 1.74^a
% 1	30	-1.69 ± 1.78^a
% 2	30	-2.26 ± 1.97^b
% 5	30	-3.47 ± 2.48^c

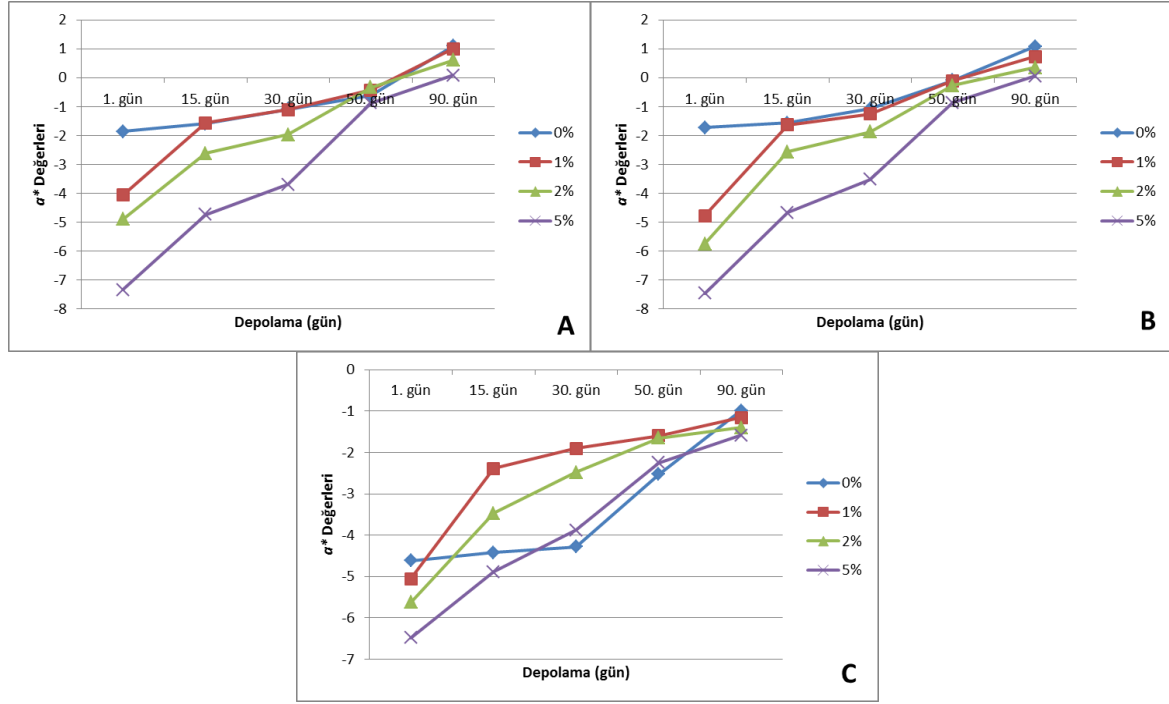
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre ayçiçeği ve kanola yağının a^* değerleri ortalaması birbirine benzer ve en yüksek olarak tespit edilmiştir. Mısırözü yağının a^* değeri ortalaması ise, ayçiçeği ve kanola yağının a^* değeri ortalamasından düşük olarak bulunmuştur.

Depolama sürecinde ise en yüksek a^* değerlerine 90. günde ulaşılırken, bunu sırasıyla 50. ve 30. günler takip etmiştir. Depolama sürecinde en düşük a^* değerleri ise sırasıyla 1. ve 15 günlerde tespit edilmiştir.

En yüksek a^* değerleri % 0, % 1 oranlarında eklenen ham pirinç kepeği yağı ile elde edilirken, % 2 oranında eklenen ham pirinç kepeği yağna ait a^* değerleri ise daha düşük bulunmuş olup en düşük değer ise % 5 oranında eklenen örneklerle aittir.

Farklı oranlarda eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağlarının a^* değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Farklı oranlarda (%0, %1, %2, %5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca (1., 15., 30., 50., 90., gün): A: Ayçiçek yağı; B: Kanola Yağı ve C: Mısırözü Yağlarının a^* değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri.

Ayçiçek yağına, % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde a^* değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir artış göstermiştir. a^* değeri en fazla artış % 5 oranında ham pirinç kepeği eklenen örnekte görülmüştür.

Kanola yağına, % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde de a^* değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir artış göstermiştir. a^* değeri en fazla artış % 5 oranında ham pirinç kepeği eklenen örnekte görülmüştür.

Aynı şekilde mısırözü yağına, % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde a^* değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir artış göstermiştir. a^* değeri en fazla artış % 5 oranında ham pirinç kepeği eklenen mısırözü yağı örneğinde görülmüştür. Kontrol örneğinde (% 0) a^* değeri 1., 15. ve 30. depo günlerinde stabil bir hal alırken sonraki depo sürecinde hızlı bir artış göstermiştir.

4.5.3. b^* değeri

b^* değeri sarılığın bir ölçütüdür, daha yüksek bir b^* değeri daha sarı bir rengi belirler (Rentfrow ve ark., 2004). Daha yüksek b^* değeri, daha sarı bir rengi belirtir. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının a^* değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans analizi Çizelge 4.15'te ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının b^* değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans Analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	SD	b^*	
		KO	F
A	4	1100.64	1678.50**
B	2	1428.33	2178.23**
C	3	471.62	719.24**
A*B	8	3.88	5.92**
B*C	6	71.29	108.73**
A*C	12	94.52	144.15**
A*B*C	24	1.57	2.39
Hata	60	0.66	
Toplam	119		

A: depolama (gün), B: Yağ çeşitleri, C: Ham pirinç kepek yağı ekleme oranları, ** $p<0.01$ seviyesinde önemli, * $p<0.05$ seviyesinde önemli

Yapılan analizler sonucunda b^* değeri depolama süresi boyunca sürekli değişim göstermiş ve bu değişim istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ayrıca yine yağ çeşitlerinin ve ham pirinç kepek yağı ekleme oranlarının b^* değeri üzerine etkisi de istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Depolama süresi X yağ çeşitleri X ham pirinç kepeği ekleme oranları interaksyonu istatistiksel açıdan önemsiz çıkarken, diğer tüm interaksyonlar ise istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.16. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının b^* değerleri üzerine etkilerine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Analiz sonuçları.

Faktör	n	b^*
Yağ çeşidi		
Ayçiçeği	40	9.12±7.61 ^c
Mısırözü	40	19.88±8.00 ^a
Kanola	40	10.00±8.37 ^b
Depolama(gün)		
1	24	22.42±9.54 ^a
15	24	16.15±7.90 ^b
30	24	13.03±6.73 ^c
50	24	8.30±5.67 ^d
90	24	5.09±5.23 ^e
Eklenen Ham Yağ Miktarı		
% 0	30	10.70±8.46 ^d
% 1	30	9.95±7.11 ^c
% 2	30	12.64±8.01 ^b
% 5	30	18.70±11.03 ^a

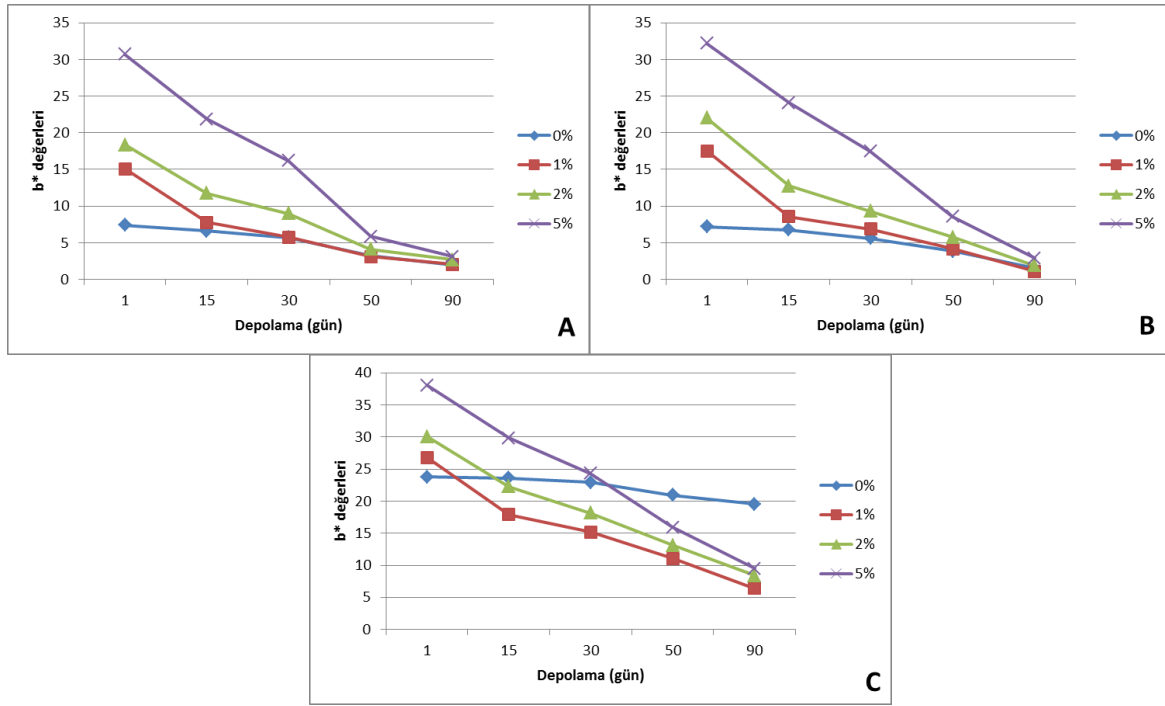
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre mısırözü yağının b^* değerleri ortalaması en yüksek olarak tespit edilmiştir. Ayçiçek ve kanola yağının b^* değerleri ortalaması ise sırasıyla en düşük olarak bulunmuştur.

Depolama sürecinde ise en yüksek b^* değerlerine 1. günde tespit edilirken, bunu sırasıyla 15., 30., 50. Günler takip ederken, en düşük değer ise 90. günde bulunmuştur.

En yüksek b^* değerleri sırasıyla % 5, % 2 oranlarında eklenen ham pirinç kepeği yağı ile elde edilirken, % 1 oranında eklenen ham pirinç kepeği yağına ait b^* değerleri ise daha düşük bulunmuş olup en düşük değer ise % 0 oranında eklenen örneklerle aittir.

Farklı oranlarda eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağlarının b^* değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Farklı oranlarda (% 0, % 1, % 2, % 5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca (1., 15., 30., 50., 90., gün): A: Ayçiçek yağı; B: Kanola Yağı ve C: Mısırözü Yağlarının b^* değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri.

Ayçiçek yağına, % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde b^* değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir azalma gösterirken, b^* değeri en fazla azalmayı % 5 oranında ham pirinç kepeği eklenen örnekte göstermiştir.

Kanola yağına, % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde b^* değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir azalma gösterirken, b^* değeri en fazla azalmayı % 5 oranında ham pirinç kepeği eklenen örnekte göstermiştir.

Aynı şekilde mısırözü yağına, % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde b^* değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir azalma göstermiştir. b^* değerinde en fazla azalma % 5 oranında ham pirinç kepeği eklenen kanola yağı örneğinde görülmüştür. Kontrol örneğinde (% 0) b^* değeri tüm depo sürecinde (90 gün) önemli bir değişme göstermemiştir.

4.5.4. Chroma değeri

Chroma toplam renk ölçüm değeridir. Yüksek chroma değeri daha parlak/canlı rengi ifade etmektedir (Rentfrow ve ark., 2004). Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının chroma değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans analizi Çizelge 4.17’de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Chroma değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans Analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	SD	Chroma değeri	
		KO	F
A	4	1159.44	1743.94**
B	2	1430.81	2152.12**
C	3	486.30	731.46**
A*B	8	4.01	6.03**
B*C	6	73.49	110.53**
A*C	12	99.66	149.90**
A*B*C	24	1.54	2.31**
Hata	60	0.66	
Toplam	119		

A: depolama (gün), B: Yağ çeşitleri, C: Ham pirinç kepek yağı ekleme oranları, **p<0.01 seviyesinde önemli, * p<0.05 seviyesinde önemli

Yapılan analizler sonucunda chroma değeri depolama süresi boyunca sürekli değişim göstermiş ve bu değişim istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (p<0.01). Ayrıca yine yağ çeşitlerinin ve ham pirinç kepek yağı ekleme oranlarının chroma değeri üzerine etkisi de istatistiksel olarak çok önemli (p<0.01) bulunurken, bu faktörler arasındaki interaksyonlar da önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Chroma değerleri üzerine etkilerine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Analiz sonuçları.

Faktör	n	Chroma
Yağ çeşidi		
Ayçiçeği	40	9.40±7.83 ^c
Mısırözü	40	20.10±8.58 ^a
Kanola	40	10.20±8.13 ^b
Depolama(gün)		
1	24	23.00±9.67 ^a
15	24	16.40±8.00 ^b
30	24	13.20±6.82 ^c
50	24	8.40±5.72 ^d
90	24	5.20±5.18 ^e
Eklenen Ham Yağ Miktarı		
% 0	30	10.90±8.52 ^c
% 1	30	10.20±7.23 ^d
% 2	30	12.90±8.18 ^b
% 5	30	19.00±11.27 ^a

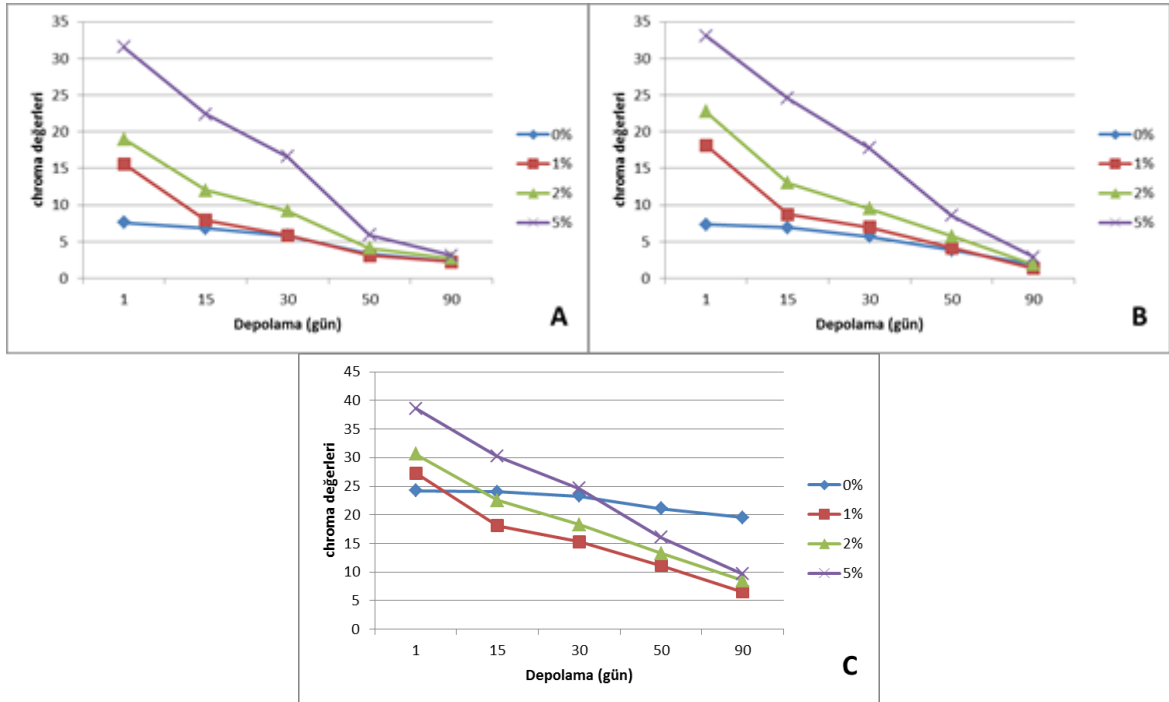
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır

Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre mısırözü yağının chroma değerleri ortalaması en yüksek olarak tespit edilmiştir. Kanola ve ayçiçek yağının chroma değerleri ortalaması ise sırasıyla en düşük olarak bulunmuştur.

Depolama sürecinde ise en yüksek chroma değerleri 1. günde tespit edilirken, bunu sırasıyla 15., 30., 50. günler takip etmiş, en düşük değer ise 90. günde bulunmuştur.

En yüksek chroma değeri % 5 oranında eklenen ham pirinç kepeği yağı ile elde edilirken, % 1 oranında eklenen ham pirinç kepeği yağına ait chroma değerleri en düşük bulunmuştur.

Farklı oranlarda eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağlarının chroma değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Farklı oranlarda (% 0, % 1, % 2, % 5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca (1., 15., 30., 50., 90., gün): A: Ayçiçek yağı; B: Kanola Yağı ve C: Mısırözü Yağlarının chroma değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri.

Ayçiçek yağına, % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde chroma değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir azalma gösterirken, chroma değeri en fazla azalmayı % 5 oranında ham pirinç kepeği eklenen örnekte göstermiştir.

Kanola yağına, % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde chroma değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir azalma

gösterirken, chroma değeri en fazla azalmayı % 5 oranında ham pirinç kepeği eklenen örnekte göstermiştir.

Aynı şekilde mısırözü yağına, % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde chroma değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir azalma göstermiştir. Chroma değerinde en fazla azalma % 5 oranında ham pirinç kepeği eklenen kanola yağı örneğinde görülmüştür. Kontrol örneğinde (% 0) chroma değeri tüm depo sürecinde (90 gün) önemli bir değişme göstermemiştir.

4.5.5. Hue değeri

Hue değeri gerçek kırmızı eksenindeki değişimi temsil eder, daha yüksek hue değeri kırmızıdan yeşile değişimi belirler (Rentfrow ve ark., 2004). Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının hue değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans analizi Çizelge 4.19'da ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Hue değerleri üzerine etkilerine ilişkin Varyans Analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Hue değeri		
	SD	KO	F
A	4	41155.1	159.47**
B	2	12248.8	47.46**
C	3	93.4	0.36
A*B	8	10707.8	41.49**
B*C	6	204.6	0.79
A*C	12	123.2	0.48
A*B*C	24	212.8	0.82
Hata	60	258.1	
Toplam	119		

A: depolama (gün), B: Yağ çeşitleri, C: Ham pirinç kepek yağı ekleme oranları, **p<0.01 seviyesinde önemli, * p<0.05 seviyesinde önemli

Yapılan analizler sonucunda hue değeri depolama süresi boyunca sürekli değişim göstermiş ve bu değişim istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (p<0.01). Ayrıca yağ çeşitleri ve yağ çeşidi x depolama süresi interaksyonu da hue değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli (p<0.01) bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Farklı oranlarda eklenmiş pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağının Hue değerleri üzerine etkilerine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Analiz sonuçları.

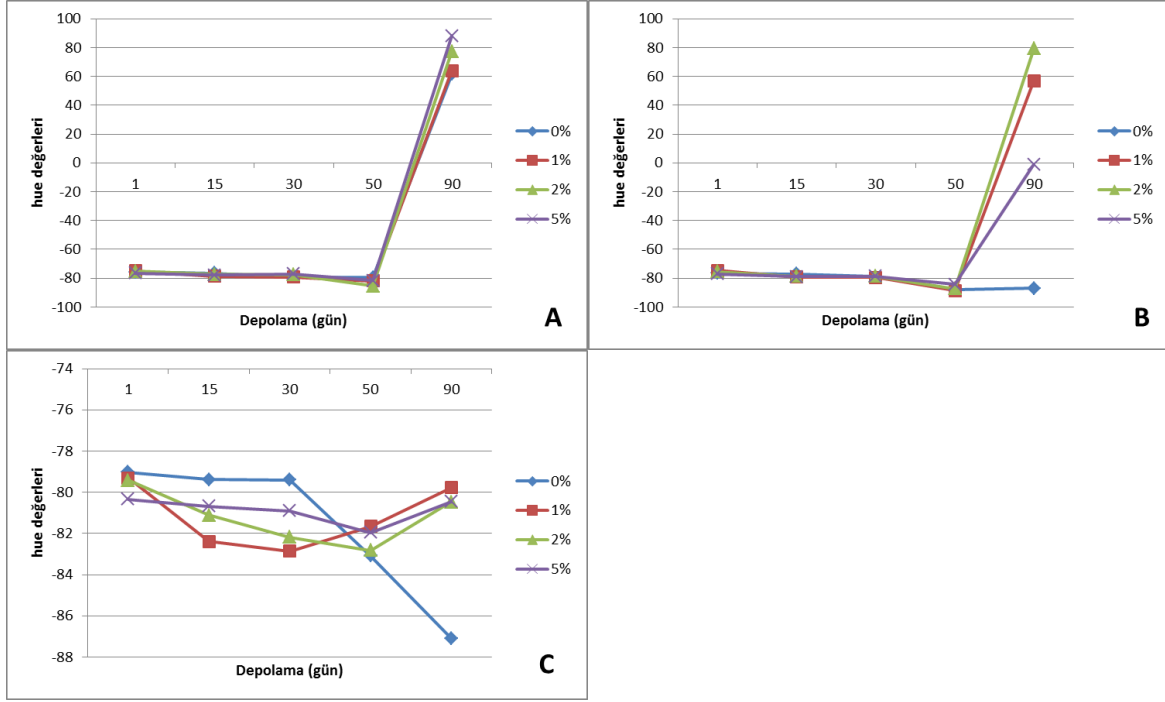
Faktör	n	Hue
Yağ çeşidi		
Ayçiçeği	40	-48.20±61.45 ^a
Mısırözü	40	-81.20±1.97 ^b
Kanola	40	-54.70±56.94 ^a
Depolama(gün)		
1	24	-77.00±1.96 ^b
15	24	-79.00±1.76 ^b
30	24	-79.50±1.69 ^b
50	24	-83.90±3.00 ^b
90	24	12.60±76.10 ^a
Eklenen Ham Yağ Miktarı		
% 0	30	-61.70±47.69 ^a
% 1	30	-61.50±48.73 ^a
% 2	30	-59.00±54.90 ^a
% 5	30	-63.30±51.20 ^a

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre ayçiçeği ve kanola yağının hue değerleri ortalaması en yüksek olarak tespit edilmiştir. Mısırözü yağının hue değerleri ortalaması ise en düşük olarak bulunmuştur.

Depolama sürecinde ise en yüksek hue değerlerine 90. günde ulaşılmıştır. Eklenen ham pirinç kepeği yağı açısından ise bütün oranlarda en yüksek hue değerlerine ulaşılmıştır.

Farklı oranlarda eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca ayçiçek yağı, kanola yağı ve mısırözü yağlarının hue değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Farklı oranlarda (% 0, % 1, % 2, % 5) eklenen ham pirinç kepeği yağının depolama süresi boyunca (1., 15., 30., 50., 90., gün): A: Ayçiçek yağı; B: Kanola Yağı ve C: Mısırozü yağlarının hue değerleri üzerine etkilerine ait interaksiyon grafikleri.

Ayçiçek yağına, % 0, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde hue değeri ilk 50 günlük depo sürecinde önemli bir değişim göstermezken, 50.- 90. günlük depolama periyodu arasında hızlı bir artış göstermiştir.

Kanola yağına, % 1, % 2 ve % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hue değeri ilk 50 günlük depo sürecinde önemli bir değişim göstermezken, 50.- 90. günlük depolama periyodu arasında hızlı bir artış göstermiştir. % 0 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı hue değerleri ise tüm depolama süresinde önemli bir değişiklik göstermemiştir.

Mısırozü yağında, % 0 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı örneklerinin hepsinde chroma değeri 90 günlük depolama periyodunda sürekli bir azalma göstermiştir. Mısırozü yağında chroma değerinde en fazla azalma yine % 0 oranında ham pirinç kepeği eklenen örneklerde görülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada çeşitli bitkisel yağlara farklı oranlarda ham pirinç kepek yağı eklenmiş ve bu yağlara ait renk, peroksit değerleri serbest yağ asitleri ve yağ asidi kompozisyonundaki değişimler incelenmiş elde edilen bulgulara dayalı istatistiksel sonuçlar değerlendirilmiştir.

Elde edilen ham pirinç kepek yağları, rafine edilmiş ayçiçek, kanola ve mısır yağlarına % 0 (kontrol), % 1, % 2 ve % 5 oranlarında eklenmiş ve depolama süresi boyunca periyodik olarak 1., 15., 30., 50., ve 90., günlerde laboratuvar analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu elde edilen peroksit değerleri verilerine göre yağ çeşitlerinin, ham pirinç kepeği yağı ekleme oranlarının, depolama sürecinin ve bunların interaksiyonlarının tamamı istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli bulunmuştur. En yüksek peroksit değerleri ortalamasına 5. depolama gününde ulaşılırken (34.25 ± 12.79 meqO₂/kg yağ), % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağı ilave edilen yağ örnekleri (10.45 ± 7.34 meqO₂/kg yağ) ile kontrol örnekleri (10.10 ± 9.23 meqO₂/kg yağ) de en düşük peroksit değerlerine sahiptir. Bununla birlikte serbest yağ asitliği değerlerinde sadece depolama süreci istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Yağ çeşitleri, ham pirinç kepek yağı ekleme oranları ve diğer interaksiyonlar ise serbest yağ asitliği değeri üzerine istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Yapılan renk ölçümlerinde ise depolama x yağ çeşitleri interaksiyonu hariç, bütün diğer varyasyon kaynakları istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Yapılan ölçümlerde Ayçiçek ve kanola yağlarına ait L^* değerleri ortalaması ile son depolama günü ölçülen L^* değerleri ortalamaları en yüksek çıkarken; mısırozü yağına ait L^* değerleri diğerlerine göre daha düşük ortalamaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde bütün varyasyon kaynakları a^* değerleri üzerine istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) etki göstermiş; yine ayçiçek ve kanola yağına ait örnekler ve son depolama gününde elde edilen a^* değerleri ortalamaları en yüksek çıkarken en düşük a^* değerlerine ise depolamanın ilk günü ve mısır özü yağında yapılan a^* değerleri ortalamalarında ulaşılmıştır. b^* değerleri üzerine ise yağ çeşitleri X pirinç kepeği yağı ekleme miktarı X depolama interaksiyonu hariç diğer bütün faktörler istatistiksel olarak çok önemli oranda etki etmiştir. b^* değerlerine en yüksek ilk depolama gününde ulaşılırken, en düşük değerler ise son depolama gününde bulunmuştur. Yağ asitleri

kompozisyonu sonuçlarında ise palmitik, stearik ve linolenik asit değerleri üzerine bütün faktörler istatistiksel olarak çok önemli oranda etki ederken, linolenik asit miktarına depolama X ham pirinç kepeği yağı ve yağ eşitleri X ham pirinç kepeği yağı interaksyonları önemsiz bulunmuş, diğer tüm varyasyonlar ise çok önemli etki etmiştir.

5.2 neriler

Bitkisel yağlarda en önemli kalite kriterleri arasında renk, peroksit değeri, serbest yağ asitliği (% oleik asit cinsinden) ve yağ asidi kompozisyonu bulunmaktadır. Bitkisel yağlar içerdikleri yüksek oranda doymamış yağ asitleri açısından oksidasyona oldukça duyarlı gıdaların içinde yer almaktadır. Bundan dolayı bitkisel yağ üreticileri üretim aşamasında yağlara antioksidan ilave etmekte ve ürünün raf ömrünü uzatmaktadırlar. Kullanılan antioksidanlar sentetik olduğu için çeşitli sağlık riskleri içermekte ayrıca son yıllarda tüketiciler tarafından doğal ürünlere karşı bir yönelim söz konusudur.

Bu araştırmada yüksek antioksidatif özellik gösteren γ -orizanol kullanılmıştır. γ -orizanol pirinç kepeği yağında oldukça fazla miktarda bulunmaktadır. Ülkemizde pirinç kepek yağı son yıllarda bilimsel projelere konu olmaya başlamış fakat bu konu hakkında çalışmalar oldukça azdır. Antioksidan özelliğinin yanı sıra üstün besleyicilik özellikleri de bulunan pirinç kepeği ve pirinç kepek yağı ile ilgili çalışmaların daha fazla yapılması gerektiği önerilmektedir. Araştırmamızın sonuçlarına göre % 5 oranında eklenen ham pirinç kepek yağının bitkisel yağların oksidasyon stabilitesini artırmada kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aguilar-Garcia, C., Gavino, G., Baragaño-Mosqueda, M., Hevia, P., Gavino, V. C. 2007, Correlation of tocopherol, tocotrienol, γ -oryzanol and tocopherol content in rice bran with different antioxidant capacity assays, *Food Chemistry*, 102:1228–1232.
- Altan, A., Kola, O., 2009. Yağ İşleme Teknolojisi , Bizim Büro Basımevi, Sakarya.
- Andrikopoulos N., K., Kalogeropoulos, N., Falirea, A., ve Barbagianni, M., N., 2002, Performance of virgin olive oil and vegetable shortening during domestic deep-frying and pan-frying of potatoes, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 37:177–190.
- Anonymous, 1996, Rice Bran Oil Antioxidant, United State Patent. Patent number:5552167.
- Anonim, 1973, Türk Standartları Enstitüsü, Yemeklik Zeytinyağı Muayene Metotları (Methods of Analysis for Edible Olive Oils), 4. Baskı, TS 342.
- AOCS, 1984, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Edited by S. Williams. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Azeez, O., T., Ejeta, K. O., 2013, Effects of Antioxidants on the Oxidative Stability of Vegetable Oil at Elevated Temperature, *International Journal of Applied Science and Technology*, Vol. 3, No:5.
- Babayan, V. K., 1989, Sense and Nonsense About Fats in the Diet, *Food Technology*, No: 180 Deerfield, ill.
- Baldioli, M., Servili, M., Perretti, G., 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.
- Bayrak, A., 2006, Gıda aromaları, Gıda Teknolojisi yayın no:32, Ankara, 497.
- Bucci, R., Magri, A., D., Magri, A., L., Marini, F., 2003, Comparison of three spectrophotometric methods for the determination of γ -oryzanol in rice bran oil, *Anal Bioanal Chem*, 375 : 1254–1259
- Caponio, F., Bilancia, M. T., Pasqualone, A., Sikorska, E., 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.
- Carrin, M., E., ve Carelli, A., A., 2010, Changes in quality and composition of sunflower oil during processing and storage, In M. C. Tomas (Ed.), *Advances in Fats and Oils Research*, Transworld Research Network, s.25-48.

- Choe, E., Min, D. B., 2006, Mechanisms and factors for edible oil oxidation, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(4):169–186.
- Chotimarkorn, C., Benjakul, S. 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., 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.
- Chow, Ching, K., 1985, Vitamin E and blood, *World Rev. Nutr. Diet* 45: 133-166.
- Chu, Y., Hus, H. 1999, Effects of antioxidants on peanut oil stability. *Food Chemistry*, 66: 29–34.
- Chung, J., Lee, J., Choe, E., 2004, Oxidative stability of soybean and sesame oil mixture during frying flour dough. *Journal of Food Science*, 71:C222–C226.
- Çalışkan, T., 2008, Rafinasyon İşlemlerinin Bitkisel Yağlarda İzomeri Oluşumu ve Oksidatif Stabilité Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Demirci, M., 2001, Gıda Kimyası, Onur Grafik, Tekirdağ, 219.
- Dutta, P.C. (2002). Determination of phytosterol oxidation products in foods and biological samples. In F.Guardiola (Eds.), *Cholesterol and Phytosterol Oxidation Product: Analysis, Occurrence, and Biological Effects* (pp. 335-374). Champaign, IL: AOCS Press.
- El-Adawy, T., Ramha, E.H., El-Bedawy, A.A., Gaffar, A.M., 1999, Properties of some citrus seeds, Part 3, Evaluation as a new source of protein and oil, *Nahrung*, 43:385-391.
- Finley J.W., Given P., Technological necessity of antioxidants in the food industry. *Food Chem. Toxic.*, 1986, 24, 999–1006.
- Frankel E.N., Free radical oxidation. 1998a, in: *Lipid Oxidation* (ed. E.N. Frankel). The Oily Press, Scotland, pp. 13–22.
- Fritsch, C.W., 1981, Measurement of frying fat deterioration: a brief review. *Journal of The American Oil Chemists Society*, 58: 272-274.
- Gadoth, N., 2008, On Fish Oil and Omega-3 Supplementation in Children: The Role of Such Supplementation on Attention and Cognitive Dysfunction. *Brain & Development*, 30:309–312.
- Gandhi, V.M., Mulky, M.J., Mukerji, B., Iyer, V.J., Cherian, K.M., 1997, Safety evaluation of wild apricot oil, *Food and Chemical Tox.*, 35:583-587.

- Gertz, C., Klostermann, S. ve Kochhar, S.P., 2000, Testing and Comparing Oxidative Stability of Vegetable Oils and Fats at Frying Temperature. *Eur. J. Lipid Sci. Technology*, 102: 543–551.
- Gökalp, H.Y., Nas, S., Certel, M., 1992, Biyokimya 1. Temel Yapılar Ve Kavramlar., Pamukkale Üni. Mühendislik Fak. Ders Kitapları Yay. No: 001, Denizli.
- Gökalp, H.Y., Nas, S., Ünsal, M., 2001, Bitkisel Yağ Teknolojisi, Pamukkale Üni. Mühendislik Fak. Ders Kitapları Yayın No:005, Denizli
- Graf, E. 1992. Antioxidant potential of ferulic acid. *Free Radical Biol. Med.* 13:435–448.
- Grigoriadou, D., 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.
- Gür E., 2006, Antioksidanlar, In: Altuğ, T. Ed. Gıda Katkı Maddeleri (2nd ed.), Sidas Medya, 17-38.
- Hawrysh, Z., J., Shand, P., J., Tokarska, B., Lin C., 1988, Effects of Tertiary Butylhydroquinone on the Stability of Canola Oil. I. Accelerated Storage, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 21:549-554.
- 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, 1–21.
- Hras, A.R., Hadolin, M., Knez, Z., Bauman, D., 2000, Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with α -tokoferol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil, *Food Chemistry*, 71: 229-233.
- Huang, S. W., Frankel, E. N., German, J. B., 1994, Antioxidant activity of α - and γ -tocopherols in bulk oils and in oil in water emulsions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42:108–114.
- Hunt, M. C., Acton, J. C., Benedict, R. C., Calkins, C. R., Cornforth, D. P., Jeremiah, L. E., Olson, D. P., Salm, C. P., Savell, J. W., and Shivas, S. D., 1991, Guidelines for 81 meat color evaluation, *American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board*, 1–12.
- Iqbal, S., Bhanger, M. I., Anwar, F., 2005, Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan, *Food Chemistry*, 93:265–272.
- Iqbal, S., Bhanger, M.I., 2007. Stabilization of sunflower oil by garlic during accelerated storage. *Food Chem.* 100, 246–254.
- Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, H., Shirai, T., Tatematsu, M., 1986, Studies on antioxidants: Their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis, *Food and Chemical Toxicology*, 24:1071–1082.

- Jensen, S.J.K., 2003, Oxidative stress and free radicals, *Journal of Molecular Structure (Theochem)*, 666–667: 387–392
- Kahk nen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S. and Heinonen, M., 1999, Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3954-3962.
- Kahlon, T. S., Chow, F. I., Sayre, R. N., 1994, Cholesterol lowering properties of rice bran, *Cereal Food World*, 39:99–103.
- Kamel, B.S., Deman, J.M., Blackman, B., 1982, Nutritional fatty acid and oil characteristics of different agricultural seed, *Food Tech.*, 17: 263-267.
- Kaya S., 2008, Fındık Ve Zeytin Yağlarının Oksidatif Stabilitelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kayahan, M., 2001, Yağ Tüketimi ve Sağlık-I, Gıda Mühendisliği Dergisi, 9:11-16.
- Kayahan, M., 2003, Yağ kimyası, ODTÜ Geliştirme Vakfı, Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları, Ankara, 20.
- Kayahan, M., 2003, *Yağ Kimyası*, 1. Basım. ODTÜ Yayıncılık, Ankara, 220.
- Khayat, A., and Schwall, D., 1983, Lipid oxidation in seafood, *Food Technology*, 7,130-139.
- Khuwijitjaru, P., Yuenyong, T., Pongsawatmanit, R., Adachi, S., 2009, Degradation kinetics of gamma-oryzanol in antioxidant-stripped rice bran oil during thermal oxidation, *J.Oleo Sci.*, 58(10):491-497.
- Kochhar, S. P., 2000, Stable and healthful frying oil for 12th century, *Inform.*, 11:642–647.
- Ko ak, M.S., 2005, “Fındık Yağı Metil Esterinin Dizel Motorlarda Alternatif Yakıt Olarak Kullanımının Deneysel Olarak Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Korcak J., H  e M., J  drusek-Goli nska A, Gramza A., Influence of fat oxidation and method of their limitation on the stability of lysine and protein digestibility in dried and frozen meat products. 2000, in: Proceedings of the IV National Nutrition Workshop “Estimation of food and nutrition”, 6–8 September 2000, Pozna , pp. 9–10 (in Polish).
- Liu, R. H., 2003, Health benefits of fruit and vegetables are form additive and synergistic combinations of phytochemicals, *American Journal of Clinical Nutrition*, 78:517S–520S.
- Lorgeril, M. ve Salen, P., 2004, Alpha-linoleic Acid and Coronary Heart Disease, *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 14:162-169.

- Mao, J., Zhang, H., Luo, J., Li, L., Zhao, R., Zhang, R., Liu, G., 2006, New method for HPLC separation and fluorescence detection of malonaldehyde in normal human plasma, *Journal of Chromatography B*, 832: 103-108.
- Martin, D.W., Mayes, P.A. and Rodwell, V.W., 1981, Harper's Review of Biochemistry. 18 th ed. Lange Medical Publications, Maruzen Asia (Ptc) ltd.
- Mohdaly, A., A., A., Smetanska, I., Ramadan, M., F., Sarhan M., A., Mahmoud, A., 2011, Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils, *IndustrialCropsandProducts*, 34: 952-959.
- Morrissey, P. A., Sheehy, P. J., Galvin, K., Kerry, J. P., and Buckley, D. J., 1998, Lipid stability in meat and meat products, *Meat Science*, 49, 73–86.
- Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Dominguez, J. M., Sineiro, J., Dominguez, H., Núñez, M.J., J. Carlos Parajó J.C., 2001, Natural antioxidants from residual sources, *Food Chemistry*, 72:145–171.
- Nagai, T., Myoda, T. and Nagashima T., 2005, Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (tsukushi) *Equisetum arvense*, *Food Chemistry*, 91: 389-394.
- Nakajima, A., 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.
- Nakamura, H., 1966, Effect of γ -Oryzanol on Hepatic Cholesterol Biosynthesis and Fecal Excretion of Cholesterol Metabolites, *Radioisotopes*, 15:371–374.
- Nam, S., H., Choi, S., H., Kang M., Y., Koh, H., J., Kozukue, N., Friedman, M., 2006, Antioxidative activities of bran extracts from twenty one pigmented rice cultivars, *Food Chemistry* 94:613–620
- Nanua, J., N., McGregor, J., U., Godbert, J., S., 2000, Influence of High-Oryzanol Rice Bran Oil on the Oxidative Stability of Whole Milk Powder, *Journal of Dairy Science* Vol. 83, No. 11,
- Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M., 2001, Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Denizli, Yayın No:005, 329.
- Naz, S., Siddiqi, R., Sheikh, H., Sayeed, S. A., 2005, Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep-frying, *Food Research International*, 38(2):127–134.
- Nicolosi, R. J., Rogers, E. J., Ausman, L. M., Orthoefer, F. T., 1994, In: Marshall, W. E., Wadsworth J. I. (Eds.), *Rice bran oil and its health benefit- rice science and technology*, New York: Marcel Dekker, 350-421.

- Nystrom, L., Arcenius, T., Lampi, A. M., Moreau, R. A., Piironen, V., 2007, A comparison of the antioxidant properties of steryl ferulates with tocopherol at high temperature, *Food Chemistry*, 101:947–954.
- O'Brien, R., 2004a, *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*, (2nd ed.), CRC Press, Boca Raton, Florida, 616.
- Okada, T., Yamaguchi, N., 1983, Antioxidative effect and pharmacology of oryzanol, *Journal Japan Oil Chemistry Society* (in Japanese), 32:305.
- Park, Y. S., Kim, Y. S., 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.
- Pietta, P. G., 2000, Flavonoids as antioxidants, *Journal of Natural Products*, 63:1035–1042.
- Pokorny J., Ko³akowska A., Lipid-protein and lipid-saccharide interactions. 2003, in: Chemical and Functional Properties of Food Lipids (eds. Z.E. Sikorski, A. Ko³akowska). CRC Press LLC, pp. 345–362.
- Prior, R. L. and Cao, G. H., 2000, Analysis of botanicals and dietary supplements for antioxidant capacity: A review, *Journal of AOAC International*, 83 (4): 950-956.
- Przybylski, R., Malcolmson, L., J., Eskin, N., A., M., Durance-Tod, S., Mickle, J., Carr, R., 1993, Stability of Low Linolenic Acid Canola Oil to Accelerated Storage at 60°C, *LWT-Food Science and Technology*, 26:205-209
- Ramadan, M., F., Moersel, J., T., 2006, Screening of antiradical action of vegetable oils, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19:838-842.
- Reische, D., Lillard, W. D. A., Eitenmiller, R. R., 1998, In: C. C. Akoh ve D. Min (Eds.), *Antioxidants food lipids-chemistry, nutrition and biotechnology*, New York: Marcel Decker, 423-448.
- Rekha, S., Singhal, Pushpa R., Kulkarni, Dinanath, V., Rege, 1997, *Handbook of Indices of Food Quality and Authenticity*, 302.
- Rentfrow., G., Linville., M. L., Stahl, C. A., Olson., K. C., and Berg., E. P., 2004, The effects of the antioxidant lipoic acid on beef longissimus bloom time, *Journal of Animal Science*, 82, 3034-3037.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. T., Paganga, G., 1977, Antioxidant properties of phenolic compounds, *Trends in Plant Science*, 4:304–309.
- Rossell, J.B. (2001a). Introduction. In J. B. Rossell (Eds.), *Frying –Improving Quality* (pp 1-3). Cambridge, England: Woodhead Publishing.
- Rukmini, A., 1988, Chemical, nutritional and toxicological studies of rice bran oil, *Food Chemistry*, 30(4):257-268.

- Salunkhe, D.K., Chavan, J.K., Adsule, R.N., Kadam, S.S., 1992, *World Oilseeds: Chemistry, Technology and Utilization*, Springer, USA, 1-2. (E-kitap).
- Saunders, R. M., 1990, The properties of rice bran as a food stuff, *Cereal Food World*, 35: 632-636.
- Seetharamaiah, G.,S., Krishnakantha, T.,P., Chandrasekhara, N., 1990, Influence of oryzanol on platelet aggregation in rats, *J Nutr Sci Vitaminol*, Tokyo; 36(3):291-7.
- Shahidi, F., Wanansundara, U.N., 2002, Methods For Measuring Oxidative Rancidity in Fats and Oils. In: *Food Lipids-Chemistry, Nutrition, and Biotechnology* (Editors: Akoh, C.C., Min, D.B.) (2nd ed), Marcel Dekker, Inc., New York, 465-487.
- Sinağ, P., Fenercioğlu, H., 1994, Rafine Ayçiçek Yağı Kalitesi Üzerine Ambalaj Ve Saklama Koşulları ile Sürenin Etkileri, *Gıda* 1:49-52.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP-AES (Varian-Vista), A short Guide To Vista Series, ICP-AES Operation. Varian Int., AG, Zug, Version 1.0, Switzerland.
- Sugano, M., Tsuji, E., 1997, Rice Bran Oil and Cholesterol Metabolism, *J. Nutr.*, 127:521-524.
- Tabee, E. (2008). Liquid and Phytosterol Oxidation in Vegetable Oils and Fried Potato Products. Doctoral Thesis, Dept. of Natural Resources, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Tan, C.P., Che Man, Y.B., Selamat, J., Yusoff, M.S.A., 2002, Comparative study of oxidative stability of edible oils by differential scanning calorimetry and oxidative stability index method, *Food Chemistry*, 76: 385-389.
- Tan, Y.A., Ong, S.A., Berger, K.G., Oon, H.H. and Poh, B.L., 1985, A study of the cause of rapid color development of heated refined palm oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 62(2): 999-1006.
- Targan, Ş., Arısoy, K., Abalı, Y., Kaya, E., 2008, Ayçiçek yağının raf ömrünün uzatılmasında sitrik asit ve fosforik asidin antioksidan etkisi, *BAÜ FBE Dergisi* Cilt:10, Sayı:1, 67-75
- Tasan, M., Gecgel U., Demirci, M., Effects of storage and industrial oilseed extraction methods on the quality and stability characteristics of crude sunflower oil (*Helianthus annuus* L.), *Grasas Y Aceites*, 62 (4), 389-398.
- Tsaknis, J., Spiliotis, V., Lalas, S., Gergis, V. and Dourtoglou, V., 1999, Quality Changes of *Moringa oleifera*, Variety Mbololo of Kenya, Seed Oil During Frying, *Grasas Aceites* 50: 37-48.
- Tyagi, V. K., 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.

- Xu, Z. and Godber, J.S. 1999. Purification and identification of components of γ -oryzanol in rice bran oil. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 47: 2724-2728.
- Velasco, J., Dobarganes, C., 2002, Oxidative stability of virgin olive oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9–10):661–676.
- Wagner, K. and Elmadfa, I., 1999, Nutrient Antioxidants and Stability of Frying Oils: Tocochromanols, β -Carotene, Phylloquinone, Ubiquinone, in *Frying of Food: Oxidation, Nutrient and Nonnutrient Antioxidants, Biologically Active Compounds and High Temperatures*, edited by D Boskou and I Elmadfa, Technomic Publishing, Lancaster, Basel, ss. 165-167.
- Warnwe, K., 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.
- Weinreich, B., 1998, Frischeschutz mit "weisser Weste", *Die Zeitschrift für die Lebensmittelwirtschaft*, 49: 24-26.
- Whysner, J., Wang, C., X., Zang, E., Iatropoulos, M., J. ve Williams, G., M., 1994, Dose Response Of Promotion By Butylated Hydroxyanisole In Chemically Initiated Tumours Of The Rat Forestomach, *Fd Chem. Toxic.* Vol. 32. No. 3, s. 215-222.
- Williams, G., M., Iatropoulos, M., J. ve Whysner, J., 1999, Safety Assessment of Butylated Hydroxyanisole and Butylated Hydroxytoluene as Antioxidant Food Additives, *Food and Chemical Toxicology*, 37:1027-1038.
- Wright, J. S., Johnson, E. R., DiLabio, G. A., 2001, Predicting the activity of phenolic antioxidants: Theoretical method, analysis of substituent effects, and application to major families of antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 123:1173–1183.
- Yagi, K., Ohishi, N., 1979, Action of ferulic acid and its derivatives as antioxidants. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 25:127–130.
- Yoshie, A., Kanda, A., Nakamura, T., Igusa, H., Hara, S., 2009, Comparison of gamma-oryzanol contents in crude rice bran oils from different sources by various determination methods, *J.Oleo Sci.*, 58(10):511-518.
- Zhang, Y., Yang, L., Zu, Y., Chen, X., Wang, F., Liu, F., 2010, Oxidative stability of sunflower oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during accelerated storage, *Food Chemistry* 118: 656–662
- Zhao, W.A., Shishikura, K., Fujimoto, K., Arai, K. and Sait, S. 1987. Fraction extraction of ricebran oil with supercritical carbon dioxide. *Agriculture and Biology Chemistry*, 51: 1773-1777.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Muhammet ERCAN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Cihanbeyli 04.04.1983
Telefon : 0 532 358 4090
Faks : -----
e-mail : muhammedercan@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Anadolu Lisesi, Cihanbeyli, Konya	2001
Üniversite	: Ege Üniversitesi	2009
Yüksek Lisans	:	
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2007-2010	Kara Yolları Genel Müd.	Memur
2010-2012	Bingöl Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2012-	Selçuk Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Antioksidan Aktivite Kavramı ve Analiz Yöntemleri, Bitkisel Yağların Oksidasyonu ve Etkili faktörler, Meyve ve Sebze Ürünlerinde Muhafaza Teknikleri

YABANCI DİLLER

İngilizce (İyi seviyede)

YAYINLAR